

Análisis ergonómico y estrategias para el cumplimiento de la NOM-036-1-STPS-2018 en tres áreas de producción y un área administrativa en una empresa metalmecánica agroindustrial mexicana.

Matamoros Sanchez, Diana

diana.matamoros@lagos.tecmm.edu.mx

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Jalisco José Mario Molina Pasquel y Henríquez - Unidad Académica Lagos de Moreno (México)

García Azpeitia, Lilia

lilia.garcia@lagos.tecmm.edu.mx

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Jalisco José Mario Molina Pasquel y Henríquez - Unidad Académica Lagos de Moreno (México)

Minero Ramales, María Guadalupe

guadalupe.minero@lagos.tecmm.edu.mx

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Jalisco José Mario Molina Pasquel y Henríquez - Unidad Académica Lagos de Moreno (México)

Contreras Cardona, Armando

lm18050289@lagos.tecmm.edu.mx

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Jalisco José Mario Molina Pasquel y Henríquez - Unidad Académica Lagos de Moreno (México)

Fecha de recepción RIII: 24/05/2024

Fecha de aprobación RIII: 27/10/2024

RESUMEN

El proyecto se realizó en empresa metalmecánica, que fabrica maquinaria agrícola, en Lagos de Moreno, Jalisco, México. Se realizó un análisis de riesgo ergonómico en las principales áreas de proceso en actividades que implican manejo manual de cargas: área de inyectoras, sopladoras y metales moldeables (ISMM), ensamble de maquinaria agrícola y refacciones (EMAR) y Herramientales (HE), y en área general administrativa (PCP). Se realizaron evaluaciones del nivel de riesgo disergonómico, de acuerdo con la NOM-036-STPS-2018 y soporte en los métodos MAC, RULA, ROSA. Se implementaron algunas estrategias para disminuir el nivel de riesgo, se generaron estándares de trabajo para el manejo manual de cargas, se elaboró el programa de ergonomía de acuerdo con la norma oficial mexicana, de carácter obligatorio. Se realizó una simulación en software PROMODEL, de las mejoras planeadas para implementarse posteriormente. Finalmente disminuyó el nivel de riesgo disergonómico en 18 % en los puestos de trabajo con mayor nivel en el diagnóstico.

Palabras Claves: Ergonomía; agroindustria; evaluación de riesgos; cumplimiento de norma mexicana

Ergonomic analysis and strategies for compliance with NOM-036-1-STPS-2018 in three production areas and an administrative area in a Mexican agroindustrial metalworking company.

ABSTRACT

The project was carried out in a metalworking company, which manufactures agricultural machinery, in Lagos de Moreno, Jalisco, Mexico. An ergonomic risk analysis was carried out in the main process areas in activities that involve manual handling of loads: area of injectors, blowers, and moldable metals (ISMM), assembly of agricultural machinery and spare parts (EMAR) and Tooling (HE), and in general administrative area (PCP). Evaluations of the level of dysergonomic risk were carried out, in accordance with NOM-036-STPS-2018 and support in the MAC, RULA, ROSA methods. Some strategies were implemented to reduce the level of risk, work standards were generated for the manual handling of loads, the ergonomics program was developed in accordance with the official Mexican standard, which is mandatory. A simulation was carried out in PROMODEL software, of the improvements planned to be implemented later. Finally, the level of dysergonomic risk decreased by 18% in the jobs with the highest level of diagnosis.

Keywords: Ergonomics; agroindustry; risk assessment; compliance with Mexican standards.

Análise ergonômica e estratégias para cumprimento da NOM-036-1-STPS-2018 em três áreas de produção e uma área administrativa em uma empresa metalmeccânica agroindustrial mexicana

RESUMO

O projeto foi realizado em uma empresa metalmeccânica, fabricante de máquinas agrícolas, em Lagos de Moreno, Jalisco, México. Foi realizada análise de risco ergonômico nas principais áreas de processo em atividades que envolvem movimentação manual de cargas: área de injetoras, sopradoras e metais moldáveis (ISMM), montagem de máquinas agrícolas e peças de reposição (EMAR) e Ferramentaria (HE), e na área administrativa geral (PCP). Foram realizadas avaliações do nível de risco disergonômico, conforme NOM-036-STPS-2018 e respaldo nos métodos MAC, RULA, ROSA. Foram implementadas algumas estratégias para reduzir o nível de risco, foram geradas normas de trabalho para movimentação manual de cargas, desenvolvido o programa de ergonomia de acordo com a norma oficial mexicana, que é obrigatória. Foi realizada uma simulação no software PROMODEL, das melhorias previstas para serem implementadas posteriormente. Por fim, o nível de risco disergonômico diminuiu 18% nos empregos com maior nível de diagnóstico.

Palavras chave: Ergonomia; agroindústria; avaliação de risco; conformidade com os padrões mexicanos.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está enfocado a la ergonomía, la cual es el conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación entre el trabajo y la persona; la ergonomía se enriquece con la adopción del entorno físico (Cruz, 2010). Al analizar las herramientas, tareas y modos de producción que se relacionan a una determinada actividad laboral, se puede contribuir para la prevención de accidentes y lesiones, además de que se aumenta la satisfacción con el trabajo, aumenta la productividad y consigue beneficios económicos (Gómez et al., 2002).

Actualmente existen varios métodos o herramientas disponibles para evaluar la exposición de factores de riesgo relacionados con los trastornos musculoesqueléticos (TME) o identificar trabajos potencialmente riesgosos o factores de riesgo en el trabajo. Estos se pueden agrupar en observacionales simples o avanzados, de medición directa o instrumental y de auto reporte. Los observacionales simples son de uso práctico en una amplia gama de puestos de trabajo, como principales desventajas se pueden mencionar que el sistema de puntuación es principalmente hipotético, se requiere de conocimientos y experiencia por parte del observador y el sesgo de este cuando realiza la evaluación. Entre los métodos y/o herramientas se encuentran: Ovako Working Posture Analyzing System (OWAS), Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Occupational Repetitive Actions (OCRA), Rapid Entire Body Assessment (REBA), Quick Exposure Check (QEC), Ecuación de NIOSH, Strain Index (SI), entre otros, se agrupan según esta clasificación, (Zegarra, 2012). Los observacionales avanzados permiten analizar varios segmentos corporales y articulaciones al mismo tiempo, son adecuados para el análisis de tareas simuladas y pueden ser medidas una serie de variables como distancia del movimiento, cambios angulares, aceleraciones y velocidades (Rodríguez et al., 2010).

