



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Condiciones de trabajo relacionadas con desórdenes musculoesqueléticos de la población trabajadora del área de mecanizado e ingeniería de la empresa MECINTRAC S.A.S.

Autores

Diana Carolina Arcila Arias

Daniela Castro Otálvaro

Universidad de Antioquia

Facultad Nacional de Salud Pública

“Héctor Abad Gómez”

Medellín, Colombia

2021



Condiciones de trabajo relacionadas con desórdenes musculoesqueléticos de la población trabajadora del área de mecanizado e ingeniería de la empresa MECINTRAC S.A.S.

Working conditions related to musculoskeletal disorders in the working population of the machining and engineering area of MECINTRAC S.A.S. company.

Autores

Diana Carolina Arcila Arias

Daniela Castro Otálvaro

**Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Ergonomía**

Asesor

Elizabeth Pérez Mergarejo

Magíster en Toma de Decisiones

Ingeniera Industrial

Universidad de Antioquia

Facultad Nacional de Salud Pública

“Héctor Abad Gómez”

Medellín, Colombia

2021

1. RESUMEN

En el sector metalmecánico existen numerosas actividades que por su naturaleza generan exposición a factores ocupacionales que pueden desencadenar desórdenes musculoesqueléticos. Su prevención debe ser una prioridad, pues constituyen un problema de salud frecuente entre los trabajadores y es la primera causa de enfermedad laboral en muchas empresas. **Objetivo:** Evaluar las condiciones de trabajo y el nivel de exposición a factores de riesgo que pueden generar desórdenes musculoesqueléticos en la población trabajadora del área operativa de la empresa MECINTRAC S.A.S. **Metodología:** Estudio de aplicación sistemática de principios ergonómicos mediante Ergonomic Checkpoints y los métodos ERIN y RULA evaluando las condiciones de trabajo y el nivel de exposición a factores de riesgo que pueden provocar DMEs. Se seleccionó una muestra a conveniencia de tres operarios en tres puestos de trabajo: torno convencional, fresadoras CNC #1 y #3. **Resultados:** De los 44 puntos seleccionados de Ergonomic Checkpoints, 9 requerían una acción prioritaria y se encontraron en el área de manipulación y almacenamiento de materiales, herramientas manuales, seguridad de la maquinaria de producción, y mejora del diseño del puesto de trabajo. Con los métodos ERIN y RULA fue posible medir el nivel de riesgo por carga física en los 3 puestos de trabajo, categorizándolos en niveles de riesgo medio, alto y muy alto. **Conclusiones:** La lista de comprobación ergonómica y ambos métodos fueron herramientas útiles y de fácil uso para identificar los factores de riesgo relacionados con las condiciones de trabajo y generar propuestas de mejoras dirigidas a la prevención de los DMEs.

Palabras claves: Evaluación de Riesgo Individual (ERIN), Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Ergonomic Checkpoints, desórdenes musculoesqueléticos.

SUMMARY

In the metal-mechanical sector there are numerous activities that by their nature generate exposure to occupational factors that can trigger musculoskeletal disorders. Their prevention should be a priority, since they constitute a frequent health problem among workers and are the first cause of occupational disease in many companies. **Objective:** To evaluate the working conditions and the level of exposure to risk factors that can generate musculoskeletal disorders in the working population of the operative area of the company MECINTRAC S.A.S. **Methodology:** Study of systematic application of ergonomic principles through Ergonomic Checkpoints and the ERIN and RULA methods, evaluating the working conditions and the level of exposure to risk factors that can cause MSDs. A convenience sample of three operators was selected at three workstations: conventional lathe, CNC milling machines #1 and #3. **Results:** Of the 44 selected Ergonomic Checkpoints, 9 required priority action and were found in the area of material handling and storage, hand tools, production machinery safety, and workplace design improvement. Using the ERIN and RULA methods, it was possible to measure the level of risk due to physical load in the 3 workstations, categorizing them into medium, high and very high risk levels. **Conclusions:** The ergonomic checklist and both methods were useful and easy to use tools to identify risk factors related to working conditions and generate proposals for improvements aimed at the prevention of DMEs.

Key words: individual risk assessment (ERIN), Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Ergonomic Checkpoints, musculoskeletal disorders.

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad gran parte de los trabajadores presentan síntomas osteomusculares, directamente asociados a cargas físicas, debido en gran medida a que los puestos de trabajo exceden las capacidades del trabajador/a conduciendo a la aparición de fatiga física a lo largo del tiempo¹.

Los desórdenes musculoesqueléticos (DMEs) constituyen problemas de salud con frecuencia entre los trabajadores; siendo en muchas empresas la primera causa de ausentismo osteomuscular y enfermedad laboral². La mayor parte de los DMEs de origen laboral se desarrollan con el tiempo y son provocados por el propio trabajo o por el entorno en el que éste se lleva a cabo; las condiciones internas y externas del ser humano inciden en la aparición de estos, aumentando la predisposición de padecerlos por lo que su origen es multifactorial³. Estos DMEs incluyen afecciones de los músculos, tendones, vainas tendinosas, síndromes de atrapamiento nervioso, alteraciones articulares y neurovasculares, y por lo general afectan la espalda, cuello, hombros y extremidades superiores e inferiores (con menor frecuencia)⁴.

Según el Ministerio de Empleo y Seguridad Social de España en el año 2012, en Europa el 24% de los trabajadores afirmó sufrir dolor de espalda y el 22,8% se quejó de dolores musculares; específicamente, en Alemania las bajas se estimaron en 24.000 millones de marcos alemanes⁵. Por otro lado, en Estados Unidos (EU) se reportó que las cifras disminuyeron de 435.180 casos en 2003 a 335.390 en 2007, siendo los costos directos de US\$1.5 mil millones y los indirectos de US\$1,1 billones para el mismo año⁶. De esta forma, se confirma según el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), que el costo asociado con los DMEs es muy alto: más de US\$ 2,1 billones en compensaciones y US\$ 90 millones en costos directos anuales⁷. Asimismo, la incidencia se ha incrementado, pasando de 141000 casos en 2012 a 184000 en 2013, evidenciando en el 2015 que los DMEs en conjunto con el estrés y la depresión o la ansiedad representaron la mayoría de los días perdidos debido a problemas de salud relacionados con el trabajo con 9,9 y 9,5 millones de días respectivamente⁸.

En América Latina, las pérdidas económicas a causa de enfermedades y lesiones laborales oscilan entre el 9% y el 12% del Producto Interno Bruto (PIB) según un cálculo realizado en el año 2014 por la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Los costos económicos de los desórdenes musculoesqueléticos, en términos de días perdidos de trabajo e invalidez resultante, se calculan en 215 mil millones de dólares al año⁹. En Colombia, estos daños constituyen también una categoría principal de lesiones no mortales por accidentes de trabajo declaradas bajo el epígrafe de sobre esfuerzo; según la VI Encuesta Nacional de condiciones de trabajo, los riesgos laborales evaluados con mayor frecuencia en las empresas son las posturas de trabajo, los esfuerzos físicos y los movimientos repetidos⁹. La Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA) en el 2010, reportó que las enfermedades más frecuentes son las osteomusculares (84%), siendo el síndrome del túnel del carpo la más representativa, con un porcentaje del 36% (primer lugar), seguida de las epicondilitis con el 11 % (segundo lugar), el síndrome del manguito rotatorio con el 8,8 % (tercer lugar), y el lumbago con un 6% (cuarto lugar). Según lo anterior se puede concluir que en muchos casos las condiciones y el ambiente de trabajo pueden ser una de las causas de DMEs¹⁰.

Las micro, pequeñas y medianas empresas, también conocidas como PYMES representan el 99% del tejido industrial en América Latina y generan más de dos terceras partes del empleo estando presente en diversas actividades humanas y en todos los sectores económicos. El sector metalmecánico se ha caracterizado por emplear una gran cantidad de recurso humano, hasta el 2010 más de 96000 personas

trabajaban en labores metalmecánicas o siderúrgicas en el país, y existen numerosas tareas con alta carga física (manipulación de cargas pesadas, posturas de trabajo inadecuadas, alta repetitividad de movimientos, entre otros)¹¹.

Bajo este contexto, la prevención de los desórdenes musculoesqueléticos (DMEs) debe ser una prioridad en todas las empresas. Por ello, se han propuesto modelos mundiales los cuales, buscan optimizar la productividad del trabajador/a y del sistema de producción, y métodos ergonómicos para evaluar el nivel riesgo y generar medidas de intervención que garanticen la seguridad y la salud de la población trabajadora¹².

Este trabajo fue desarrollado en MECINTRAC S.A.S, una empresa PYMES ubicada en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, del departamento de Antioquia, Colombia; dedicada al mecanizado e ingeniería del sector industrial y transporte. Ésta cuenta con un taller de producción donde los trabajadores realizan actividades de mecanizado, fabricación y ensamble de piezas mecánicas, por su naturaleza generan exposición a factores de riesgo por carga física como sobreesfuerzo, posturas inadecuadas, movimientos frecuentes, factores de riesgo ambientales (vibraciones, temperaturas extremas y ruido); y condiciones predisponentes a los desórdenes musculoesqueléticos (DMEs) como la manipulación de herramientas, máquinas y equipos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar las condiciones de trabajo y el nivel de exposición a factores de riesgo que pueden generar desórdenes musculoesqueléticos en la población trabajadora del área operativa de la empresa MECINTRAC S.A.S.

3.2. Objetivos específicos

- 3.2.1.** Identificar los factores de riesgo relacionados con las condiciones de trabajo a los que se exponen los trabajadores del área de mecanizado e ingeniería de la empresa MECINTRAC S.A.S.
- 3.2.2.** Generar propuestas de intervención ergonómica que permita controlar y/o disminuir la exposición a factores de riesgo por DMEs.

4. METODOLOGÍA

4.1. Descripción del objeto de estudio y de la muestra

El presente estudio permitió la aplicación sistemática de principios ergonómicos mediante un conjunto de herramientas y métodos en la empresa MECINTRAC S.A.S., dedicada al mecanizado e ingeniería de piezas metálicas para el sector industrial y transporte, éste fue realizado en el segundo semestre del año 2020.

La empresa está constituida por diez trabajadores de los cuales tres realizan tareas administrativas (gerencia, administración, diseño) y siete tareas operativas; compuestas por el puesto de control y entrega de planos, dos tornos convencionales, un torno CNC, tres fresadoras CNC y un taladro de banco.

Se seleccionó una muestra a conveniencia de tres operarios en tres puestos de trabajo evaluados: torno convencional (1), fresadora CNC #1 (2), y fresadora CNC #3 (3), de acuerdo con las visitas realizadas, se identificó la disponibilidad de estos tres trabajadores quienes se encontraron operando las máquinas/herramientas mencionadas. Tuvo como criterio de inclusión todos aquellos trabajadores

vinculados directamente con la empresa y como criterio de exclusión los trabajadores que no participaron de manera voluntaria.

En estos puestos de trabajo los operarios tienen dos turnos: mañana y tarde (06:00am a 2:00pm y 2:00pm a 10:00pm), con una hora de descanso repartida para la alimentación. Por turno se tiene cobertura de tres trabajadores para la manipulación de las máquinas/herramientas, las cuales involucran la realización de tareas manuales, posturas estáticas de pie durante más del 75% de la jornada laboral, y posturas desviadas de la posición natural y posturas inadecuadas por el diseño del puesto de trabajo (máquina), y otros factores ambientales (vibración, temperatura, entre otros) predisponentes, que aumentan la probabilidad de aparición de DMEs. La empresa no tiene un estándar de producción porque el tipo de piezas a mecanizar son variables de acuerdo con la necesidad del cliente, éstas pueden tomar un tiempo de fabricación de horas como de semanas o de meses; el promedio de piezas por día es cinco cuando son moldes pequeños y una cuando son moldes grandes, y los pesos son variables.

Características de los puestos de trabajo:

Torno convencional: Fabricación de moldes industriales de manera manual, es una máquina/herramienta que permite transformar un sólido en una pieza definido por dimensiones y forma. Para ello, hace girar dicho sólido alrededor del eje de simetría arranca material en forma de viruta y periféricamente.

Fresadoras CNC: Fabricación de moldes industriales a partir de un panel de control numérico; el operario se encarga de regular la máquina, cambiar las herramientas que se van a utilizar, cargar, vigilar, y descargar las piezas a mecanizar.