El cuestionario Rapid Upper Limb Assessment (RULA) fue desarrollado con el objeto de evaluar la exposición de trabajadores a factores de riesgo (biomecánico) que originan una elevada carga postural estática en donde se considera la peor postura adoptada en el lugar de trabajo que puede ocasionar trastornos en algunos segmentos corporales y también evalúa la adopción continuada o repetida de posturas penosas durante el trabajo genera fatiga y a la larga puede ocasionar trastornos en el sistema musculoesquelético (Zegarra, 2012; Dimate, 2017). El método Evaluación de Riesgo Individual (ERIN) evalúa la postura de las cuatro regiones corporales (Tronco, Brazo, Muñeca y Cuello) y la interacción de éstas con su frecuencia de movimiento. Se evalúa el ritmo de trabajo, que está dado por la interacción entre la velocidad de trabajo y la duración efectiva de la tarea; el esfuerzo, resultado de la interacción del esfuerzo percibido por el evaluador y su frecuencia y la autovaloración, en la cual se le pregunta al sujeto su percepción sobre la tarea que realiza (Rodríguez et al., 2011). El método Rapid Entire Body Assessment (REBA) es una nueva herramienta para analizar posturas, es de reciente aparición y está en fase de validación, aunque la fiabilidad de la codificación de las partes del cuerpo es alta (Zegarra, 2012). El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) desarrolló en 1981 una ecuación para evaluar el manejo de cargas en el trabajo. Su intención era crear una herramienta para poder identificar los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física a la que estaba sometido el trabajador y recomendar un límite de peso adecuado para cada tarea en cuestión; de manera que un determinado porcentaje de la población -a fijar por el usuario de la ecuación- pudiera realizar la tarea sin riesgo elevado de desarrollar lumbalgias (Cuixart, 1998). Por otra parte el método Risk Assessment of Pushing and Pulling (RAPP), presenta la posibilidad de evaluar tareas que involucren empuje y/o tracción para cargas con equipos con ruedas y cargas sin ruedas, según tipo de equipo y actividad desarrollada (Maldonado, 2020).

Método Manual Handling Assessment Charts (MAC) basado en estudios biomecánicos, psicofísicos y factores del entorno físico que utiliza una escala cuantitativa para medir el riesgo y un código de colores para calificar cada factor. Permite la evaluación de tarea de levantamiento y descenso de cargas

ejecutadas por una sola persona, la evaluación de tareas de transporte (caminar con carga) y evaluación de tareas de levantamiento y descenso de carga ejecutadas por un equipo (más de una persona) (Morales, 2019).

El método ROSA (Rapid Office Strain Assessment) es una metodología enfocada únicamente al trabajo administrativo o de oficina, calcula la desviación existente entre las características del puesto a evaluar y las de un puesto de oficina de características ideales. Para ello se emplean diagramas de puntuación que asignan una puntuación a cada uno de los elementos del puesto: silla, pantalla, teclado, ratón y teléfono (Estrada, 2022).

Cuestionario Nórdico de Kuorinka. Este cuestionario recopila información sobre sintomatología musculoesquelética como: dolor, fatiga o disconfort en distintas zonas corporales; estudia 9 regiones anatómicas del cuerpo que son cuello, hombro, columna dorsal, columna lumbar, cadera, codo, mano/muñeca, rodilla, tobillo/pie con fines epidemiológicos, más no clínicos; comprende de 2 secciones, la primera se aplica un cuestionario general para identificar las áreas del cuerpo presenten molestias en función del tiempo (en los últimos 7 días, 12 meses, etc), en la segunda sección se describen preguntas adicionales, relacionadas con atención médica, rehabilitación, ausentismo en su trabajo y medicación tomada para controlar los síntomas musculoesqueléticos (Morales, 2019).

Además de lo anterior, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, los trastornos musculoesqueléticos (TME) incluyen más de 50 trastornos que afectan el sistema locomotor, cuya afectación puede incluir trastornos repentinos y de corta duración hasta incapacidades permanentes (Salud, 2021). Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD) se encuentran entre los trastornos más comunes en cualquier sector laboral e industria (Yunus et al., 2021).

En México se encuentra vigente la norma oficial mexicana 036-STPS para la identificación, análisis, prevención y control de los factores de riesgo ergonómico, esto es, aquellos provocados por tareas de levantamiento y transporte manual de cargas, la cual es de carácter obligatorio para las empresas. De acuerdo con las actividades y procesos realizados de manera manual en la empresa del giro agroindustrial y los trastornos musculoesqueléticos de los trabajadores fue necesario determinar el nivel de riesgo ergonómico con fundamento en la norma oficial mexicana de la secretaría de trabajo y previsión social. (NOM-036-STPS, 2018).

2. MÉTODO

2.1 Diagnóstico de los puestos de trabajo.

La empresa en estudio es una empresa 100% mexicana que cuenta con 60 años de trayectoria, del giro de manufactura, dedicada a la fabricación de maquinaria agrícola y refacciones, que cuenta con distintas líneas de producción de ensamble de maquinaria agrícola y aspersores.

El diagnóstico se realizó en cuatro áreas de producción: 1) En el área de inyectoras, sopladoras y metales moldeables (ISMM); 2) Área de ensamble de maquinaria agrícola y refacciones (EMAR); 3) Área de herramientas (HE) en la que se desarrollan actividades de mantenimiento tanto preventivas como correctivas de maquinaria; 4) Finalmente, en el área de plan de control de producción administrativo (PCP) se desarrollan actividades administrativas de la organización lo cual son los encargados de administrar los recursos operacionales de la empresa, y así mismo se realizan las impresiones de las etiquetas.

Para conocer el nivel de riesgos de los puestos de trabajo se consideraron estudios previos (no reportados en este artículo) del departamento de seguridad del trabajo y se realizó un recorrido en las instalaciones de la empresa para conocer cada una de las áreas antes mencionadas para la identificación de los puestos de trabajo en los cuales se realizan actividades que implican levantamiento de cargas manuales para ser evaluadas.

2.2 Identificación de los factores de riesgo ergonómico asociados a cada una de las actividades que desarrollan los operadores en las áreas.

Para la identificación de los factores de los riesgos ergonómicos presentes en las áreas ISMM, HE, EMAR, PCP se realizaron cuatro fases: 1) La identificación de la actividad, tarea o puesto de trabajo que conllevan manejo manual de cargas: levantar, bajar, empujar, jalar, transportar y/o estibar materiales; 2) la descripción de las actividades; 3) los trabajadores involucrados en la realización de estas actividades (personal ocupacionalmente expuesto); y 4) la frecuencia con que se realiza la actividad y duración de las mismas y finalmente llevar el registro. Se realizó una recolecta de datos en los puestos de trabajo con mayor riesgo ergonómico en las áreas de ISMM, HE, EMAR, PCP mediante datos personales de los trabajadores, y datos establecidos por la NOM-036-1-STPS-2018: edad, peso de carga, distancia recorrida, nombre del puesto de trabajo, con el objetivo de realizar las evaluaciones ergonómicas correspondientes.

Una vez cumplido con la información anterior se realizó la evaluación mediante los métodos ergonómicos establecidos por la NOM-036-1-STPS y la identificación de los factores de riesgo asociados a cada puesto de trabajo. Se aplicó el método MAC en todos los puestos donde se desarrollan levantamiento, transporte y descenso de cargas y donde los pesos manipulados varían significativamente y hay al menos una diferencia de 2 kg entre las cargas movilizadas y las tareas que se llevan a cabo regularmente tienen una frecuencia de al menos una vez a la semana y posteriormente se evaluaron ocho factores de riesgo ergonómicos como: 1) peso y ascenso de la carga/frecuencia de transporte, 2) distancia horizontal de las manos desde la parte inferior de la espalda, 3) región de levantamiento vertical, 4) torsión y flexión lateral del torso /carga asimétrica sobre el torso (transporte), 5) restricciones posturales incómodas, forzadas o restringidas; 6) el acoplamiento mano-carga como elementos de sujeción; la superficie de trabajo y 7) otros factores ambientales. Se obtuvo el puntaje (de acuerdo con la NOM 036) y se determinó el nivel de riesgo como bajo (aceptable), medio (posible), alto (significativo) y muy alto (inaceptable).

Posteriormente se evaluaron las actividades que no implicaban levantamiento de cargas por el método RULA, los aspectos a tomar en cuenta se clasificaron en dos grupos: grupo A con puntuación del brazo, puntuación del antebrazo y puntuación de la muñeca y grupo B con puntuación del tronco, puntuación del cuello y puntuación de las piernas. Se determinó el nivel de riesgo considerando cuatro niveles de acuerdo con la puntuación, la menor de 1-2 y la mayor de 7 (McAtamney y Corlett, 1993).

Para la evaluación en el área de PCP se aplicó el método ROSA, se consideraron dos puestos de trabajo (plan de control de producción y centro de etiquetado), con seis criterios a evaluar (reposabrazos más respaldo, altura de asiento más profundidad del asiento, puntuación de pantalla, de teléfono, de teclado y de mouse. Finalmente se determinó el nivel de riesgo con valores de 0 para un riesgo inapreciable que no necesita actuación hasta un valor de 4 para un riesgo extremo para el cual es necesaria la actuación urgente.

Tabla 1. Puestos de trabajo de riesgo considerable en las áreas y método de evaluación.

Área	Actividades del puesto de trabajo	Método ergonómico
ISMM		MAC/RAPP
	Transporte de Material. Transporte de rebaba de tanque soplado. Empaque de aspersora pacto. Transporte de aspersora pacto. Empaque de aspersora 425.	
		RULA
	Rebabeo de tanque soplado. Rababeo de maneral de aspersora	
EMAR		MAC/RAPP
	Transporte de piezas de piezas de aguilón Carga de material para su transporte Colocación de rotor de molino Empaque de aguilón Transporte de aro formado	
HE		MAC/RAPP
	Transporte de pieza con eleva cargas.	
		RULA
	Mantenimiento preventivo a molde. Limpieza a molde. Torneado de piezas	
PCP		ROSA
	Plan de control de producción. Centro de etiquetado	

2.3 Determinación de las cargas de trabajo en las actividades de las áreas con mayor criticidad.

Una vez obtenidos los resultados de las evaluaciones se determinaron las cargas de trabajo para cada uno de los puestos con mayor criticidad, tomando en cuenta los aspectos más importantes tales como, peso de la carga, frecuencia, edad y sexo del trabajador que manipulara la carga, tipo de carga. Se consideró como características de la carga: 1) El peso máximo de las operaciones de levantamiento dependiendo el género según lo establecido por la NOM-036-1-stps-2018. 2) El volumen de la carga o la dificultad de manejarla. 3) El proceso de manipulación manual adecuado a las personas con las características físicas requeridas por el puesto. 4) La consistencia de la carga. 5) El acomodo de la carga. Respecto al Esfuerzo físico, se consideró: 1. Si es demasiado intenso y 2. Movimientos que debe realizar. En la exigencia de la carga: se tomaron en cuenta 1. Los esfuerzos físicos frecuentes o prolongados en los que intervengan la columna vertebral y 2. La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o formación. Finalmente, para el medio de trabajo, se consideró 1. La superficie de trabajo y obstáculos en la ruta.

Posteriormente, como lo indica la NOM-036 STPS, se aplicó el cuestionario nórdico de Kuorinka lo cual es la herramienta que se utilizara para detectar la existencia de síntomas iniciales que todavía no se han constituido como una enfermedad y ayuda para recopilar información sobre dolor, fatiga o molestias corporales, de acuerdo con lo establecido por la norma, se aplicó un cuestionario por cada 10 trabajadores que se encuentren en el área.

2.4 Implementación de estrategias de mejora y simulación, para la prevención de riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo

Para estructurar las propuestas de intervención se realizó una evaluación del contexto del puesto de trabajo, se determinó la viabilidad de la implementación de las propuestas, se estableció el objetivo, se definió la metodología a utilizar y las actividades necesarias para su cumplimiento.

Una vez estructuradas las propuestas de intervención se realizó el modelado de la mejora utilizando SetPose-3D drawing Model y la simulación mediante la utilización del programa ProModel 2016 (9.3.0.2051). Se consideraron como variables: locaciones, entidades, procesamiento y llegadas.

Se realizó material para la capacitación de personal involucrado en el manejo manual de cargas con la finalidad de prevenir lesiones musculo esqueléticas por el manejo manual de cargas, se consideraron de acuerdo con la normatividad de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS): los efectos a la salud que puede ocasionar la exposición a los factores de riesgo ergonómico debido al manejo manual de cargas; la forma de reconocer factores de riesgo ergonómico por el manejo manual de cargas, así como riesgos adicionales presentes en el lugar de trabajo; el contenido de la presente norma, con énfasis en la aplicación de las medidas de seguridad, y en su caso, medidas de control derivadas del análisis de los factores de riesgo ergonómico originados por el manejo manual de cargas y la manera de realizar sus actividades en forma segura, a través de los procedimientos de seguridad y/o prácticas seguras.

2.5 Análisis estadístico

El aspecto para realizar el análisis fue el nivel de riesgo de una de las actividades de mayor riesgo, antes y después de la capacitación, se realizó el análisis estadístico en el área de AMAR analizando el puesto de trabajo de empaque de aguilón, se aplicó una prueba de hipótesis, siendo la variable dependiente el nivel de riesgo y la variable independiente la capacitación, con un nivel de confianza del 90%. Prueba de hipótesis: $H_0: \mu_1 = \mu_2$ y $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, donde μ_1 es el riesgo promedio antes del estándar y μ_2 es el riesgo promedio después del estándar.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1 Diagnóstico de los puestos de trabajo.

En las cuatro áreas evaluadas se tienen diferentes puestos de trabajo de acuerdo con las actividades realizadas 1) En ISMM se desarrollan actividades de inyección y soplado de plástico las cuales producen diferentes piezas que son utilizadas para la producción de aspersores (tubo inyectado, cámaras de presión, pistones), se inyectan y soplan los tanques de aspersores de distintos modelos y capacidades. Esta área cuenta con 10 puestos de trabajo y un total de 72 trabajadores divididos en los tres turnos. 2) Dentro del área EMAR se realizan actividades de producción para el armado y ensamble de maquinaria agrícola tales como aguilones de distintos modelos, molinos, aspersores de turbina, aros para rastrillos entre otra maquinaria de su catálogo. Esta área está conformada por seis puestos de trabajo y un total de 32 trabajadores los cuales son los encargados de desarrollar las actividades del área. 3) En el área de herramientas (HE), se desarrollan actividades de mantenimiento tanto preventivas como correctivas de maquinaria. Dicha área está distribuida por mesa de ensamble, perchero para eslingas, tratamiento

térmico, cepillos verticales, tornos, etc. Esta área cuenta con 11 matriceros, 2 en tornos y control numérico por computadora, 5 técnicos, 1 Materialista, 1 encargado en maquinaria y un supervisor sumando un total de 21 trabajadores en el área. 4) Finalmente, en el área PCP se desarrollan actividades administrativas de la organización lo cual son los encargados de administrar los recursos operacionales de la empresa, y así mismo se realizan las impresiones de las etiquetas.

En ISMM de los cinco puestos evaluados, el de mayor riesgo fue el transporte de rebaba de tanque soplado con un valor de 17.