4.2. Métodos y herramientas utilizadas

Lista de Comprobación Ergonómica (Ergonomic Checkpoints)

Se presenta como continuación de la publicación: “Higher productivity and a better place to work: Action manual” de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) en 1988 a modo de guía para mejorar los lugares de trabajo en las pequeñas y medianas empresas. El manual es una herramienta eficaz, acorde con el enfoque dado por la OIT a la formación: Work Improvement in Small Enterprises (WISE). Este enfoque fue aplicado, en distintos países, en muchas de las actividades realizadas dentro del marco del Programa Internacional para el Mejoramiento de las Condiciones y el Medio Ambiente de Trabajo (conocido por sus siglas en francés, PIACT) lanzado por la OIT en 1976. Ergonomic checkpoints es el resultado de la colaboración entre la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) y la Asociación Internacional de Ergonomía (AIE). En 1991, el Technology Transfer Committee de la AIE, designó a un grupo de expertos, presididos por Najmedin Meshkati, para crear un borrador del documento y elaborar la mayor parte del material. El grupo estuvo dirigido principalmente por Kazutaka Kogi, de la OIT, y Ukka Kuorinka, de la AIE¹³.

Esta lista de comprobación está destinada a quienes deseen aplicar mejoras prácticas a condiciones de trabajo ya existentes desde una perspectiva ergonómica. Su objetivo es dotar de una herramienta útil a todos aquellos que pretendan mejorar sus condiciones de trabajo para una mejor seguridad, salud y eficiencia.

Puede ayudar a los usuarios a buscar soluciones, pues cada punto de comprobación indica una acción. Para cada una de las acciones se dan opciones accesibles, así como algunas indicaciones adicionales. Cubre los principales factores ergonómicos del lugar de trabajo: el almacenamiento y manipulación de los materiales, las herramientas manuales, la seguridad de la maquinaria de producción, el diseño de los puestos de trabajo, la iluminación, los locales de trabajo, el control de sustancias y agentes peligrosos, los locales e instalaciones de servicio, y la organización del trabajo¹⁴.

Evaluación de Riesgo Individual (ERIN)

ERIN es un método observacional que evalúa a individuos expuestos a factores de riesgo de DMEs de origen laboral. desarrollado a partir de los métodos existentes, tomando en consideración las necesidades

y limitaciones de los especialistas dedicados a la seguridad y salud en el trabajo y desarrollado para que personal no experto y con poco entrenamiento pueda evaluar puestos de trabajo. También es aplicable en tareas estáticas y dinámicas, no requiere de equipamiento especial y puede ser utilizado en el diseño y rediseño de puestos de trabajo, contribuyendo a la prevención de los DMEs. Para la utilización del método es importante determinar la postura crítica y la frecuencia del movimiento para cada parte del cuerpo evaluada, es decir, elegir aquella postura que más se repita y determinar que parte del cuerpo es la más crítica. ERIN permite medir ángulos corporales y almacenar la información de la evaluación, incluidas las imágenes tomadas en campo brindando diferentes valores de riesgo para las variables que están determinadas por la interacción entre la carga postural y el movimiento de la región del cuerpo y recomienda niveles de acción según el nivel de exposición a factores de riesgo de DMEs. Su sistema de puntuación permite establecer criterios para evaluar el impacto de intervenciones ergonómicas “antes y después”, asumiendo que puntuaciones bajas se corresponden con condiciones de trabajo más favorables. La evaluación tiene como objetivo final, determinar un nivel de riesgo de padecer DMEs; de esta manera ERIN recomienda niveles de acción ergonómica según el nivel de riesgo global puntuaciones entre 7 y 14 indican que el riesgo es bajo y no son necesarios cambios; mientras que valores mayores a 36, indica riesgo muy alto y se requiere de cambios inmediatos¹⁵.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Fue desarrollado en 1993 por McAtamney y Corlett, de la Universidad de Nottingham (Institute for Occupational Ergonomics), con el objetivo de evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural y que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo. Si se adoptan posturas inadecuadas de forma continua o repetida en el trabajo por la exposición a factores de riesgo como la carga postural, se puede generar fatiga y, a la larga, pueden ocasionarse problemas de salud como los trastornos de tipo musculoesqueléticos. Por medio del método RULA se puede realizar un análisis de posturas individuales e independientes considerando aquellas posturas que supongan una mayor carga postural teniendo en cuenta su duración, frecuencia o desviación de la posición neutral, también divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A comprende los brazos, los antebrazos y las muñecas y el Grupo B las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea, obteniendo la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados para determinar la existencia de riesgos y propone diferentes niveles de actuación sobre el puesto. Puntuaciones entre 1 y 2 indican que el riesgo de la tarea resulta aceptable y que no es necesario realizar cambios mientras que el valor máximo 7, indica que los cambios son urgentes¹⁶.

4.3. Procedimiento

Para el desarrollo del estudio se hicieron 5 visitas a la empresa, donde se evaluaron los puestos de trabajo. Inicialmente se tuvo una reunión con el gerente, quien nos dio detalles de los diferentes productos y procesos que se realizan y un recorrido por las instalaciones para reconocerlos. Posterior a ello se hizo un cronograma donde se definieron las actividades, y las fechas para llevar a cabo la recolección de datos y aplicación de herramientas, y métodos. De acuerdo con gerencia se seleccionó toda el área de trabajo y se determinó evaluar los tres puestos de trabajo mencionados anteriormente.

Se revisó la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos (IPEVR) y las condiciones de salud; con estos se determina que la empresa actualmente no tiene enfermedades laborales, ausentismo y reportes de origen osteomuscular.

Se realizaron observaciones periódicas, registros fílmicos y fotográficos en las visitas de campo con el propósito de identificar actividades, tareas, métodos de trabajo, condiciones de trabajo, posturas críticas; también se socializó el consentimiento informado a cada persona que participó voluntariamente en la evaluación y por medio de entrevistas se obtuvo información acerca de las funciones realizadas,

antigüedad en el oficio, características del puesto de trabajo, y tiempo empleado en la ejecución de las actividades utilizando como instrumentos: papel, lápiz y conversaciones directas.

Una vez definida el área a inspeccionar y conocer las características y factores más importantes del puesto de trabajo se utilizó la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints), seleccionando y aplicando los puntos de comprobación más relevantes en el lugar de trabajo que pueden usarse para encontrar soluciones prácticas para la mejora de las condiciones de trabajo desde una perspectiva ergonómica.

Se empleó la lista de la siguiente manera:

- Como es una empresa pequeña se seleccionó toda el área de trabajo operativa de la empresa.
- Se utilizó la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints) ajustando la lista de chequeo aplicando los puntos importantes en el área de trabajo seleccionada; eliminando las áreas que no fueron relevantes y/o de interés. También se verificó el cumplimiento de cada punto, marcando los ítems: “¿Propone alguna acción?”, “NO”, “SÍ” y “PRIORITARIO”. Si el requisito ya se ha implementado correctamente o no es necesario se marca “NO”, si requiere acción se marca “SÍ” y se priorizan los más importantes teniendo en cuenta las necesidades de la empresa.
- Se utilizó el apartado de observaciones para describir los hallazgos.
- Los ítems donde surgieron dudas se le preguntó al personal encargado de la empresa.

Fue necesaria la realización de un análisis, y la evaluación de los factores de riesgo por carga física a los cuales pueden estar expuestos los operadores del área de mecanizado de la empresa MECINTRAC S.A.S., mediante la aplicación de métodos ergonómicos como ERIN que nos permite evaluar tareas estáticas y dinámicas, también puede ser utilizado en el diseño y rediseño de puestos de trabajo; y el método RULA que nos permite evaluar la exposición a posturas, fuerzas y actividades musculares desviadas de la posición natural.

Para la utilización del método ERIN, se determinaron las tareas que serían evaluadas, considerando el porcentaje de tiempo dedicado a cada tarea, la magnitud del esfuerzo realizado, la frecuencia de acciones o el criterio del trabajador, se seleccionaron las posturas críticas y la frecuencia de movimientos para cada parte del cuerpo evaluada, y por último se estableció el valor de riesgo por variable, sumando todos los valores de riesgo para obtener el riesgo global y determinar el nivel de riesgo correspondiente con las acciones ergonómicas recomendadas basado en el riesgo global¹⁵.

También se realizaron observaciones detalladas de cada una de las tareas realizadas por el trabajador, para la aplicación del método RULA por varios ciclos de trabajo y se determinaron las posturas a evaluar, se seleccionó la postura de mayor duración dentro del tiempo del ciclo o la que demande al trabajador mayor esfuerzo; se decide si se evaluará el lado derecho o izquierdo, o ambos, determinando las puntuaciones para cada parte del cuerpo empleando la tabla correspondiente a cada miembro, se consolida las puntuaciones, se establece el puntaje final, se determina el nivel de acción y recomendación correspondiente¹⁶.

5. RESULTADOS

Se evaluaron tres puestos de trabajo: torno convencional (1), fresadora CNC #1 (2), y fresadora CNC #3 (3) del área de mecanizado e ingeniería de la empresa MECINTRAC S.A.S., mediante la aplicación de la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints) y los métodos ERIN y RULA complementos para hacer una evaluación más exhaustiva, los cuales se muestran en las siguientes tablas.

5.1. Resultados aplicación de la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints).

Tabla 1. Resultados resumen de los puntos prioritarios con la aplicación de la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints).

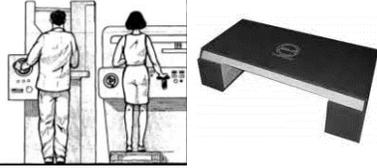
Descripción			¿Propone alguna acción?		
			No	Sí	Prioritario
Manipulación y almacenamiento de materiales.	1	7. Emplear carros auxiliares móviles para evitar cargas y descargas innecesarias.		X	X
Herramientas manuales.	2	33. Proporcionar un "sitio" a cada herramienta.		X	X
Seguridad de la maquinaria de producción.	3	38. Hacer los controles de emergencia claramente visibles y fácilmente accesibles desde la posición normal del operador.		X	X
	4	40. Asegurar que el trabajador pueda ver y alcanzar todos los controles cómodamente.		X	X
Mejora del diseño del puesto de trabajo.	5	58. Asegurarse de que los trabajadores más pequeños pueden alcanzar los controles y materiales en una postura natural.		X	X
	6	59. Asegurarse de que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo.		X	X
	7	60. Situar los materiales, herramientas y controles más frecuentemente utilizados en una zona de cómodo alcance.		X	X
	8	63. Asegurarse de que el trabajador pueda estar de pie con naturalidad, apoyado sobre ambos pies, y realizando el trabajo cerca y delante del cuerpo.		X	X
	9	65. Proporcionar sillas o banquetas para que se sienten en ocasiones los trabajadores que están de pie.		X	X

Fuente: elaboración propia

De los 44 puntos seleccionados de Ergonomic Checkpoints, 22 estaban implementados en la empresa y no era necesaria una acción, 13 requerían una acción no prioritaria y 9 una acción prioritaria: estos estaban en los ítems de manipulación y almacenamiento de materiales, herramientas manuales, seguridad de la maquinaria de producción, y mejora del diseño del puesto de trabajo del área de mecanizado e ingeniería, los cuales se muestran en las tablas 1 y 2 con su propuesta de intervención.

Tabla 2. Resultados de los puntos prioritarios y propuestas de intervención con la aplicación de la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints).