Tabla 2. Resultados de evaluación de riesgos ISMM. B. Evaluación de nivel de riesgo de rebabeo de tanque soplado

a. Evaluación de riesgos en ISMM	
Nombre del puesto de trabajo	Puntuación
Transporte de rebaba de tanque soplado.	17
Empaque de aspersora pacto.	16
Transporte de aspersora pacto.	16
Transporte de material.	15
Empaque de aspersora 425.	11
RULA	
Rebabeo de tanque soplado.	Se requieren cambios urgentes en la tarea
Rababeo de maneral de aspersora.	Se requieren cambios urgentes en la tarea
b. Evaluación de nivel de riesgo de rebabeo de tanque soplado	
Factores de riesgo	Evaluación
	Nivel de riesgo
Peso de la carga	0
Postura	3
Acoplamiento mano-carga	2
Patrón de trabajo	3
Distancia por viaje	3
Condición del equipo auxiliar	2
Superficie de trabajo	1
Obstáculos a lo largo de la ruta	2
Otros factores	1
Puntuación	17




ISMM			
INMEJORAS, SOPLADORAS Y METALES MOLDEABLES			
TIPO DE EVALUACIÓN NOM-036-1-STPS-2018	Evaluación del riesgo de actividades que impliquen empujar o jalar cargas con uso de equipo auxiliar.		
Nombre del trabajador:	Jaime Rodríguez Aguilera	Edad:	52 años
Descripción de la operación.			
Nombre de la operación: Transporte de Rebaba de tanque soplado			
Peso: 390 kilos.	El operador mueve carga con ayuda de equipo auxiliar (Jaula con ruedas) con un peso de 60 kilogramos el cual transporta a 138 kilos de material a una distancia de 35 metros a área de herramientas.		
PISO DE CARGA			
Aspecto a evaluar	Ilustración	Calificación	Puntuación
Peso : 138 kilos		Bajo	0
EVALUACIÓN DE LA POSTURA			
Descripción	Ilustración	Calificación	Puntuación
El cuerpo está inclinado en la dirección del esfuerzo para jalar la carga. El torso está visiblemente flexionado. Las manos están por debajo de la altura de la cadera.		Razonable	3
ACOPLEMIENTO DE LA MANO A LA CARGA			
Descripción	Ilustración	Calificación	Puntuación
El equipo auxiliar (patín hidráulico) tiene manijas lo cual que permiten un cómodo agarre para aplicar fuerza para jalar y tiene un agarre completo de la mano para para realizar la operación.			2
PATRÓN DE TRABAJO			
Descripción	Calificación	Puntuación	
El trabajo es repetitivo debido a que son constantes los transportes de material sobrante (rebaba) debido a la operación de 5 máquinas (KA-01, KA-02, KA-03, Fisher 7 entre otras.) regularmente el cual el operador desempeña en el área (ISMM), incluso realiza transporte de material de otras áreas como (EAR) y no tiene descansos formales u oportunidad de rotar los puestos de trabajo.	Pobre o deficiente	3	
DISTANCIA POR VIAJE			
Descripción	Calificación	Puntuación	
La distancia en promedio por viaje es de 32m debido a que la operación es muy repetitiva durante la jornada de trabajo.	Larga	3	


Figura 1. Evaluación de riesgos de actividades que impliquen empujar o jalar

CONDICIÓN DE EQUIPO AUXILIAR			
Descripción	Ilustración	Calificación	Puntuación
<p>El mantenimiento ocurre sólo cuando surgen problemas. Los principales problemas que se presentan son la falta de aceite hidráulico daño en los ejes y desgaste de llantas. La presencia de estos problemas por lo regular son en un periodo de cada 30 días.</p>		Razonable	2
SUPERFICIE DE TRABAJO			
Descripción	Ilustración	Calificación	Puntuación
<p>En mayor parte del trayecto las superficies son secas y limpias sin embargo en algunas de las áreas hay escombros.</p>		Razonable	1
OBSTÁCULOS A LO LARGO DE LA RUTA			
Descripción	Ilustración	Calificación	Puntuación
<p>Dentro del área ISMM se encuentra una rampa empinada por la cual se transporta el material.</p>		Razonable	2
OTROS FACTORES			
Otros Factores			Presentes
<p>El equipo auxiliar o la carga son inestable.</p>			
<p>La carga es grande y obstruye la vista del trabajador de donde se está moviendo;</p>			X
			
<p>El equipo auxiliar o la carga presenta bordes filosos, está caliente o es potencialmente dañina al tacto</p>			
<p>Hay malas condiciones de iluminación</p>			
<p>Hay temperaturas extremas calientes o frías o alta humedad</p>			
<p>Hay ráfagas de viento u otros movimientos fuertes del aire</p>			
<p>El equipo de protección personal o la vestimenta hacen que el uso del equipo sea complicado</p>			

Figura 2. Evaluación del nivel de riesgo de transporte de rebaba de tanque soplado.

Nombre de la Operación:		Rebabeo de tanque soplado	
Área:		ISMM	
EVALUACIÓN GRUPO A			
Puntuación del brazo			
Posición	Puntuación	Ilustración	
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1	  <p>Figura 3. Medición del ángulo del brazo.</p>	
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2		
Flexión >45° y 90°	3		
Flexión >90°	4		
Modificación del brazo			
posición	Puntuación	Ilustración	
Hombro elevado o brazo rotado	1	  <p>Figura 4. Modificación de la puntuación del brazo.</p>	
Brazos abducidos	1		
Existe un punto de apoyo	-1		
Puntuación del antebrazo			
Posición	Puntuación	Ilustración	
Flexión entre 60° y 100°	1		
Flexión <60° o >100°	2		
Modificación de la puntuación del antebrazo			
Posición	Puntuación	Ilustración	
A un lado del cuerpo	1	  <p>Figura 6. Modificación de la puntuación del antebrazo.</p>	
Cruza la línea media	1		

Figura 3. Evaluación de actividades en tanque de soplado

EVALUACIÓN GRUPO B		
Puntuación Cuello		
Posición	Puntuación	Ilustración
Flexión entre 0° y 10°	1	
Flexión >10° y ≤20°	2	
Flexión >20°	3	
Extensión en cualquier grado	4	
Modificación de la puntuación del cuello		
Posición	Puntuación	Ilustración
Cabeza rotada	1	
Cabeza con inclinación lateral	1	
Puntuación del tronco		
Posición	Puntuación	Ilustración
Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°	1	
Flexión entre 0° y 20°	2	
Flexión >20° y ≤60°	3	
Flexión >60°	4	

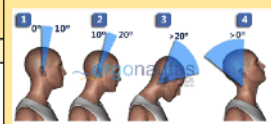


Figura 10: Medición del ángulo del cuello.



Figura 11: Modificación de la puntuación del cuello.

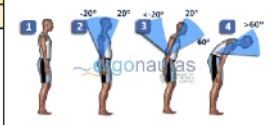


Figura 12: Medición del ángulo del tronco.

Figura 4. Riesgo de trabajo en rebabeo

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

Puntuación del Grupo A.

Figura 5. Puntuación de análisis en muñeca

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

Puntuación del Grupo B.

Figura 6. Puntuación de análisis en tronco

En el área de ensamble de maquinaria agrícola y refacciones EMAR, dirigida principalmente a actividades que implican manejo manual de cargas el cual los resultados obtenidos mostraron que los puestos de trabajo de mayor riesgo fueron empaque de aguilón económico y el de carga de material, ambos con una puntuación de 19.

Dentro del área de herramientas HE, se obtuvo un nivel de riesgo de entre 6 y 9, con el mayor puntaje (9) para transporte con eleva de cargas.

Dentro del área de herramientas la actividad con mayor nivel de riesgo es en la realización de mantenimiento preventivo evaluada con el método RULA con una puntuación de 7 el cual requiere cambios urgentes en la tarea para la disminución del riesgo dentro de este puesto de trabajo, con valores de 3 para postura y patrón de trabajo. En los puestos de trabajo evaluados con RULA, los de puntaje 7 fueron: torneado de piezas y mantenimiento preventivo al molde y limpieza de molde, se requieren cambios urgentes en la tarea.

Finalmente, en la evaluación de PCP, los puestos de mayor riesgo fueron el cuatro y cinco, con un puntaje de 8, lo cual indica que es necesaria la actuación cuanto antes según los criterios evaluados como puntuación de pantalla y periféricos y para sillas.

3.2 Identificación de los factores de riesgo ergonómico asociados a cada una de las actividades que desarrollan los operadores en las áreas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes puestos de trabajo que fueron expuestos con anterioridad se lograron identificar los diferentes riesgos ergonómicos los cuales están dados por postura y repetitividad (posturas forzadas de algún segmento corporal como el cuello, el tronco, los brazos, las manos/muñecas o los pies de manera repetida o prolongada; movimientos repetitivos de los brazos y/o de las manos/muñecas; postura de pie prolongada y postura de pie con las rodillas flexionadas o en cuclillas de manera repetida). Y por fuerza (debido a que se realizan empujes o arrastres de cargas elevadas (carros, bastidores, etc.); y se realizan fuerzas elevadas (aparte de las manipulaciones de cargas) con los dedos, las manos, los brazos, el tronco, las piernas o los pies).

3.3 Determinación de las cargas de trabajo en las actividades de las áreas con mayor criticidad.

De acuerdo con lo establecido en la NOM-036-1-STPS-2018 se determinaron las cargas de trabajo que los operadores tienen permitido realizar en la jornada laboral de acuerdo con su edad y peso de la carga dentro de los puestos de trabajo evaluados. En el área de ISMM la edad de los ocho trabajadores hombres, fluctúa entre 18 y 40 años, sin embargo, el peso permitido de acuerdo con la norma es de 25 máximo. En EMAR se tienen seis trabajadores de los cuales una es mujer, para los hombres cuya edad esta entre 23-52 años, el peso permitido es de 25 mientras que para la mujer es de 20.

Dentro del área de herramientas la determinación de cargas no se realizó debido al peso excesivo que manejan dentro del área es necesario el uso de equipo auxiliar y en el área de PCP administrativo no se realizan levantamiento y descenso de cargas.

Como resultados del cuestionario nórdico de Kuorinka: Dentro Ensamble de maquinaria agrícola y refacciones cuenta con un total de 32 empleados que desempeñan distintas actividades que implican levantamiento manual de cargas. La primera pregunta que se les realizó a los empleados fue si presentaban dolores musculo esqueléticos y las regiones en las que presentan dichas molestias musculares, las principales molestias que presentan son en el cuello, espalda zona lumbar, antebrazo con un porcentaje del 100% y posteriormente las demás partes del cuerpo sin embargo donde presentan menor molestia son en los pies y codos con un porcentaje del 33.33%.

En el área de EMAR donde se observa la presencia de molestias musculo esqueléticas fue del 100 % en hombros, espalda, antebrazo y las menores molestias se presentaron en codo y en los pies, con un porcentaje de afectación del 30%. La siguiente pregunta que se aplicó fue si han cambiado de puesto de trabajo a causa de la presencia de molestias musculares donde el resultado obtenido fue que el 100% en su mayoría no ha cambiado de puesto de trabajo, sin embargo, un trabajador tuvo que cambiar de puesto de trabajo representando el 33.3% en molestias en la mano y muñeca. Los empleados han presentado dolores musculares en los últimos 12 meses en las diferentes zonas del cuerpo teniendo como las más potenciales en el hombro, espalda (zona lumbar y zona dorsal) con un 100% y el 60% de los trabajadores respondió que si ha tenido molestias en mano-muñeca y otras partes superiores del cuerpo como pierna y rodilla. Estos episodios con molestia en los últimos 12 meses han tenido un periodo de duración de entre 1-24 h; sin embargo, dichas molestias y el tiempo de duración de estas nunca han tenido que impedir su trabajo según los resultados obtenidos el 100% de los trabajadores han podido realizar sus actividades durante la jornada laboral. Así mismo de acuerdo con la pregunta "si han presentado molestias en los últimos 7 días" las respuestas fueron sí en la mayor parte del cuerpo con un porcentaje mayor al 50% y en la parte del codo y antebrazo no han presentado molestias. Dentro del área de ISMM y HE las cuales son áreas donde realizan manejo manual de cargas no se realizaron dichos cuestionarios debido a que no presentan dolores en la espalda zona lumbar y zona dorsal, y de acuerdo con lo establecido por la NOM-036-STPS-2018 si no presentan molestias en dichas zonas no es necesario aplicar dicho cuestionario.

Se realizó el diagrama de Ishikawa para determinar las posibles causas de las lesiones musculoesqueléticas (Véase Figura 7).

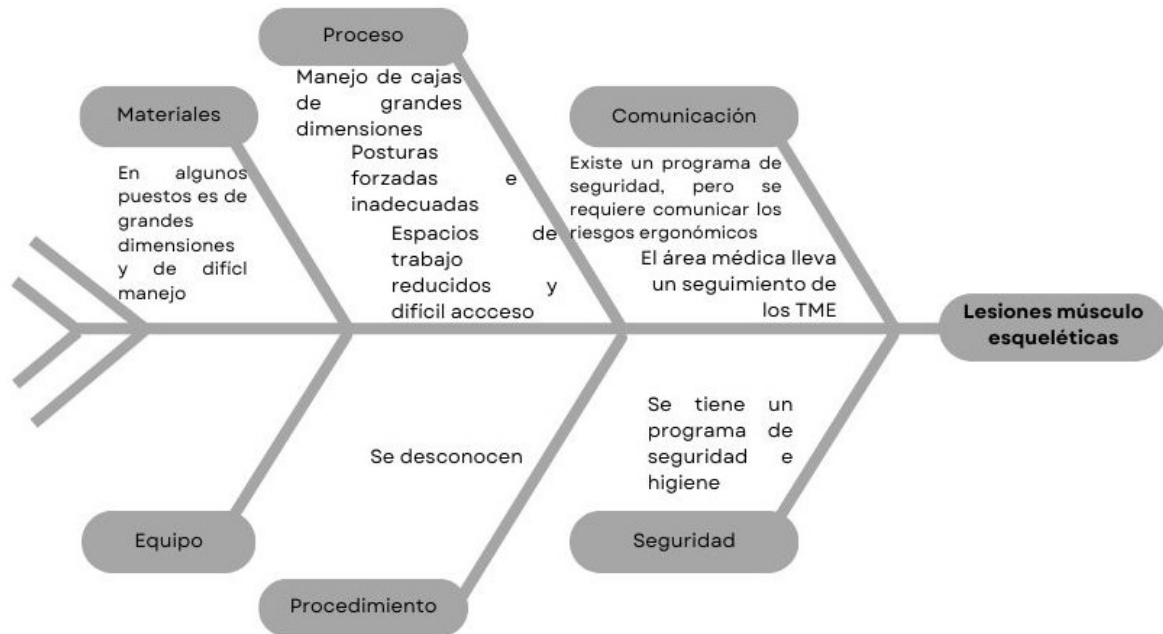


Figura 7. Diagrama de Ishikawa de los trastornos musculoesqueléticos

De acuerdo con los resultados obtenidos se realizó un plan de estrategias a seguir con propuestas de intervención. Se realizó una presentación ejecutiva con el gerente de fábrica, director de operaciones, médico de la planta, supervisor de ensamble de aspersores y al personal con la finalidad de dar a conocer el nivel de riesgo de las actividades que desarrollan en cada una de sus áreas respectivamente y de esta manera exponerles las causas y la solución recomendada mediante las propuestas de intervención, en las áreas de mayor riesgo (véase Tabla 3)