Descripción		¿Propone alguna acción?		Observaciones	Propuesta de intervención
		No	Sí		
Manipulación y almacenamiento de materiales.	1		X	X	<p>En las tareas realizadas en el área de mecanizado e ingeniería de la empresa MECINTRC S.A.S., se evidenció manipulación de cargas de manera ocasional, tales como materia prima (Cortes metálicos), herramientas y moldes.</p>  <p>Implementar ayudas mecánicas para la manipulación de cargas tales como carros auxiliares móviles y/o grúas hidráulicas de suelo con brazo telescópico.</p> 
Herramientas manuales.	2		X	X	<p>Se evidencia que las herramientas no tienen un espacio asignado para su almacenamiento, el cual se diferenció por peso, tamaño y/o forma.</p>  <p>Implementar estanterías y/o tableros para el almacenamiento de herramientas, garantizando un lugar a cada una de ellas.</p> 
Seguridad de la maquinaria de producción.	3		X	X	<p>La ubicación de los mandos de control y las diferencias en las dimensiones antropométricas de los trabajadores genera posturas forzadas. Los mandos de emergencia no son de fácil alcance para el trabajador en el proceso de mecanizado.</p>  <p>Implementar sistema de control de movimiento colgante con manivela y parada de emergencia como se tiene en la fresadora #3.</p> 
	4		X	X	

Descripción		¿Propone alguna acción?		Observaciones	Propuesta de intervención
		No	Sí		
Mejora del diseño del puesto de trabajo.	5		X	X	<p>Las máquinas por su diseño no permiten que las piernas y los pies tengan espacios para la movilidad generando obstáculos en el momento de la operación, la ubicación de los mandos de control y las diferencias en las dimensiones antropométricas de los trabajadores genera posturas forzadas.</p>  <p>1. Tener disponibilidad de una plataforma para ubicarla en la zona del tablero de control para el acceso de los trabajadores más bajos con el objetivo de asegurar una altura de trabajo apropiada, en torno al nivel de los codos. 2. Adquirir máquinas y equipos cuyas superficies de trabajo se puedan adaptar a los trabajadores según sus características antropométricas. 3. Situar los controles y materiales al alcance los trabajadores.</p> 

Descripción				¿Propone alguna acción?	
	No	Sí	Prioritario	Observaciones	Propuesta de intervención
	Puesto de trabajo, fresadora CNC #1 y #3				
Mejora del diseño del puesto de trabajo. 6. Asegurarse de que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo.				La principal postura en la ejecución de las tareas del área de mecanizado e ingeniería es bípeda, permaneciendo más del 75% de la jornada laboral en esta posición. Las máquinas por su diseño no permiten que las piernas y los pies tengan espacios para la movilidad generando obstáculos en el momento de la operación.	1. Verificar las dimensiones de ubicación de las máquinas con el fin de proporcionar espacio libre y de movilidad para las piernas y los pies. 2. Generar recomendaciones ergonómicas, según aplicación de los Métodos ERIN y RULA.
				  <p>Fresadora CNC #1 Torno convencional</p>	

Descripción				¿Propone alguna acción?		
	No	Sí	Prioritario	Observaciones	Propuesta de intervención	
	Puesto de trabajo, fresadora CNC #1 y #3					
Mejora del diseño del puesto de trabajo.	7		X	X	Se corresponde con los ítems 7, 38 y 40.	Se corresponde con los ítems 7, 38 y 40.
	8		X	X	La principal postura en la ejecución de las tareas del área de mecanizado e ingeniería es bípeda, permaneciendo más del 75% de la jornada laboral en esta posición.	 
	9		X	X	  <p>Torno convencional Fresadora CNC #1 y #3</p>	

Fuente: elaboración propia

5.2. Resultados aplicación de los métodos ERIN y RULA.

Una vez definida el área a inspeccionar y conocer las características y factores más importantes, se seleccionaron y aplicaron los puntos más relevantes de la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic) permitiendo ofrecer soluciones prácticas; y a partir de esto evaluar a profundidad los puestos de trabajo: torno convencional (1), fresadora CNC #1 (2), y fresadora CNC #3 (3), con la aplicación de los Métodos ERIN y RULA.

Tabla 3. Resultados de la aplicación del método ERIN, en los puestos de trabajo: torno convencional (1), fresadora CNC #1 (2), y fresadora CNC #3 (3).

Variables	Torno convencional	Fresadora CNC 1	Fresadora CNC 3
	Puntuación		
Postura y frecuencia movimiento del tronco	3	4	6
Postura y frecuencia movimiento del brazo	3	6	5
Postura y frecuencia movimiento de las muñecas	4	5	2
Postura y frecuencia movimiento del cuello	7	6	7

Ritmo	3	3	3
Intensidad del Esfuerzo	2	2	2
Autovaloración	1	1	1
Riesgo Global	23	27	26
Nivel de riesgo	Medio	Alto	Alto
Acción ergonómica recomendada	Se requiere investigar a fondo, es posible realizar cambios	Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo.	Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo.

Fuente: elaboración propia

De los 3 puestos de trabajo evaluados: torno convencional (1), fresadora CNC #1 (2), y fresadora CNC #3 (3), se evidenció que el segmento corporal más afectado fue el cuello con una puntuación de 7, 6 y 7 respectivamente. También los puestos de trabajo fresadora CNC #1 (2), y fresadora CNC #3 (3) tuvieron un riesgo global de 27 y 26 correspondiente a un nivel de riesgo (Alto).

Tabla 4. Resultados de la aplicación del método RULA, en los puestos de trabajo: torno convencional (1), fresadora CNC #1 (2), y fresadora CNC #3 (3).

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:			
Variable	Torno convencional	Fresadora CNC 1	Fresadora CNC 3
Brazo	3	3	3
Antebrazo	2	2	2
Muñeca	3	4	3
Giro de la muñeca	2	2	2
Puntuación del tipo de actividad muscular	1	1	1
Puntuación de carga/fuerza	1	1	1
Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:			
Cuello	5	3	5
Tronco	4	5	4
Piernas	2	2	2
Puntuación del tipo de actividad muscular	1	1	1
Puntuación de carga/fuerza	1	1	1
Puntuación final RULA	7	7	7
Nivel de riesgo	4	4	4

Actuación:	Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.	Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.	Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.
-------------------	---	---	---

Fuente: elaboración propia

La puntuación final RULA de la evaluación de los 3 puestos de trabajo: torno convencional (1), fresadora CNC #1 (2), y fresadora CNC #3 (3), fue 7 correspondiente a un nivel de riesgo 4 (Muy alto) siendo éste el valor límite, también se evidenció que el segmento corporal más afectado del grupo A fue la muñeca y del grupo B el cuello y el tronco.

Tabla 5. Evaluaciones con los métodos ERIN y RULA

Puestos de trabajo	ERIN	RULA
	Puntuación	
1 - Torno convencional	23 (Medio)	7 (Muy alto)
2 - Fresadora CNC 1	27 (Alto)	7 (Muy alto)
3 - Fresadora CNC 3	26 (Alto)	7 (Muy alto)

Fuente: elaboración propia

Se observa que los puestos de trabajo 2 y 3 presentan mayor puntuación y nivel de riesgo con los dos métodos aplicados, y el puesto de trabajo 1 es el de menor puntuación y nivel de riesgo según ERIN, pero es importante tener en cuenta que éste está en el valor límite superior de la variable para pasar de ser medio a ser alto.

5.3. Propuestas de intervención.

Después de analizar los resultados de la evaluación con la aplicación de la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints) y los métodos ERIN y RULA, determinamos intervenciones y mejoras ergonómicas a realizar en el área de mecanizado e ingeniería.

5.3.1. Puesto de trabajo torno convencional.

- **Espacio para los pies:** Ajustar la altura del pedal o freno de emergencia con el propósito de que el trabajador pueda acercarse a la máquina sin que tenga que realizar alcances máximos en miembros superiores al manipular las piezas o partes de la máquina durante el proceso, ayude a disminuir la inclinación del tronco y evitar que el trabajador tenga que girar los pies para poder aproximarse al área de trabajo. Se recomienda un espacio mínimo de profundidad para los pies de 31.7cm, tomando una longitud del pie de 21.7cm (P95) del libro dimensiones antropométricas para población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile¹⁷ y una altura del pedal de 25cm con respecto al nivel del piso. Realzando la máquina 10cm del nivel del piso, garantizamos una altura del pedal de 25cm, y se soportará en cuatro bases de hierro existentes en la empresa, y se anclarán al piso.

Longitud del pie (P95): 21.7cm.

Holguras

X1: Altura zapatos 3cm.

Z2: Para movimiento del pie añadir 10 cm (Si el trabajador necesita mover los pies hacia adelante, se le adiciona una holgura de 10cm).

Profundidad del área para pies: Longitud del pie + Holgura Z2

Profundidad del área para pies: 21.7cm + 10cm = 31.7cm

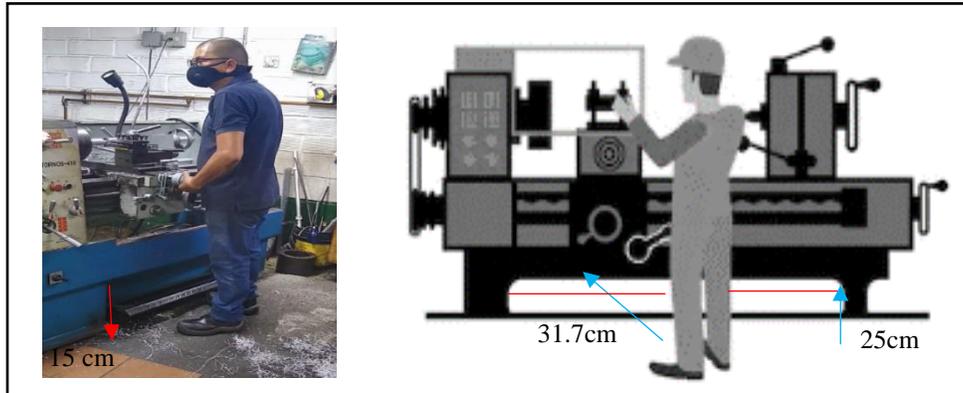


Figura 1. Puesto de trabajo torno convencional, altura del pedal y profundidad para el área de los pies.

- **Eliminación de virutas:** Se recomienda instalar herramienta “Rompe-viruta” y guarda de seguridad ya que en la operación se evidencia proyección de partículas y residuos de viruta alrededor de la pieza, los cuales son retirados por el trabajador con la ayuda de una pinza, ocasionando posturas salidas de los ángulos neutrales en mano y en hombros.

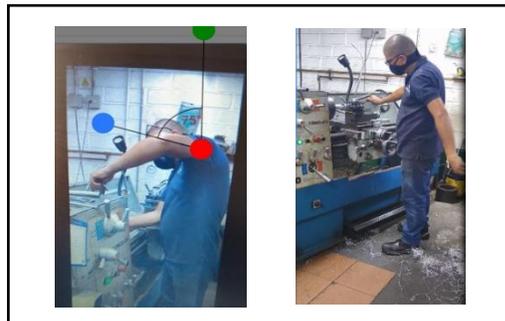


Figura 2. Puesto de trabajo torno convencional, eliminación de viruta con pinza.

La función de la herramienta “rompe-viruta” es mejorar el control de la viruta y reducir la resistencia de corte, generar un mejor equilibrio entre los dos incrementará el rendimiento del maquinado. Si las virutas pueden romperse en longitudes adecuadas por el “rompe-viruta”, no se enrollarán alrededor de la pieza, y disminuirán las vibraciones.



Figura 3. Rompe-viruta, para torno convencional.

- **Joystick:** Motorizar el movimiento manual del carro longitudinal con la instalación de palanca de mando o joystick, buscando reducir movimientos frecuentes en los segmentos brazo, antebrazo y muñeca en el proceso de mecanizado de piezas.

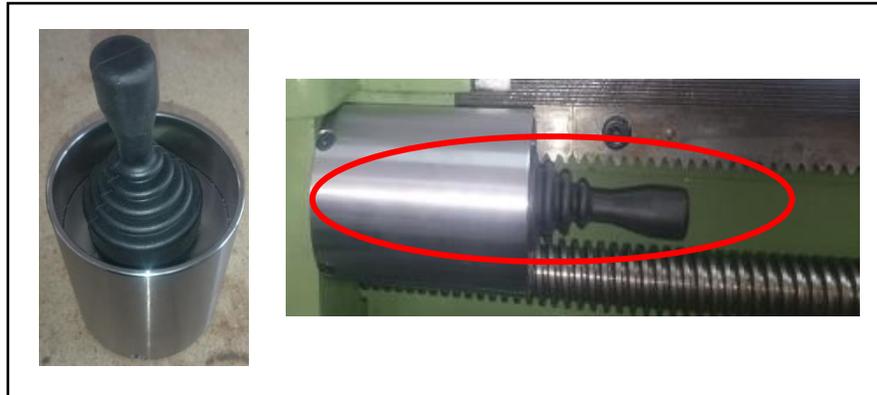


Figura 4. Palanca de mando o joystick, para torno convencional.

5.3.2. Puestos de trabajo fresadoras CNC #1 y #3.

- **Espacio para los pies:** Ajustar un espacio en el chasis de la fresadora CNC #1, con el propósito de que el trabajador pueda acercarse a la máquina minimizando los alcances en miembros superiores al manipular las piezas y mandos de control durante la operación, permitiendo acercarse a la máquina sin que sus pies topen con la parte inferior de la misma o que tenga que girarlos para acercarse al plano de trabajo. Se recomienda un espacio mínimo de profundidad para los pies de 31.7cm, tomando una longitud del pie de 21.7cm (P95) del libro dimensiones antropométricas para población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile¹⁷.

Longitud del pie (P95): 21.7cm.

Holguras

X1: Altura zapatos 3cm.

Z2: Para movimiento del pie añadir 10 cm (Si el trabajador necesita mover los pies hacia adelante, se le adiciona una holgura de 10cm).

Profundidad del área para pies: Longitud del pie + Holgura Z2

Profundidad del área para pies: 21.7cm + 10cm = 31.7cm

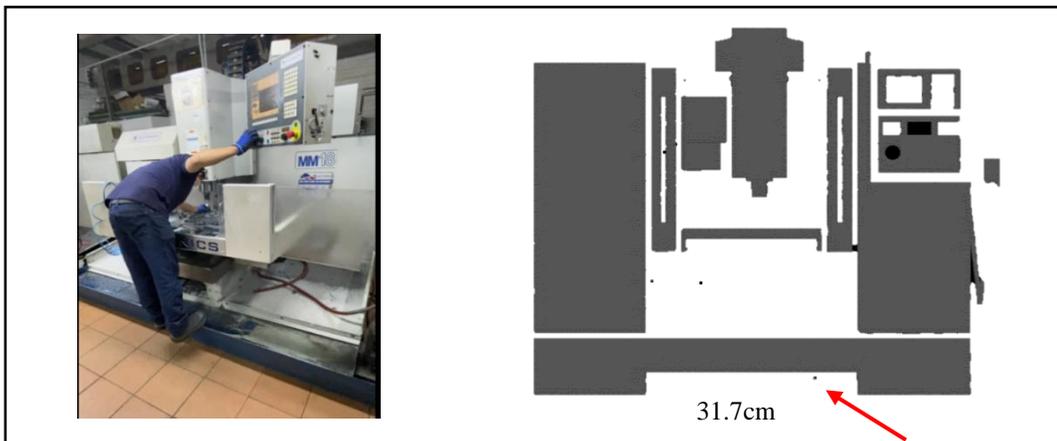


Figura 5. Espacio para los pies en fresadora CNC #1.

- **Plataforma de trabajo:** Disponer de una plataforma de 20cm de altura cerca al tablero de control para garantizar el alcance de aquellos trabajadores más pequeños. Se recomienda que el tablero de control sea regulable en altura, de manera que el trabajador pueda ajustarlo y posicionarlo cómodamente para operar.

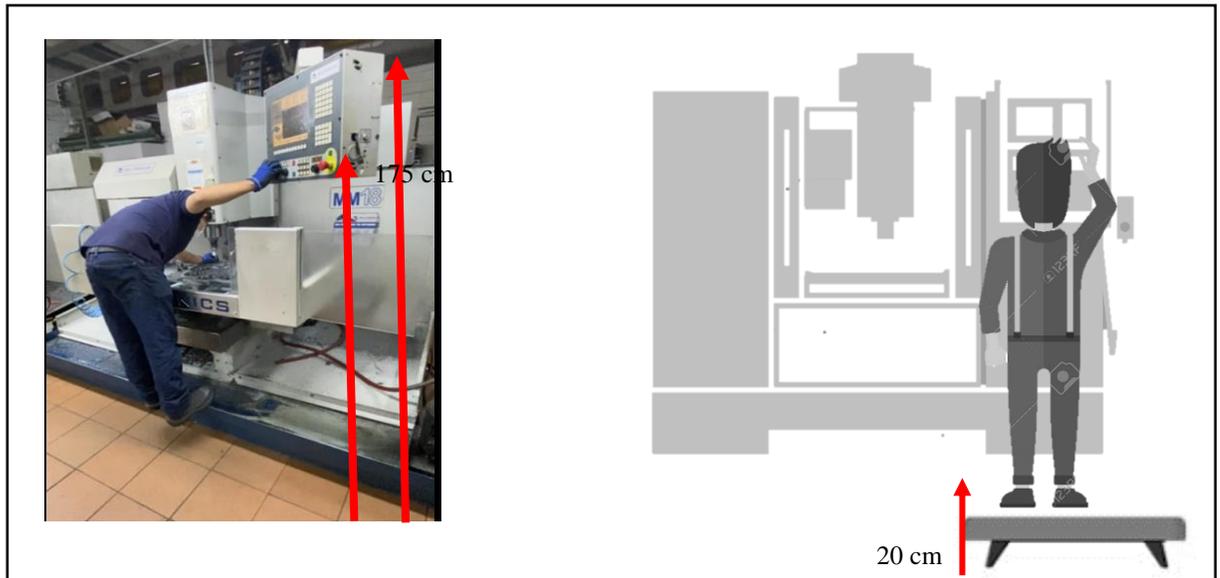


Figura 6. Plataforma de trabajo en fresadora Convencional #1.

- **Palpador de precisión:** Disponer de un palpador de precisión el cual indica mediante sonido y luz roja la exactitud y la presión en el punto de contacto con la pieza a medir, haciendo que se desplace el mecanismo de la sonda evitando flexiones del operario para acercarse al husillo. La señal generada permite que se tome la medida.

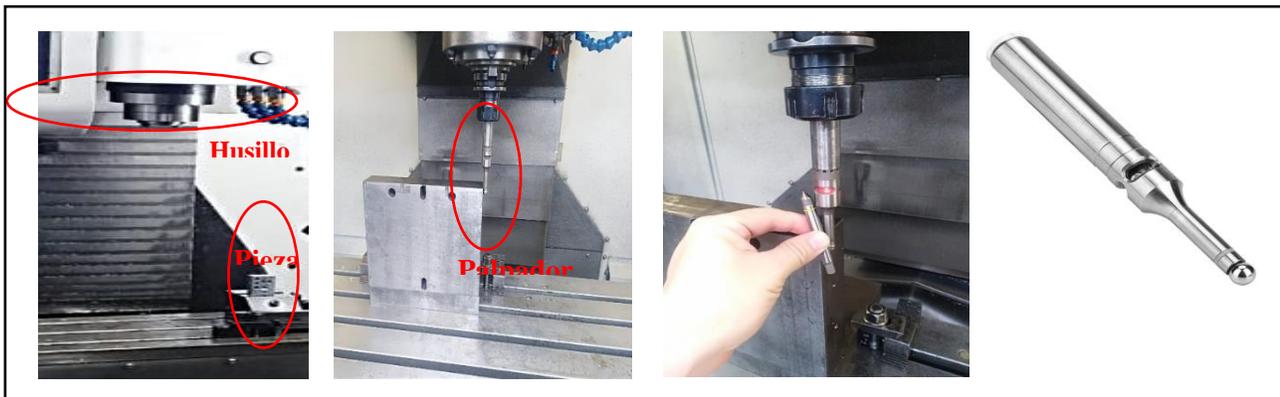


Figura 7. Palpador de precisión para fresadoras CNC.

Brazo mecánico: Instalar un brazo mecánico que facilite la manipulación de las herramientas y puesta de las piezas mecánicas en el punto de operación.



Figura 8. Brazo mecánico para fresadora CNC #3.

Imán permanente de carga: Disponer para la manipulación de materiales y herramientas, imanes de carga con los cuales se busca garantizar cercanía a los puntos de operación en el momento de instalar herramientas y piezas sobre la máquina.

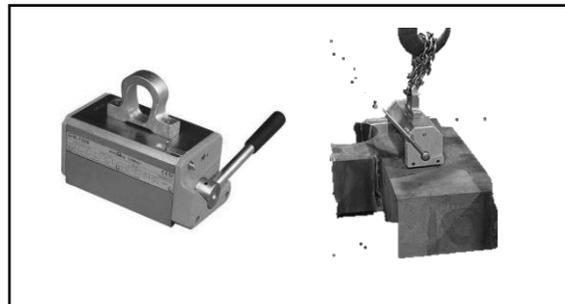


Figura 9. Imán permanente de carga.

5.3.3. Área de trabajo

- **Programa de orden y aseo:** Implementar estrategia de orden y aseo en aquellas actividades que están directamente relacionadas con el proceso como: ordenar puesto de trabajo, ordenar las herramientas y limpiar máquina y/o material; se recomienda utilizar las 5s¹⁸.

Eliminar (Seiri): Se recomienda seleccionar lo innecesario, identificando los elementos prescindibles en el proceso y los desperdicios (viruta) generados en el proceso de mecanizado en el torno convencional.

Limpieza (Seiso): Se recomienda concientizar a los trabajadores del orden y aseo en cada una de las actividades con el fin de planificar una frecuencia de limpieza de las herramientas y los equipos usados en el proceso.

Estandarizar (Seiketsu): Estandarizar buenas prácticas de trabajo.

Organizar y ordenar (Seiton): Hacer control constante sobre la recepción y disposición del material, herramientas y equipo de trabajo almacenado, en pro de distribuirlo y asignarle ubicación, para dar con ellas rápidamente al momento de ser utilizadas y/o repuestas.

Disciplina (Shitsuke): Realizar observaciones de los comportamientos ya que estos son medibles; posterior a ello capacitar, enseñar y retroalimentar a los trabajadores en la ejecución de la actividad.

- **Gestión de la seguridad basada en comportamientos:** Mediante la observación y clasificación de los comportamientos críticos, en función de sí se cumplen o no; se analizan e intervienen modificando los factores que los influyen y que explican el no cumplimiento de dichos comportamientos. Su finalidad es incrementar la frecuencia con que ocurren los comportamientos seguros, mejorar los factores que contribuyan a los comportamientos seguros, disminuir incidentes y accidentes de trabajo, mejorar el desempeño integral del sistema sociotécnico, agregar valor a la seguridad, aumentar la competitividad y productividad de la empresa, entre otros.
- **Compras seguras de máquinas y herramientas:** Se recomienda tener en cuenta para futuras compras adquirir maquinaria no solo contemplando las necesidades productivas, sino las características técnicas, la calidad, seguridad y que garantice unas condiciones de trabajo cómodas y seguras¹⁹. En el mercado existen diversas máquinas diseñadas para mejorar las condiciones de trabajo en determinado tipo de actividades como:

- **Centros de mecanizado con sistema de carga/descarga exterior:** Son centros de mecanizado que permiten la carga y descarga con la máquina en funcionamiento, disponen de puntos de carga situados fuera de la zona de trabajo de la máquina (cerramiento), por lo que el operario puede fijar la siguiente pieza mientras otra pieza está siendo mecanizada; estas máquinas pueden favorecer la labor del trabajador ya que el operario no tiene que acceder al interior de la máquina inclinando su tronco; favorece la productividad por tener dos mesas de trabajo y facilita la tarea de descarga y se elimina la operación de abrir y cerrar puertas.



Figura 10. Centro de mecanizado. Fuente: ERGOMETAL. Manual de ergonomía para máquinas del sector del metal.

- **Mesa pendular giratoria:** El centro de mecanizado cuenta con una mesa pendular giratoria que permite el trabajo mediante el giro de la mesa y la existencia de un separador central de zonas de trabajo donde el operario puede cargar una nueva pieza mientras la máquina está en funcionamiento.

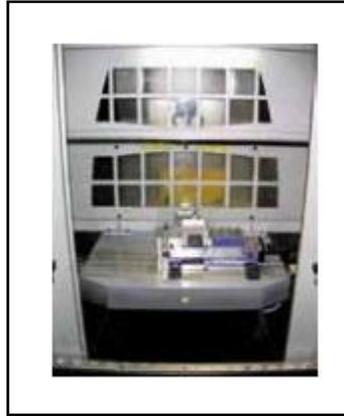


Figura 11. Mesa pendular. Fuente: ERGOMETAL. Manual de ergonomía para máquinas del sector del metal.

- **Sistema de fijación por vacío:** Cuenta con sistema de fijación de piezas de metal para su mecanizado que se pueden estabilizar sobre la mesa de la máquina también pueden incluir topes mecánicos en los lados que impiden el desplazamiento de las piezas, la fijación y el desbloqueo se pueden realizar por medio de pedales e interruptores manuales.



Figura 12. Placa matriz, para sistema de fijación por vacío. Fuente: ERGOMETAL. Manual de ergonomía para máquinas del sector del metal.

5.3.1. Análisis costo beneficio

El análisis del recurso económico que se requiere para implementar las propuestas de intervención descritas se realiza con el fin de minimizar los factores de riesgo a los cuales se encuentran expuestos los operarios y aumentar la productividad y la calidad de cada pieza mecanizada.

Una vez descritas las propuestas de intervención; se relacionan los costos que estas generan a la empresa una vez decida implementarlas.

Tabla 6. Presupuesto propuestas de intervención.

PRESUPUESTO	
Torno convencional	
Realce de máquina: Contratación/alquiler de Montacarga 2 Toneladas - 1 hora	\$ 150,000
Anclaje de bases metálicas a piso	\$ 120,000

Herramienta “Rompe-viruta” con instalación	\$ 165,000
Palanca de mando o joystick con instalación	\$ 473,800
Fresadoras CNC	
Ajustar un espacio en el chasis de la fresadora CNC #1 (Se asigna al operador de la máquina, como parte de su trabajo)	\$ 0
Plataforma de trabajo	\$ 60,000
Palpador de precisión	\$ 400,000
Sistema de control de movimiento colgante con manivela	\$ 1,429,000
Brazo mecánico	\$ 165,000
Imán permanente de carga:	\$ 1,229,000
Sillas	\$ 189,900

\$ 4,381,700

6. DISCUSIÓN

La aplicación sistemática de principios ergonómicos mediante la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints) y los métodos ERIN y RULA evaluaron las condiciones de trabajo y el nivel de exposición a factores de riesgo que pueden desencadenar desórdenes musculoesqueléticos.

La lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints) nos permitió identificar problemas ergonómicos, evaluar las condiciones de trabajo y ofrecer medidas prácticas para la seguridad de la empresa y salud de los trabajadores. Está cuenta con 128 puntos de comprobación agrupados en las áreas: manipulación y almacenamiento de los materiales, herramientas manuales, seguridad de la maquinaria de producción, diseño del puesto de trabajo, iluminación, locales, riesgos ambientales, servicios higiénicos y locales de descanso, equipos de protección individual, organización del trabajo. De las áreas: iluminación, locales, y riesgos ambientales no evaluamos los puntos de comprobación, ya que no fueron relevantes en nuestro estudio. Fueron evaluados 44 ítems en el área de mecanizado, de los cuales 22 no necesitaban intervención puesto que se contaba con ella, y los otros 22 si necesitaban intervención, priorizando 9 de ellos. El área que tuvo mayor intervención fue la mejora del diseño del puesto de trabajo (5) prioritarios, el de seguridad de la maquinaria de producción (2) prioritarios, manipulación y almacenamiento de materiales y herramientas manuales (1) respectivamente. Se pudo inferir que los principales problemas están vinculados con un mal diseño de los puestos de trabajo, debido a la existencia de mobiliario, máquinas y herramientas inadecuadas para la realización de las actividades de mecanizado, y a partir de esto evaluamos a profundidad los puestos de trabajo: torno convencional (1), fresadora CNC #1 y #3, con la aplicación de los métodos ERIN y RULA con el fin de identificar el nivel de riesgo de DMEs a los cuales se encuentran expuestos los operarios.

El resultado de la evaluación del puesto de trabajo, torno convencional (1) con el método ERIN arrojó una puntuación de riesgo total de 23, lo que corresponde a un nivel de riesgo MEDIO, coincidiendo con el límite superior (25) cerca de ser riesgo ALTO, y con RULA la puntuación de riesgo total fue 7, lo que corresponde a un nivel de riesgo 4. Se evidenció que en ambos métodos la variable que obtuvo mayor puntaje fue la postura del cuello, (7) y (4) respectivamente; también hubo coincidencia en la puntuación

de las variables postura del brazo (3) y tronco (3) y no hubo coincidencia en el nivel de riesgo global, pues ERIN otorga un nivel de riesgo MEDIO y RULA un nivel de riesgo ALTO.

Se pudo apreciar que las variables postura y frecuencia de movimiento de la muñeca y el cuello obtuvieron mayor puntaje. La muñeca con un puntaje de (4) relacionado con la manipulación de palancas y la adopción de posturas forzadas y en el cuello con un puntaje de (7) relacionado con el diseño del puesto de trabajo, por ende se recomendó ajustar la altura del pedal de emergencia buscando que el trabajador se acerque a la máquina al manipular las piezas minimizando alcances máximos en miembros superiores e inclinación del tronco, también se recomendó instalar herramienta “rompe-viruta” ya que la operación genera proyección de partículas alrededor de la pieza, y esta es retirada por el trabajador con la ayuda de una pinza, e instalar un joystick con el fin de motorizar el movimiento manual del carro longitudinal buscando reducir posturas salidas de los ángulos neutrales en mano y en hombros y movimientos frecuentes.

El resultado de la evaluación con el método ERIN en los puestos de trabajo fresadora CNC #1 y #3 arrojaron una puntuación de riesgo total de 27 y 26 respectivamente, lo que corresponde a un nivel de riesgo ALTO, y RULA arrojó una puntuación de riesgo total de 7, lo que corresponde a un nivel de riesgo 4. Se evidenció que en ambos métodos la variable que obtuvo mayor puntaje fue la postura del cuello, (6) y (7) respectivamente. Con la aplicación del método ERIN se pudo apreciar que las variables postura y frecuencia de movimiento del brazo, las muñecas y el cuello, obtuvieron mayor puntaje en la fresadora CNC #1 y en la fresadora CNC #3 el tronco, el brazo, y el cuello. Y con el método RULA las muñecas y tronco en la fresadora CNC #1 y el cuello y el tronco en la fresadora CNC #3. Relacionado con la adopción de posturas que se salen de los ángulos naturales generado por el diseño del puesto de trabajo y la combinación de movimientos frecuentes que aumentan el nivel del riesgo. Por lo tanto, se recomendó ajustar un espacio en el chasis de la fresadora CNC #1, con el propósito de que el trabajador pueda acercarse al punto de operación de la máquina, disponer de una plataforma de 20m de altura cerca al tablero de control y/o que éste sea regulable en altura con el fin de minimizar los alcances en miembros superiores. También disponer de un palpador de precisión el cual indica mediante sonido y luz roja la exactitud y la presión en el punto de contacto con la pieza a medir, minimizando las flexiones del tronco del operario para acercarse al husillo y un sistema de control de movimiento colgante con manivela minimizando alcances máximos en brazo y posturas forzados en mano/muñeca.

Se evidenció que la variable de carga/fuerza dio un puntaje bajo debido a que las piezas mecanizadas comúnmente son livianas, y extemporáneamente pesadas. Sin embargo, se recomendó disponer de imanes de carga y/o brazos mecánicos teniendo en cuenta la frecuencia de movimientos en la ejecución de la tarea con los cuales se busca garantizar cercanía a los puntos de operación en el momento de instalar herramientas y piezas sobre las máquinas. Por último, las propuestas de intervención parten del análisis de los resultados de las evaluaciones y la identificación de las condiciones de trabajo, permitiendo establecer medidas de control para disminuir los niveles de riesgo, prevenir enfermedades de tipo osteomuscular y contribuir con la productividad.

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo con la resolución 8430 de 1993 que trata aspectos éticos, se puede concluir que este estudio trata de una investigación sin riesgo, se realizó mediante la sistematización de una práctica a través de la aplicación de métodos ergonómicos respetando la dignidad y bienestar de las personas que participaron, no se involucra en el estudio procedimientos invasivos o que puedan poner en riesgo la salud y seguridad de las personas participantes. Se cuenta con la autorización de la empresa y se comunicó a los participantes de manera detallada en qué consistía el estudio, los métodos y metodología usados en este proyecto con el propósito de comprender la actividad realizada.

A los trabajadores se les solicitó su participación voluntaria, protección a la intimidad y confidencialidad de los datos obtenidos y se deja por escrito el consentimiento informado. Se resguardará la información sin permitir el acceso a personas ajenas a la investigación.

8. CONCLUSIONES

- Con la aplicación de la lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints) se identificaron las condiciones de trabajo del área de mecanizado priorizando los puntos de comprobación más relevantes en los puestos de trabajo.
- Con los métodos ERIN y RULA fue posible medir el nivel de exposición a factores de riesgo por carga física en los 3 puestos de trabajo evaluados, categorizándolos en niveles de riesgo medio, alto y muy alto.
- La lista de comprobación ergonómica y los métodos ERIN y RULA fueron herramientas útiles y de fácil uso para generar propuestas de mejora dirigidas a la prevención de los DMEs.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ref. Métodos de evaluación ergonómica 1ª edición: noviembre de 2016 Promueve: Comisiones Obreras de Madrid Elabora: Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid Realización e impresión: Unigraficas GPS D.L.: M-42138-2016.
2. Ref. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculo esqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME).
3. Kanchanomai S, Janwantanakul P, Pensri P, Jiamjarasrangsi W. Prevalence of and factors associated with musculoskeletal symptoms in the spine attributed to computer use in undergraduate students. *Work*. 2012; 43(4): 497-506. DOI: 10.3233/WOR-2012-1387.
4. Ministerio de la Protección Social. Guías de Atención Basadas en la Evidencia (Gatiso) Desórdenes Musculo Esqueléticos DME Relacionados con los movimientos repetitivos de Miembros Superiores. Documento Técnico. Bogotá: Ministerio de la Protección Social; 2007. Report No.: 978-958- 98067-4-6.
5. Díaz C, de Vicente A, Zimmermann M, Galiana L. El trastorno musculoesquelético en el ámbito laboral en cifras. Documento técnico. Madrid: Ministerio de Empleo y Seguridad Social España; 2012. Report No.: NIPO272-13-027-7.
6. Bhattacharya A. Costs of occupational musculoskeletal disorders (MSDs) in the United States. *Int J Ind Ergon*. 2014; 44(3): 448 - 454. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2014.01.008>.
7. Bernard BP. Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. Documento. Cincinnati: U.S. Department of Health and Human Services; 1997. Report No.: Publicación 97B141.
8. Health and Safety Executive. Health and safety statistics Annual Report for Great Britain. Informe Estadísticas. Health and Safety Executive; 2015.
9. VILLAVICENCIO SOLEDISPA, José Iván et al. Trastornos musculoesqueléticos como factor de riesgo ergonómico en trabajadores de la Empresa Eléctrica de Riobamba. *La Ciencia al Servicio de la Salud, [S.l.]*, v. 10, n. 2, p. 14-21, nov. 2019. ISSN 1390-874X. Disponible en: <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/cssn/article/view/325>. Fecha de acceso: 04 jul. 2020.07.04.
10. Determinación del nivel de exposición a factores de riesgo ergonómico en los obreros de una empresa del sector público en Medellín, Álvarez Arroyo, Adriana Isabel; Quirama Rojas, Maria.2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10495/13884>.

11. Propuesta de mejoramiento de las condiciones de trabajo mediante la distribución en planta y la aplicación de métodos de la ergonomía física en el taller de metalmecánica de la Empresa Comerdic LTDA. Benítez Roldán, Isabella; Cortés Mulett, José Ricardo.
12. Ref. Métodos de evaluación ergonómica 1ª edición: noviembre de 2016 Promueve: Comisiones Obreras de Madrid Elabora: Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid Realización e impresión: Unigrafías GPS D.L.: M-42138-2016.
13. Ergonomic Checkpoints: Practical and easy-to-implement solutions for improving safety, Health and workin conditions. ISB 92-2-109442-1, Ginebra, 1996. OIT, Lista de comprobación ergonómica/Ergonomic Checkpoints: Guía, Ergonomía, Seguridad del Trabajo, Salud profesional, Ambiente de trabajo, 13.04.1. ISB 92-2-309442-9.
14. Organización Internacional del Trabajo (OIT). Lista de comprobación ergonómica “Ergonomic Checkpoints”. Madrid, España, 1996. p. VII-IX.
15. Montero Martínez, Ricardo de la Caridad; Viña Brito, Silvio; Rodríguez, Yordán. ERIN: a practical tool for assessing work-related musculoskeletal disorders. (ERIN: una herramienta práctica para evaluar los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo). En: Occupational Ergonomics (Ergonomía Ocupacional). Volumen 11, número 2, (enero 2013); páginas 59-73.
16. Diego-Mas, José Antonio. Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>.
17. Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile / R. Ávila Chaurand, L.R. Prado León, E.L. González Muñoz.
18. Sacristán, F. R. (2005). 5S Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Madrid: Fundación Confemetal.
19. ERGOMETAL. Manual de ergonomía para maquinas del sector metal: Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Unión de Mutuas, Unimat Prevención.