Tabla 3. Propuestas de intervención EMAR e ISMM

Puesto de trabajo	Propuestas de intervención
EMAR	
Empaque de aguilón	1.1 Realizar capacitación sobre el manejo correcto de la carga en equipo para reducir el riesgo de presentar lesiones musculo esqueléticas.
	1.2 Ayudas visuales de la manera correcta de levantamiento y transporte de la carga.
	1.3 Diseñar un sistema de agarre seguro para la carga de aguilón.
Transporte de piezas de aguilón	1.1 Realizar mantenimiento preventivo cada 2 semanas al patín hidráulico para prevenir averías en el equipo.
	1.2 Realizar capacitaciones sobre el manejo correcto del equipo para reducir el riesgo de presentar lesiones musculo esqueléticas.

Puesto de trabajo	Propuestas de intervención
Colocación de rotor en molino.	1.1 Realizar capacitación sobre el manejo correcto de la carga en equipo para reducir el riesgo de presentar lesiones musculo esqueléticas.
ISMM	
Transporte de rebaba de tanque soplado	1.1 Colocarle un sistema de agarre a las jaulas para que permita un mejor manejo de estas.
	1.2 Realizar mantenimiento preventivo cada 2 semanas a las jaulas con ruedas para prevenir averías.
	1.3 Realizar capacitaciones sobre el manejo correcto del equipo para reducir el riesgo de presentar lesiones musculo esqueléticas.
Empaque de aspersora pacto	1.1 Realizar mantenimiento preventivo a las máquinas para evitar el derrame de líquidos en las zonas del área.
	1.2 Dar cumplimiento y seguimiento al programa 5's para mantener el orden y limpieza del área.
Rebabeo de tanque	1.1 Ajustar la altura de la mesa.
	1.2 Comprar un afilador eléctrico para cuchillos.
	1.3 ajustar la temperatura de la máquina y colocar soportes para sostener el aspersor.

3.4 Implementación de estrategias de mejora y simulación, para la prevención de riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo

Una vez expuesto lo anterior ante la organización se llevó a cabo la simulación de uno de los puestos de trabajo más críticos dentro del área de ISMM, con la finalidad de demostrar el impacto que tendría dicha implementación para ello se eligió el puesto de trabajo "rebabeo de tanque soplado" con un nivel de riesgo de 7, el cual requiere cambios urgentes en la tarea. En el modelo actual el operador adopta posturas incómodas tales como, el tronco >60 grados, el brazo lo estira hasta abrazar la aspersora para sostenerla para poder realizar la operación de rebabeo, el cuello lo tiene flexionado >20°, entre otras posturas incorrectas, así mismo mientras esta rebabeando una aspersora sale otra pieza de máquina sopladora el cual provoca una espera el cual hace que al momento de realizar la operación de rebabeo esté más duro el plástico. En el modelo propuesto el operador adopta posturas más confortables tales como, el tronco Flexión entre 0° y 20°, el brazo cuenta con un punto de apoyo, el cuello lo tiene flexionado >10° y ≤20°, entre otras posturas que se mejoraron, así mismo mientras está rebabeando una aspersora se ajustó la temperatura de la máquina sopladora el cual elimina la espera, el cual termina de rebabeo y toma la otra de máquina el cual permite que el plástico sea más fácil de desprenderse y el nivel de riesgo se redujo en un 57.15% en comparación al modelo actual. La simulación en Promodel se realizó para conocer el impacto la propuesta de mejora en el tiempo de realización de la actividad de rebabeo de tanque soplado de acuerdo con la información recolectada sobre la operación, se realizó el modelo actual y el modelo propuesto (figura 8), el modelo actual del proceso de rebabeo de tanque soplado el cual consiste en retirar el sobrante de plástico a 106 piezas en un turno de 8 horas, el cual pasa por 6 locaciones. Una vez al correr la simulación se obtuvo como resultado un tiempo de producción de 8 horas con 45 minutos.