10. ANEXOS

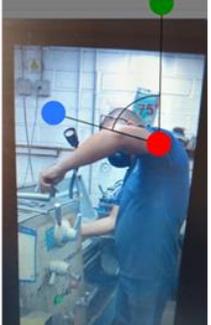
Anexo 1. Aplicación LCE (Ergonomic Checkpoints)

Descripción		¿Propone alguna acción?			
		No	Sí	Prioritario	
Manipulación y almacenamiento de materiales (puntos de comprobación 1-21)	1	3. Que la superficie de las vías de transporte sea uniforme, antideslizante y libre de	X		
	2	7. Emplear carros auxiliares móviles para evitar cargas y descargas innecesarias.		X	X
	3	9. Usar ayudas mecánicas para levantar, depositar y mover los materiales pesados.	X		
	4	16. Mantener los objetos pegados al cuerpo, mientras se transportan.		X	
	5	17. Levantar y depositar los materiales despacio, por delante del cuerpo, sin realizar giros ni inclinaciones profundas.		X	
	6	19. Combinar el levantamiento de cargas pesadas con tareas físicamente más ligeras para evitar lesiones y fatiga, y aumentar la eficiencia.	X		
	7	20. Proporcionar contenedores para los desechos, convenientemente situados.	X		

Herramientas manuales. (puntos de comprobación 22-36)	8	23. Suministrar herramientas mecánicas seguras y asegurar que se utilicen los		X	
	9	29. En herramientas manuales, proporcionar una herramienta con un mango del grosor, longitud y forma apropiados para un cómodo "manejo".	X		
	10	33. Proporcionar un "sitio" a cada herramienta.		X	X
	11	35. Formar a los trabajadores antes de permitirles la utilización de herramientas mecánicas.		X	
	12	36. Proporcionar un espacio suficiente y un apoyo estable de los pies para el manejo de las herramientas mecánicas.	X		
Seguridad de la maquinaria de producción. (puntos de comprobación 37-56)	13	38. Hacer los controles de emergencia claramente visibles y fácilmente accesibles desde la posición normal del operador.		X	X
	14	39. Hacer los diferentes controles fácilmente distinguibles unos de otros.	X		
	15	40. Asegurar que el trabajador pueda ver y alcanzar todos los controles cómodamente.		X	X
	16	44. Hacer que las señales e indicadores sean fácilmente distinguibles unas de otras y fáciles de leer.	X		
	17	45. Utilizar marcas o colores en los indicadores que ayuden a los trabajadores a comprender lo que deben hacer.	X		
	18	46. Eliminar o tapar todos los indicadores que no se utilicen.	X		
	19	48. Hacer etiquetas y señales fáciles de ver, leer y comprender.	X		
	20	49. Usar señales de aviso que el trabajador comprenda fácil y correctamente.	X		
	21	50. Utilizar sistemas de sujeción o fijación con el fin de que la operación de mecanizado sea estable, segura y eficiente.		X	
	22	51. Comprar máquinas seguras.		X	
	23	53. Utilizar guardas o barreras apropiadas para prevenir contactos con las partes móviles de la maquinaria.		X	
	24	55. Inspeccionar, limpiar y mantener periódicamente las máquinas, incluidos los cables eléctricos.	X		
	25	56. Formar a los trabajadores para que operen de forma segura y eficiente.		X	

Mejora del diseño del puesto de trabajo (puntos de comprobación 57-71)	26	58. Asegurarse de que los trabajadores más pequeños pueden alcanzar los controles y materiales en una postura natural.		X	X
	27	59. Asegurarse de que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo.		X	X
	28	60. Situar los materiales, herramientas y controles más frecuentemente utilizados en una zona de cómodo alcance.		X	X
	29	61. Proporcionar una superficie de trabajo estable y multiusos en cada puesto de trabajo.	X		
	30	63. Asegurarse de que el trabajador pueda estar de pie con naturalidad, apoyado sobre ambos pies, y realizando el trabajo cerca y delante del cuerpo.		X	X
	31	65. Proporcionar sillas o banquetas para que se sienten en ocasiones los trabajadores que están de pie.		X	X
	32	71. Implicar a los trabajadores en la mejora del diseño de su propio puesto de trabajo.		X	
Servicios higiénicos y locales de descanso. (puntos de comprobación 94-97)	33	94. Con el fin de asegurar una buena higiene y aseo personales, suministrar y mantener en buen estado vestuarios, locales de aseo y servicios higiénicos.	X		
	34	95. Proporcionar áreas para comer, locales de descanso y dispensadores de bebidas, con el fin de asegurar el bienestar y una buena realización del trabajo.	X		
	35	96. Mejorar, junto a sus trabajadores, las instalaciones de bienestar y de servicio.	X		
	36	97. Proporcionar lugares para la reunión y formación de los trabajadores.	X		
Equipos de protección individual. (puntos de comprobación 98-107)	37	98. Señalizar claramente las áreas en las que sea obligatorio el uso de equipos de protección individual.	X		
	38	103. Asegurarse de que todos utilizan los equipos de protección individual donde sea preciso.		X	
	39	104. Asegurarse de que los equipos de protección individual sean aceptados por los trabajadores.	X		
	40	105. Proporcionar recursos para la limpieza y mantenimiento regular de los equipos de protección individual.	X		
	41	106. Proporcionar un almacenamiento correcto a los equipos de protección individual.	X		
	42	107. Asignar responsabilidades para el orden y la limpieza diarios.		X	
Organización del trabajo (puntos de comprobación 108-128)	43	112. Premiar a los trabajadores por su colaboración en la mejora de la productividad y del lugar de trabajo.		X	
	44	113. Informar frecuentemente a los trabajadores sobre los resultados de su trabajo.		X	

Anexo 2. Método ERIN, Puesto de trabajo torno convencional.

Tronco		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión ligera o sentado con buen apoyo</td> <td>Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo</td> <td>Flexión severa</td> <td>Extensión</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si el Codo está girado y/o inclinado lateralmente</p> <p>Movimiento del Tronco</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="4">Movimiento del Tronco</th> </tr> <tr> <th>Estático más de un minuto</th> <th>Poco frecuentes < 5 veces/min</th> <th>Frecuente 6-10 veces/min</th> <th>Muy frecuente > 10 veces/min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> <p>3</p>	1	2	3		Flexión ligera o sentado con buen apoyo	Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo	Flexión severa	Extensión	Carga postural	Movimiento del Tronco				Estático más de un minuto	Poco frecuentes < 5 veces/min	Frecuente 6-10 veces/min	Muy frecuente > 10 veces/min	1	1	1	2	3	2	3	2	4	5	3	8	3	6	7	4	9	4	8	9	3				
1	2	3																																									
Flexión ligera o sentado con buen apoyo	Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo	Flexión severa	Extensión																																								
Carga postural	Movimiento del Tronco																																										
	Estático más de un minuto	Poco frecuentes < 5 veces/min	Frecuente 6-10 veces/min	Muy frecuente > 10 veces/min																																							
1	1	1	2	3																																							
2	3	2	4	5																																							
3	8	3	6	7																																							
4	9	4	8	9																																							
Brazo		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extensión ligera</td> <td>Flexión ligera</td> <td>Extensión severa</td> <td>Flexión moderada</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Flexión severa</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si el brazo está separado del tronco (abducido) -1 si el peso del brazo está apoyado</p> <p>Movimiento del Brazo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="4">Movimiento del Brazo</th> </tr> <tr> <th>Estático más de un minuto</th> <th>Poco frecuentes (movimientos intermitentes)</th> <th>Frecuente (movimientos regulares con pausas)</th> <th>Muy frecuente (casi un movimiento continuo)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> <p>Izquierdo <input checked="" type="checkbox"/> Derecho <input type="checkbox"/></p> <p>3</p>	1	2	3		Extensión ligera	Flexión ligera	Extensión severa	Flexión moderada				Flexión severa	Carga postural	Movimiento del Brazo				Estático más de un minuto	Poco frecuentes (movimientos intermitentes)	Frecuente (movimientos regulares con pausas)	Muy frecuente (casi un movimiento continuo)	1	1	1	2	3	2	4	2	5	7	3	5	3	6	8	4	9	4	9	9	3
1	2	3																																									
Extensión ligera	Flexión ligera	Extensión severa	Flexión moderada																																								
			Flexión severa																																								
Carga postural	Movimiento del Brazo																																										
	Estático más de un minuto	Poco frecuentes (movimientos intermitentes)	Frecuente (movimientos regulares con pausas)	Muy frecuente (casi un movimiento continuo)																																							
1	1	1	2	3																																							
2	4	2	5	7																																							
3	5	3	6	8																																							
4	9	4	9	9																																							
Muñeca		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>Ajuste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión o extensión ligera</td> <td>Flexión o extensión severa</td> <td>Desviada</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Girada</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si la muñeca está desviada y/o girada +1 si la Mano sostiene un objeto más del 50% del tiempo total de ciclo</p> <p>Movimiento de la Muñeca</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="3">Movimiento de la Muñeca</th> </tr> <tr> <th>Poco frecuente < 10 veces/min</th> <th>Frecuente 11-20 veces/min</th> <th>Muy frecuente > 20 veces/min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Izquierda <input checked="" type="checkbox"/> Derecha <input type="checkbox"/></p> <p>2</p>	1	2	Ajuste	Flexión o extensión ligera	Flexión o extensión severa	Desviada			Girada	Carga postural	Movimiento de la Muñeca			Poco frecuente < 10 veces/min	Frecuente 11-20 veces/min	Muy frecuente > 20 veces/min	1	1	2	3	2	2	4	5	3	3	5	6	4	4	6	6	4									
1	2	Ajuste																																									
Flexión o extensión ligera	Flexión o extensión severa	Desviada																																									
		Girada																																									
Carga postural	Movimiento de la Muñeca																																										
	Poco frecuente < 10 veces/min	Frecuente 11-20 veces/min	Muy frecuente > 20 veces/min																																								
1	1	2	3																																								
2	2	4	5																																								
3	3	5	6																																								
4	4	6	6																																								
Cuello		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión Ligera</td> <td>Flexión Severa</td> <td>Extensión</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si el Cuello está girado y/o inclinado lateralmente</p> <p>Movimiento del Cuello</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="3">Movimiento del Cuello</th> </tr> <tr> <th>Estático más de un minuto</th> <th>Algunas Veces</th> <th>Constantemente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>3</p>	1	2		Flexión Ligera	Flexión Severa	Extensión	Carga postural	Movimiento del Cuello			Estático más de un minuto	Algunas Veces	Constantemente	1	1	1	2	2	4	2	6	3	7	3	7	7																
1	2																																										
Flexión Ligera	Flexión Severa	Extensión																																									
Carga postural	Movimiento del Cuello																																										
	Estático más de un minuto	Algunas Veces	Constantemente																																								
1	1	1	2																																								
2	4	2	6																																								
3	7	3	7																																								

Ritmo	Duración efectiva de la tarea en (horas)	Velocidad de trabajo				
		Muy lento (ritmo muy relajado)	Lento (tomándose su tiempo)	Normal (velocidad normal de movimiento)	Rápido (posible de soportar)	Muy Rápido (difícil o imposible de soportar)
	<2 h	1	1	1	4	5
	2-4 h	1	2	2	5	6
	4-8 h	2	3	3	6	7
	>8 h	2	4	5	7	7

3

Esfuerzo	Clasificación	Escala de Borg	Esfuerzo percibido	Frecuencia		
				≤ 5 esfuerzos/min	6-10 esfuerzos/min	> 10 esfuerzos/min
	Liviano	0-2	Relajado (esfuerzo poco notorio)	1	2	6
	Algo Pesado	3	Esfuerzo claro-perceptible	1	2	6
	Pesado	4-5	Esfuerzo evidente-expresión facial sin cambios	3	7	8
	Muy Pesado	6-7	Esfuerzo sustancial-cambios en la expresión facial	6	8	9
	Casi Máximo	8-10	Uso de hombros y tronco para hacer esfuerzos	7	8	9

2

Autovaloración	Descripción	Riesgo
	Nada estresante	0
	Un poco estresante	1
	Muy estresante	2
	Excesivamente estresante	3

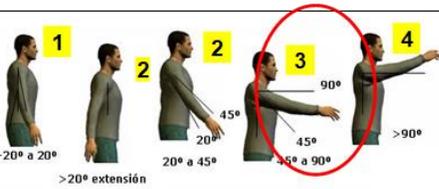
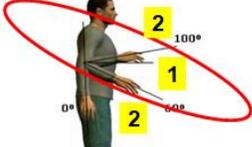
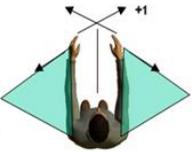
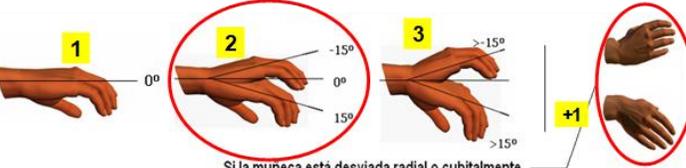
1

RIESGO TOTAL

Evaluación del riesgo

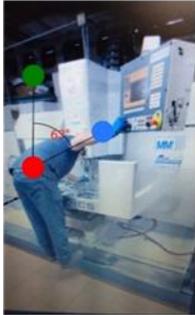
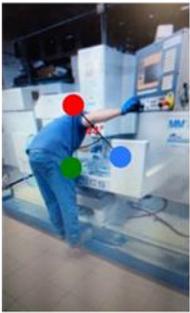
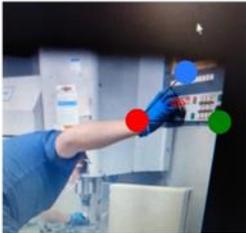
Riesgo total	Nivel de riesgo	Acción recomendada
6-14	Bajo	No son necesarios cambios
15-24	Medio	Se requiere investigar a fondo, es posible realizar cambios
25-34	Alto	Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo
≥ 35	Muy alto	Se requiere de cambios inmediatos

Anexo 3. Método RULA, Puesto de trabajo torno convencional.

REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	
A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Brazo	Puntuación
 <p> 1 -20° a 20° 2 20° a 45° 3 45° a 90° </p> <p> $>20^\circ$ extensión 90° $>90^\circ$ </p> <p> Si el hombro está elevado +1 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1 Si el brazo está apoyado o sostenido: -1 </p>	 <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">3</p>
Antebrazo	Puntuación
 <p> 1 0° 2 0° a 90° 2 100° </p> <p> Antebrazo cruza la línea media del cuerpo antebrazo sale de la línea del cuerpo </p>	 <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">2</p>
Muñeca	Puntuación
 <p> 1 0° 2 -15° a 15° 3 $>15^\circ$ </p> <p>Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente</p>	 <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">3</p>
Giro de muñeca	Puntuación
<p> Si la muñeca está en el rango medio de giro: 1 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: 2 </p> 	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">2</p>
Tipo de actividad muscular (Grupo A)	Puntuación
<p> Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0 Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1 </p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">1</p>
Carga/fuerza (Grupo A)	Puntuación
<p> No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0 entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1 entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2 más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas : 3 </p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">0</p>

B. Análisis de cuello, tronco y pierna		
Cuello		Puntuación
<p>0° a 10° 10° a 20° >20° en extensión</p> <p>1 2 3 4</p> <p>+1 cuello rotado +1 inclinación lateral</p>		4
Tronco		Puntuación
<p>De pie tronco erecto o sentado bien apoyado</p> <p>1 20° 60° >60°</p> <p>1 2 3 4</p> <p>+1 Si hay torsión; si hay inclinación lateral: +1</p>		4
Piernas		Puntuación
<p>Sentado, con pies y piernas bien apoyados o de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición: 1</p> <p>Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido: 2</p>		2
Tipo de actividad muscular (Grupo B)		Puntuación
<p>Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0</p> <p>Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1</p>		1
Carga/fuerza (Grupo B)		Puntuación
<p>No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0</p> <p>entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1</p> <p>entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2</p> <p>más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas : 3</p>		0
NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN		
PUNTAJÓN FINAL RULA	NIVEL DE ACCIÓN	ACTUACIÓN
1 ó 2	1	Aceptable
3 ó 4	2	Ampliar estudio
5 ó 6	3	Ampliar estudio y modificar pronto
7	4	estudiar y modificar inmediatamente

Anexo 4. Método ERIN, Puesto de trabajo fresadora CNC #1.

Tronco		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión ligera o sentado con buen apoyo</td> <td>Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo</td> <td>Flexión severa</td> <td>Extensión</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si el Tronco está grado y/o inclinado lateralmente</p> <p>Movimiento del Tronco</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="4">Movimiento del Tronco</th> </tr> <tr> <th>Estático más de un minuto</th> <th>Poco frecuente < 5 veces/min</th> <th>Frecuente 6-10 veces/min</th> <th>Muy frecuente > 10 veces/min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	Flexión ligera o sentado con buen apoyo	Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo	Flexión severa	Extensión	Carga postural	Movimiento del Tronco				Estático más de un minuto	Poco frecuente < 5 veces/min	Frecuente 6-10 veces/min	Muy frecuente > 10 veces/min	1	1	1	2	3	2	3	2	4	5	3	8	3	6	7	4	9	4	8	9	4				
1	2	3	4																																								
Flexión ligera o sentado con buen apoyo	Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo	Flexión severa	Extensión																																								
Carga postural	Movimiento del Tronco																																										
	Estático más de un minuto	Poco frecuente < 5 veces/min	Frecuente 6-10 veces/min	Muy frecuente > 10 veces/min																																							
1	1	1	2	3																																							
2	3	2	4	5																																							
3	8	3	6	7																																							
4	9	4	8	9																																							
Brazo		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extensión ligera</td> <td>Flexión ligera</td> <td>Extensión severa</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Flexión moderada</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Flexión severa</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si el Brazo está separado del tronco (abducción) -1 si el peso del brazo está apoyado</p> <p>Movimiento del Brazo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="4">Movimiento del Brazo</th> </tr> <tr> <th>Estático más de un minuto</th> <th>Poco frecuente (movimientos intermitentes)</th> <th>Frecuente (movimientos regulares con pausas)</th> <th>Muy frecuente (casi un movimiento continuo)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> <p>Izquierdo <input type="checkbox"/> Derecho <input checked="" type="checkbox"/></p>	1	2	3	Extensión ligera	Flexión ligera	Extensión severa			Flexión moderada			Flexión severa	Carga postural	Movimiento del Brazo				Estático más de un minuto	Poco frecuente (movimientos intermitentes)	Frecuente (movimientos regulares con pausas)	Muy frecuente (casi un movimiento continuo)	1	1	1	2	3	2	4	2	5	7	3	5	3	6	8	4	9	4	9	9	6
1	2	3																																									
Extensión ligera	Flexión ligera	Extensión severa																																									
		Flexión moderada																																									
		Flexión severa																																									
Carga postural	Movimiento del Brazo																																										
	Estático más de un minuto	Poco frecuente (movimientos intermitentes)	Frecuente (movimientos regulares con pausas)	Muy frecuente (casi un movimiento continuo)																																							
1	1	1	2	3																																							
2	4	2	5	7																																							
3	5	3	6	8																																							
4	9	4	9	9																																							
Muñeca		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>Ajuste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión o extensión ligera</td> <td>Flexión o extensión severa</td> <td>Desviada</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Girada</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si la Muñeca está desviada y/o girada +1 si la Mano sostiene un objeto más del 50% del tiempo total de ciclo</p> <p>Movimiento de la Muñeca</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="3">Movimiento de la Muñeca</th> </tr> <tr> <th>Poco frecuente < 10 veces/min</th> <th>Frecuente 11-20 veces/min</th> <th>Muy frecuente > 20 veces/min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Izquierda <input type="checkbox"/> Derecha <input checked="" type="checkbox"/></p>	1	2	Ajuste	Flexión o extensión ligera	Flexión o extensión severa	Desviada			Girada	Carga postural	Movimiento de la Muñeca			Poco frecuente < 10 veces/min	Frecuente 11-20 veces/min	Muy frecuente > 20 veces/min	1	1	2	3	2	2	4	5	3	3	5	6	4	4	6	6	5									
1	2	Ajuste																																									
Flexión o extensión ligera	Flexión o extensión severa	Desviada																																									
		Girada																																									
Carga postural	Movimiento de la Muñeca																																										
	Poco frecuente < 10 veces/min	Frecuente 11-20 veces/min	Muy frecuente > 20 veces/min																																								
1	1	2	3																																								
2	2	4	5																																								
3	3	5	6																																								
4	4	6	6																																								
Cuello		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión Ligera</td> <td>Flexión Severa</td> <td>Extensión</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si el Cuello está grado y/o inclinado lateralmente</p> <p>Movimiento del Cuello</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="3">Movimiento del Cuello</th> </tr> <tr> <th>Estático más de un minuto</th> <th>Algunas Veces</th> <th>Constantemente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	Flexión Ligera	Flexión Severa	Extensión	Carga postural	Movimiento del Cuello			Estático más de un minuto	Algunas Veces	Constantemente	1	1	1	2	2	4	2	6	3	7	3	7	6																
1	2	3																																									
Flexión Ligera	Flexión Severa	Extensión																																									
Carga postural	Movimiento del Cuello																																										
	Estático más de un minuto	Algunas Veces	Constantemente																																								
1	1	1	2																																								
2	4	2	6																																								
3	7	3	7																																								

R-E-A **Puntuación**

Ritmo	Duración efectiva de la tarea en (horas)	Velocidad de trabajo				
		Muy lento (ritmo muy relajado)	Lento (tomándose su tiempo)	Normal (velocidad normal de movimiento)	Rápido (posible de soportar)	Muy Rápido (difícil o imposible de soportar)
	<2 h	1	1	1	4	5
	2-4 h	1	2	2	5	6
	4-8 h	2	3	3	6	7
	>8 h	2	4	5	7	7

3

Esfuerzo	Clasificación	Escala de Borg	Esfuerzo percibido	Frecuencia		
				< 5 esfuerzos/min	5-10 esfuerzos/min	> 10 esfuerzos/min
	Liviano	0-2	Relajado (esfuerzo poco notorio)	1	2	6
	Algo Pesado	3	Esfuerzo claro-perceptible	1	2	6
	Pesado	4-5	Esfuerzo evidente-expresión facial sin cambios	3	7	8
	Muy Pesado	6-7	Esfuerzo sustancial-cambios en la expresión facial	6	8	9
	Casi Máximo	8-10	Uso de hombros y tronco para hacer esfuerzos	7	8	9

2

Autovaloración	Descripción	Riesgo
	Nada estresante	0
	Un poco estresante	1
	Muy estresante	2
	Excesivamente estresante	3

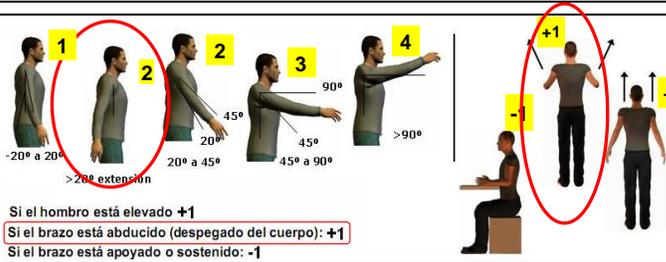
1

RIESGO TOTAL

Evaluación del riesgo

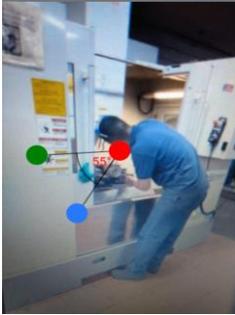
Riesgo total	Nivel de riesgo	Acción recomendada
6-14	Bajo	No son necesarios cambios
15-24	Medio	Se requiere investigar a fondo, es posible realizar cambios
25-34	Alto	Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo
≥ 35	Muy alto	Se requiere de cambios inmediatos

Anexo 5. Método RULA, Puesto de trabajo fresadora CNC #1.

REGISTRO FOTOGRAFICO	
	
A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Brazo	Puntuación
 <p>Si el hombro está elevado: +1 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1 Si el brazo está apoyado o sostenido: -1</p>	3
Antebrazo	Puntuación
 <p>Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo</p>	2
Muñeca	Puntuación
 <p>Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente</p>	4
Giro de muñeca	Puntuación
<p>Si la muñeca está en el rango medio de giro: 1 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: 2</p> 	2
Tipo de actividad muscular (Grupo A)	Puntuación
<p>Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0 Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1</p>	1
Carga/fuerza (Grupo A)	Puntuación
<p>No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0 entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1 entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2 más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3</p>	1

B. Análisis de cuello, tronco y pierna		
Cuello		Puntuación
<p>0° a 10° 10° a 20° >20° en extensión</p> <p>1 2 3 4</p> <p>+1 cuello rotado +1 inclinación lateral</p>		3
Tronco		Puntuación
<p>De pie tronco erecto o sentado bien apoyado</p> <p>1 20° 0° >60°</p> <p>1 2 3 4</p> <p>+1 +1</p> <p>Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1</p>		5
Piernas		Puntuación
<p>Sentado, con pies y piernas bien apoyados o de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición: 1</p> <p>Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido: 2</p>	<p>1 2</p>	2
Tipo de actividad muscular (Grupo B)		Puntuación
<p>Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0</p> <p>Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1</p>		1
Carga/fuerza (Grupo B)		Puntuación
<p>No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0</p> <p>entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1</p> <p>entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2</p> <p>más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas : 3</p>		1
NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN		
PUNTUACIÓN FINAL RULA	NIVEL DE ACCIÓN	ACTUACIÓN
1 ó 2	1	Aceptable
3 ó 4	2	Ampliar estudio
5 ó 6	3	Ampliar estudio y modificar pronto
7	4	estudiar y modificar inmediatamente

Anexo 6. Método ERIN, Puesto de trabajo fresadora CNC #3.