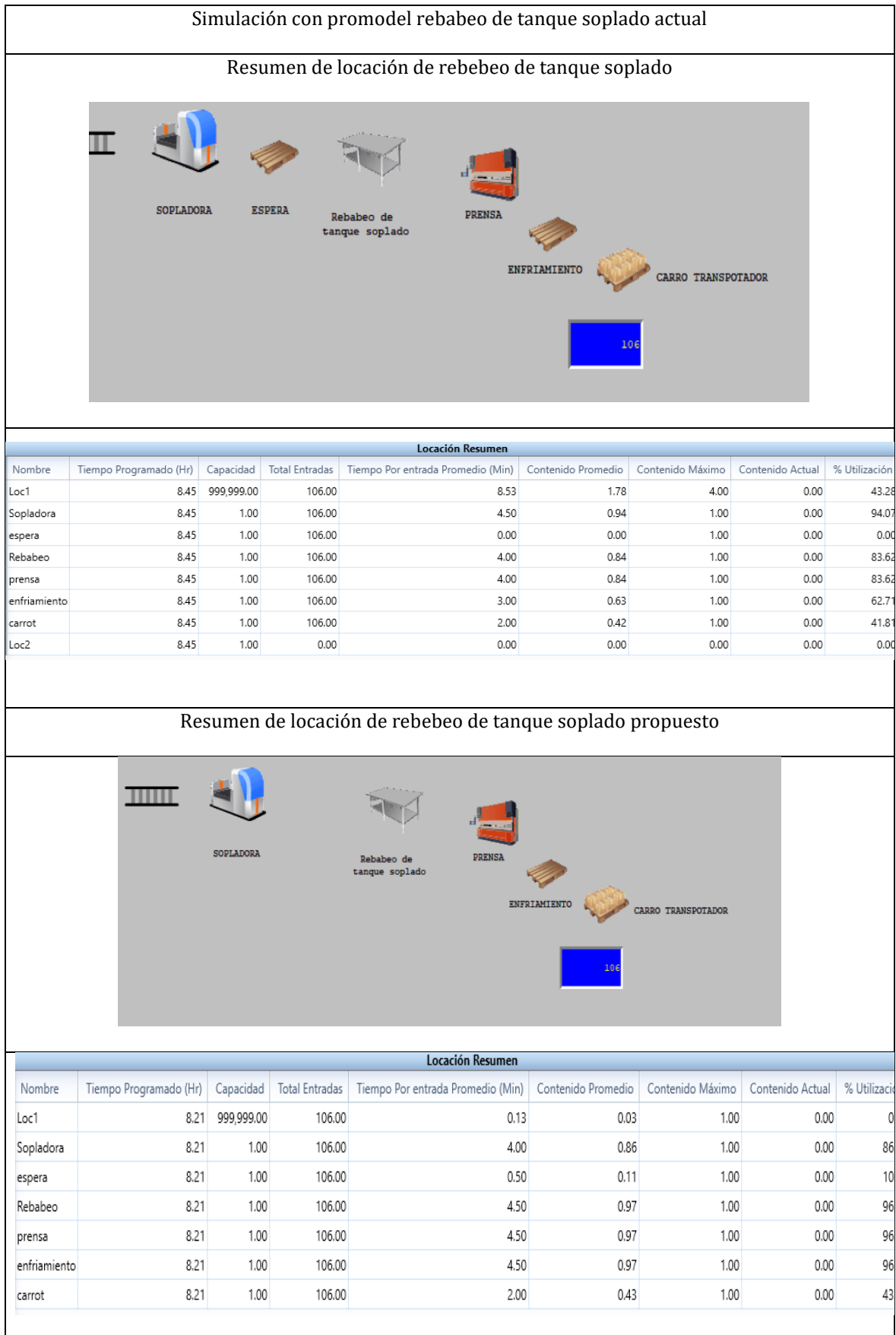


Figura 8. Simulación pro model

De acuerdo con los resultados obtenidos en la simulación se pudo determinar que dicha implementación es viable ya que no afecta el tiempo de realización de la operación aun sin haber un aumento significativamente la productividad, sin embargo, la reducción del nivel de riesgo es muy positiva ya que se redujo en un 57% por lo cual dicha implementación se debe realizar en dicho puesto de trabajo.

Como parte de las estrategias, dentro del área de EMAR se realizó una capacitación en el puesto de trabajo de empaque de aguilón, se realizaron estándares visuales y fueron explicados a los operadores encargados de realizar dicha actividad para una mejor ejecución de la actividad y reducir el nivel de riesgo ergonómico el cual era de 19, es decir, alto significativo. De igual manera se realizó material de capacitación (de higiene postural con la finalidad de mejorar el manejo manual de cargas.

Se realizó un programa de ergonomía, de acuerdo con los criterios de la NOM-036-1-STPS-2018 con la finalidad de llevar a cabo un seguimiento y la implementación de mejoras ergonómicas en los puestos de trabajo evaluados para reducir el nivel de riesgo ergonómico, el resultado de dicha implementación no forma parte de esta investigación, esta quedo a cargo del área de producción de la empresa para implementarse en el siguiente año de acuerdo con su capacidad financiera. Las mejoras propuestas se dividieron en dos etapas, dentro de la primera etapa de mejora se consideró: realizar capacitación sobre el manejo correcto de la carga en equipo para reducir el riesgo de presentar lesiones musculoesqueléticas, agudas visuales; capacitación para la manera correcta de levantamiento y transporte de la carga. En la segunda etapa se propuso realizar lecciones de un punto para el manejo correcto de las cargas, diseñar un sistema de agarre seguro para la carga de aguilón, realizar mantenimiento preventivo cada 2 semanas al patín hidráulico para prevenir averías en el transporte de aguilón.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con base a la actividad de empaque de aguilón económico, la cual se lleva a cabo en el área de ensamble de maquinaria agrícola y refacciones (EMAR). Una vez recolectadas las muestras, se aplicó la prueba t de Student, de los 22 datos, se encontró una media de 15.86, una desviación estándar de 1.08, con un valor de p de 0.000. Por lo que se puede determinar que si existe una disminución estadísticamente significativa en el nivel de riesgo de la actividad una vez implementada la acción de mejora en el empaque de aguilones al 90 % de nivel de confianza. Se comprobó la normalidad de los datos.

Se logró identificar los riesgos potenciales justo como fue aplicado por (Fragoso, 2021) quien contribuyó con los objetivos de salud ocupacional bajo las especificaciones técnicas de la NOM-036-1-STPS-2018 controlando los factores de riesgo ergonómico. Por otra parte, en este estudio con la aplicación del cuestionario Nórdico se recolectaron resultados para determinar con ello dolores o malestares específicos, lo que coincidió con lo aplicado por Viñas (2017); lo que contribuye con una mejora integral a la organización (Muñoz, 2021). Se confirma la confiabilidad del cuestionario nórdico como un instrumento para detectar síntomas entre trabajadores, en tiempos de 7 días a 12 meses tanto en los últimos 12 meses, esta detección permite una canalización al área médica de la empresa, cabe mencionar que en México este cuestionario se aplica dentro de la norma 036- STPS. En el presente estudio se encontró que el 50% de trabajadores a presentado molestias en los últimos 7 días, porcentaje menor a lo mencionado por García (2021) quien comenta que el porcentaje de molestias es mayor a 90%.

En el caso de los métodos utilizados, muestran una gran similitud con los ya aplicados por otras empresas, dejando en claro la eficiencia y severidad de los resultados, como lo es el caso del método RULA que de acuerdo con (Bermudes, 2022) determina que la combinación entre tecnología y un eficiente método ergonómico, son una excelente combinación para una correcta postura del operador en otro estudio donde se aplicaron tres métodos y se correlacionó su efectividad, los resultados

indicaron que el mejor método para predecir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos en diferentes tareas examinadas fue el método RULA (Sadeghi Yarandi, 2019)

De igual forma el método ROSA permite conocer si el diseño de las herramientas y equipo de trabajo es el adecuado para que el trabajador administrativo mantenga una correcta postura, tal como lo menciona (Inga, 2022) al obtener resultados y proponer un programa de gestión de prevención de riesgos laborales, obteniendo así, medidas adecuadas para la base de distintas normativas. (Ron, 2023) al evaluar el nivel de riesgo para la salud y predicción del dolor musculoesquelético encontraron una fuerte correlación positiva entre el riesgo para la salud y las puntuaciones ROSA. Por lo tanto, el considerar mejoras para disminuir el nivel de riesgo, seguramente tendría un efecto en los TME.

En esta investigación se tuvieron resultados favorables con la simulación, lo que concuerda con lo reportado por (Mergarejo et al., 2011) quienes en una empresa alimenticia la simulación en software permitió estimar el posible resultado de cinco mejoras propuestas; resultó que solo una permitió lograr cumplir el volumen de producción y la disminución de riesgos ergonómicos, los resultados de las demás ocasionaban disminución en la producción.

Por otra parte, con las mejoras implementadas por (Lara et al., 2022) se obtuvo un aumento del 11% en niveles medios de productividad, una disminución de los trastornos musculoesqueléticos (TME) y una disminución del 5 % en horas de ausentismo laboral.

La mejora con la capacitación in situ en el estudio, si fue estadísticamente significativa, como lo encontrado por (Chimpay et al., 2020) quienes determinaron la mejora basada en indicadores de eficiencia y eficacia las cuales aumentaron después de la mejora ergonómica, la productividad aumento en un 12 % además de la disminución de riesgo ergonómico.

Sin embargo, la capacitación solo es uno de los pilares para la disminución de riesgo ergonómico, ya que otro de los factores es el reducido tamaño de las áreas de trabajo; resultados similares a lo encontrado en una empresa metalmeccánica, se hizo mención que los trabajadores adoptan posturas forzadas debido a las dimensiones del puesto de trabajo, (Carvajal, 2019).

En el estudio se consideraron mejoras integrales a ser implementadas de manera paulatina, se inició con la capacitación y estándares de trabajo, sin embargo, para resultados en la disminución considerable de los riesgos ergonómicos, es necesario estas mejoras. Se ha reportado que la efectividad de intervención en salud y seguridad ocupacional requiere utilizar mejoras integrales, ya que únicamente la capacitación en levantamiento manual de cargas o hacer únicamente ajustes ergonómica en las estaciones de trabajo mostro resultados inconsistentes (Ardilla, 2013) e incluso (Navarro, 2020) considero la evaluación ergonómica para presentar la propuesta de un sistema con exoesqueleto para reforzar las operaciones del proceso industrial.