Tronco		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión ligera o sentado con buen apoyo</td> <td>Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo</td> <td>Flexión severa</td> <td>Extensión</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si el Tronco está grado y/o inclinado lateralmente</p> <p>3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="4">Movimiento del Tronco</th> </tr> <tr> <th>Estático más de un minuto</th> <th>Poco frecuente < 5 veces/min</th> <th>Frecuente 6-10 veces/min</th> <th>Muy frecuente > 10 veces/min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3		Flexión ligera o sentado con buen apoyo	Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo	Flexión severa	Extensión	Carga postural	Movimiento del Tronco				Estático más de un minuto	Poco frecuente < 5 veces/min	Frecuente 6-10 veces/min	Muy frecuente > 10 veces/min	1	1	1	2	3	2	3	2	4	5	3	8	3	6	7	4	9	4	8	9	6				
1	2	3																																									
Flexión ligera o sentado con buen apoyo	Flexión moderada o sentado mal apoyado o sin apoyo	Flexión severa	Extensión																																								
Carga postural	Movimiento del Tronco																																										
	Estático más de un minuto	Poco frecuente < 5 veces/min	Frecuente 6-10 veces/min	Muy frecuente > 10 veces/min																																							
1	1	1	2	3																																							
2	3	2	4	5																																							
3	8	3	6	7																																							
4	9	4	8	9																																							
Brazo		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extensión ligera</td> <td>Flexión ligera</td> <td>Extensión severa</td> <td>Flexión moderada</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Flexión severa</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si el Brazo está separado del tronco (abducido) -1 si el peso del Brazo está apoyado</p> <p>3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="4">Movimiento del Brazo</th> </tr> <tr> <th>Estático más de un minuto</th> <th>Poco frecuente (movimientos intermitentes)</th> <th>Frecuente (movimientos regulares con pausas)</th> <th>Muy frecuente (casi un movimiento continuo)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> <p>Izquierdo <input type="checkbox"/> Derecho <input checked="" type="checkbox"/></p>	1	2	3		Extensión ligera	Flexión ligera	Extensión severa	Flexión moderada				Flexión severa	Carga postural	Movimiento del Brazo				Estático más de un minuto	Poco frecuente (movimientos intermitentes)	Frecuente (movimientos regulares con pausas)	Muy frecuente (casi un movimiento continuo)	1	1	1	2	3	2	4	2	5	7	3	5	3	6	8	4	9	4	9	9	5
1	2	3																																									
Extensión ligera	Flexión ligera	Extensión severa	Flexión moderada																																								
			Flexión severa																																								
Carga postural	Movimiento del Brazo																																										
	Estático más de un minuto	Poco frecuente (movimientos intermitentes)	Frecuente (movimientos regulares con pausas)	Muy frecuente (casi un movimiento continuo)																																							
1	1	1	2	3																																							
2	4	2	5	7																																							
3	5	3	6	8																																							
4	9	4	9	9																																							
Muñeca		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>Ajuste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión o extensión ligera</td> <td>Flexión o extensión severa</td> <td>Desviada</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Girada</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si la Muñeca está desviada y/o girada +1 si la Mano sostiene un objeto más del 50% del tiempo total de ciclo</p> <p>2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="3">Movimiento de la Muñeca</th> </tr> <tr> <th>Poco frecuente < 10 veces/min</th> <th>Frecuente 11-20 veces/min</th> <th>Muy frecuente > 20 veces/min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Izquierda <input type="checkbox"/> Derecha <input checked="" type="checkbox"/></p>	1	2	Ajuste	Flexión o extensión ligera	Flexión o extensión severa	Desviada			Girada	Carga postural	Movimiento de la Muñeca			Poco frecuente < 10 veces/min	Frecuente 11-20 veces/min	Muy frecuente > 20 veces/min	1	1	2	3	2	2	4	5	3	3	5	6	4	4	6	6	2									
1	2	Ajuste																																									
Flexión o extensión ligera	Flexión o extensión severa	Desviada																																									
		Girada																																									
Carga postural	Movimiento de la Muñeca																																										
	Poco frecuente < 10 veces/min	Frecuente 11-20 veces/min	Muy frecuente > 20 veces/min																																								
1	1	2	3																																								
2	2	4	5																																								
3	3	5	6																																								
4	4	6	6																																								
Cuello		Puntuación																																									
	<p>Carga postural</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión Ligera</td> <td>Flexión Severa</td> <td>Extensión</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ajuste: +1 si el Cuello está grado y/o inclinado lateralmente</p> <p>3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Carga postural</th> <th colspan="3">Movimiento del Cuello</th> </tr> <tr> <th>Estático más de un minuto</th> <th>Algunas Veces</th> <th>Constantemente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	1	2		Flexión Ligera	Flexión Severa	Extensión	Carga postural	Movimiento del Cuello			Estático más de un minuto	Algunas Veces	Constantemente	1	1	1	2	2	4	2	6	3	7	3	7	7																
1	2																																										
Flexión Ligera	Flexión Severa	Extensión																																									
Carga postural	Movimiento del Cuello																																										
	Estático más de un minuto	Algunas Veces	Constantemente																																								
1	1	1	2																																								
2	4	2	6																																								
3	7	3	7																																								

R-E-A	Puntuación
-------	------------

Ritmo	Duración efectiva de la tarea en (horas)	Velocidad de trabajo				
		Muy lento (ritmo muy relajado)	Lento (tomándose su tiempo)	Normal (velocidad normal de movimiento)	Rápido (posible de soportar)	Muy Rápido (difícil o imposible de soportar)
	<2 h	1	1	1	4	5
	2-4 h	1	2	2	5	6
	4-8 h	2	3	3	6	7
>8 h	2	4	5	7	7	

3

Esfuerzo	Clasificación	Escala de Borg	Esfuerzo percibido	Frecuencia		
				< 5 esfuerzos/min	5-10 esfuerzos/min	> 10 esfuerzos/min
	Liviano	0-2	Relajado (esfuerzo poco notorio)	1	2	6
	Algo Pesado	3	Esfuerzo claro-perceptible	1	2	6
	Pesado	4-5	Esfuerzo evidente-expresión facial sin cambios	3	7	8
	Muy Pesado	6-7	Esfuerzo sustancial-cambios en la expresión facial	6	8	9
Case Máximo	8-10	Uso de hombros y tronco para hacer esfuerzos	7	8	9	

2

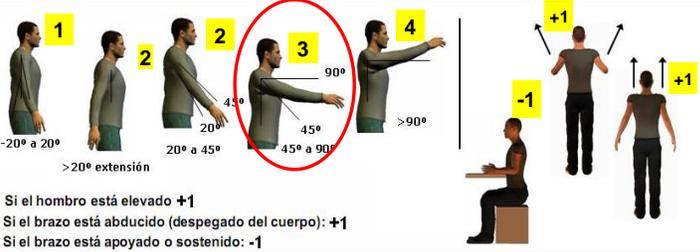
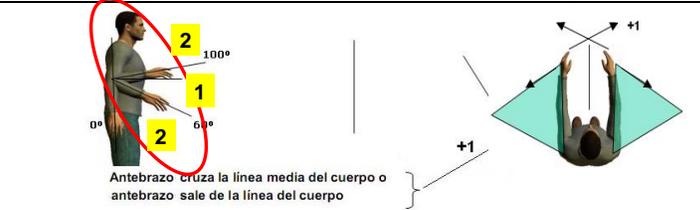
Autovaloración	Descripción	Riesgo
	Nada estresante	0
	Un poco estresante	1
	Muy estresante	2
	Excesivamente estresante	3

1

RIESGO TOTAL

Evaluación del riesgo			
	Riesgo total	Nivel de riesgo	Acción recomendada
	6-14	Bajo	No son necesarios cambios
	15-24	Medio	Se requiere investigar a fondo, es posible realizar cambios
	25-34	Alto	Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo
	≥ 35	Muy alto	Se requiere de cambios inmediatos

Anexo 7. Método RULA, Puesto de trabajo fresadora CNC #3.

REGISTRO FOTOGRAFICO	
	
A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Brazo	Puntuación
 <p>Si el hombro está elevado +1 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1 Si el brazo está apoyado o sostenido: -1</p>	3
Antebrazo	Puntuación
 <p>Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo +1</p>	2
Muñeca	Puntuación
 <p>Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente +1</p>	3
Giro de muñeca	Puntuación
<p>Si la muñeca está en el rango medio de giro: 1 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: 2</p> 	2
Tipo de actividad muscular (Grupo A)	Puntuación
<p>Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0 Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1</p>	1
Carga/fuerza (Grupo A)	Puntuación
<p>No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0 entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1 entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2 más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas : 3</p>	1

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0	1
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1	
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2	
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas : 3	

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

Cuello	Puntuación
<p>0° a 10° 1 10° a 20° 2 >20° 3 en extensión 4</p> <p>+1 cuello rotado +1 inclinación lateral</p>	5

Tronco	Puntuación
<p>De pie tronco erecto o sentado bien apoyado 1 20° 2 0° 3 20° 4 >60°</p> <p>Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1</p>	4

Piernas	Puntuación
<p>Sentado, con pies y piernas bien apoyados o de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición: 1</p> <p>Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido: 2</p>	2

Tipo de actividad muscular (Grupo B)	Puntuación
<p>Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0</p> <p>Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1</p>	1

Carga/fuerza (Grupo B)	Puntuación
<p>No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0</p> <p>entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1</p> <p>entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2</p> <p>más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas : 3</p>	1

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN		
PUNTUACIÓN FINAL RULA	NIVEL DE ACCIÓN	ACTUACIÓN
1 ó 2	1	Aceptable
3 ó 4	2	Ampliar estudio
5 ó 6	3	Ampliar estudio y modificar pronto
7	4	estudiar y modificar inmediatamente

Anexo 8. Resultados de la evaluación ergonómica con el método ERIN, Puesto de trabajo torno convencional.

Variables	Puntuación Puesto de trabajo 1 Torno convencional
Postura y frecuencia movimiento del tronco	3
Postura y frecuencia movimiento del brazo	3
Postura y frecuencia movimiento de las muñecas	4
Postura y frecuencia movimiento del cuello	7
Ritmo	3
Intensidad del Esfuerzo	2
Autovaloración	1
Riesgo Global	23
Nivel de riesgo	Medio
Acción ergonómica recomendada	Se requiere investigar a fondo, es posible realizar cambios

Anexo 9. Resultados de la evaluación ergonómica con el método RULA, Puesto de trabajo torno convencional.

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:	
Variable	Puntuación Puesto de trabajo 1 Torno convencional
Brazo	3
Antebrazo	2
Muñeca	3
Giro de la muñeca	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A)	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A)	0
Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:	
Cuello	4
Tronco	4
Piernas	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B)	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B)	0
Puntuación final RULA	7
Nivel de riesgo	4
Actuación:	Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.

Anexo 10. Resultados de la evaluación ergonómica con el método ERIN, Puesto de trabajo fresadora CNC #1.

Variables	Puntuación Puesto de trabajo 2 Fresadora CNC 1
Postura y frecuencia movimiento del tronco	4
Postura y frecuencia movimiento del brazo	6
Postura y frecuencia movimiento de las muñecas	5
Postura y frecuencia movimiento del cuello	6
Ritmo	3
Intensidad del Esfuerzo	2
Autovaloración	1
Riesgo Global	27
Nivel de riesgo	Alto
Acción ergonómica recomendada	Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo.

Anexo 11. Resultados de la evaluación ergonómica con el método RULA, Puesto de trabajo fresadora CNC #1.

Variable	Puntuación Puesto de trabajo 2 Fresadora CNC 1
Brazo	3
Antebrazo	2
Muñeca	4
Giro de la muñeca	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A)	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A)	1
Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:	
Cuello	3
Tronco	5
Piernas	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B)	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B)	1
Puntuación final RULA	7
Nivel de riesgo	4
Actuación:	Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.

Anexo 12. Resultados de la evaluación ergonómica con el método ERIN, Puesto de trabajo fresadora CNC #3.

Variables	Puntuación Puesto de trabajo 3 Fresadora CNC 3
Postura y frecuencia movimiento del tronco	6
Postura y frecuencia movimiento del brazo	5
Postura y frecuencia movimiento de las muñecas	2
Postura y frecuencia movimiento del cuello	7
Ritmo	3
Intensidad del Esfuerzo	2
Autovaloración	1
Riesgo Global	26
Nivel de riesgo	Alto
Acción ergonómica recomendada	Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo.

Anexo 13. Resultados de la evaluación ergonómica con el método RULA, Puesto de trabajo fresadora CNC #1.

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:	
Variable	Puntuación Puesto de trabajo 3 Fresadora CNC 3
Brazo	3
Antebrazo	2
Muñeca	3
Giro de la muñeca	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A)	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo A)	1
Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:	
Cuello	5
Tronco	4
Piernas	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B)	1
Puntuación de carga/fuerza (Grupo B)	1
Puntuación final RULA	7
Nivel de riesgo	4
Actuación:	Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.