Por otra parte, se considero efectivo el medir el riesgo de trabajo después de la mejora implementada, como lo reportan (Lara et al., 2022) quienes mencionan que es necesario reevaluar los resultados de la tarea aplicando los nuevos resultados en los mismos métodos utilizados para asegurar la mejora propuesta.

Finalmente, el análisis ergonómico y las mejoras para que disminuyan los riesgos de trabajo, son parte fundamental de la sostenibilidad ambiental, social y económica de las empresas, así como la educación para la sostenibilidad social (Gajšek, 2022). En México la disminución de riesgos ergonómicos está relacionados con el cumplimiento de la norma 036-1-STPS-2018, pero también de otras normas como 035-STPS-2018, 011- STPS-2001 entre otras de carácter obligatorio para las empresas.

4. CONCLUSIÓN.

Al realizar este proyecto y analizar los diferentes puestos en las áreas de EMAR, ISMM, HE y PCP administrativo, se logró identificar que la empresa cuenta con diversas áreas de oportunidad para lograr una mejora en la ergonomía y de esta manera traer consigo grandes beneficios para la organización, en cuanto al manejo de manual de cargas, la mayoría de las evaluaciones realizadas arrojaron niveles de riesgo alto lo cual son puestos de trabajo que requieren acciones correctivas de manera urgente, ya que al realizar el análisis de las causas, se identificó que uno de los factores que más impacto son las diferentes posturas que adoptan los trabajadores, las condiciones del área y de los equipos que utilizan ya que realizan levantamientos de carga a niveles por encima de la cabeza y por debajo de las rodillas entre otras, las cuales traen consigo distintas molestias musculoesqueléticas en las diferentes zonas del cuerpo.

Así mismo, mediante las propuestas de intervención planteadas se pudo deducir que si es viable su implementación para mejora ergonómica de acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis estadísticos realizado en el proyecto.

REFERENCIAS.

- Ardila Jaimes, C. P. (2013). Riesgo ergonómico en empresas artesanales del sector de la manufactura. *Medicina y seguridad del trabajo*, 102-111.
- Carvajal, J. L. (2019). Estudio ergonómico de operador de pala de extracción minera. *Ergonomía, investigación y desarrollo*, 1(3), 158-173.
- Castañeda Zavala, Y. G. (2014). Industria semillera de maíz en Jalisco: Actores sociales en conflicto. *Sociológica (México)*, 241-279.
- Cervantes, F. &. (2001). *Tipología de ganaderos lecheros de los altos de Jalisco*.
- Chimpay Cáceda, A. M. (2020). *Aplicación de la gestión ergonómica para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa ENERGO*. Tesis, Universidad César Vallejo, Surquillo.
- Cruz Alberto, G. A. (2010). *Ergonomía aplicada*. Bogota: 4ta.
- Cuixart, S. N. (1998). Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH. *CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO ESPAÑA*.
- Cuixart, S. N. (1998). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo*. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/NOGAREDA%20%26%20CANOSA%201998.%20NTP%20477.%20Levantamiento%20Manual%20de%20Cargas.pdf
- Bernardo, M. d. (2007). Estrategias de formación en desarrollo rural sustentable con actores sociales: El caso de la Red de Alternativas Sustentables Agropecuarias de Jalisco. *Estrategias de formación en desarrollo rural sustentable con actores sociales: El caso de la Red de Alternativas Sustentables Agropecuarias de Jalisco*. Andalucía, España, España.
- Del Sol, A. B.-C.-M. (2022). Diseño de un sistema de control de inventario de una tienda de juguetes*. *Ingeniería industrial*, 43, 61-79.
- De Finnegan, E. (2017). *Estudios globales, de Población Y Región III Rezagos de la EcONOMÍA DE JALISCO EN LA APERTURA Económica (1980-2015)*. Zapopan, Jalisco: Página Seis.
- Dimate Aanh Eduardo, R. D. (2017). Percepción de desórdenes musculoesqueléticos y aplicación del método RULA en diferentes sectores productivos: una revisión sistemática de la literatura. *Revista de la Universidad industrial del Santander. Salud*, 49(1), 57-74.
- Estrada, M. A. (2022). *Evaluación ergonómica mediante la aplicación del método rosa y propuesta de intervención en los trabajadores administrativos de la Gerencia de Planeamiento y Desarrollo de la Empresa Electro Sur Este SAA*. Tesis, Universidad Andina, Cusco. Obtenido de Repositorio UAndina: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/5048>
- Gajšek, B. D. (2022). Linking the use of ergonomics methods to workplace social sustainability: The Ovako working posture assessment system and rapid entire body assessment method. *Sustainability*, 14(7), 4301.
- García, S. R. (2021). Gestión del talento humano: Diagnóstico y sintomatología de trastornos musculoesqueléticos evidenciados a través del Cuestionario Nórdico de Kuorinka. *universidad Internacional de Ecuador*.

- Girón, V. M. (1996). *Agricultura y migración en Jalisco*.
- Gómez-Conesa, A. & -G. (2002). Ergonomía. Historia y ámbitos de aplicación. *Fisioterapia*, 24, 3-10.
- Heliodoro, O. G. (2005). *Agricultura, sociedad y espacios productivos en el sur de Jalisco*. Puebla, Puebla, México.
- Herrera-Pérez, L. (2013). El cultivo de Agave tequilana Weber por pequeños productores de Tequila, Jalisco. *Agro Productividad*, 5-6.
- Herrera-Pérez, L. V.-P.-F.-C.-P.-M. (2018). Esquemas de contratos agrícolas para la producción de Agave tequilana Weber en la región de tequila, Jalisco. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 619-637.
- INEGI. (AGOSTO de 2012). *INEGI*. Obtenido de INEGI.
- INEGI. (NOVIEMBRE de 2023). *INEGI.ORG*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA_Def/CA_Def2022_Jal.pdf
- Inga, J. A. (2022). Gestión preventiva de riesgos ergonómicos, mediante el métodos ROSA, RULA en el área administrativa del GAD de la provincia de orellana. . Ecuador, Ecuador, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Jauregui, C. M. (2017). *Capacidades gubernamentales, sociales y económicas*. Guadalajara: Prometeo editores.
- Lara-Lezcano, A. P.-V.-f. (September de 2022). Dysergonomic Risk Management Model to improve welding productivity using the Nordic Questionnaire and the REBA and NIOSH methods: Case of the metal-mechanic sector in Lima, Perú. *Proceedings of the 3rd Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2536-2546.
- Maldonado, A. M. (2020). Validación chilena de la herramienta RAPP para la evaluación del riesgo de empuje y arrastre. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*.
- Menezes, F. (1995). *Agricultura sustentable y pobreza rural. Agroecología y desarrollo sustentable, memorias del 2.º seminario internacional de Agroecología*. Chapingo, México.
- Mergarejo, R. R. (2011). Ergonomía y simulación aplicadas a la industria. *Ingeniería industrial XXXII*, 2-11.
- Mirella, Z. R. (2012). Análisis de riesgos ergonómicos, a través de los métodos REBA Y RULA. *UNEXPO*.
- Mohsen Sadeghi Yarandi, A. A. (2019). Efectividad de tres evaluaciones de riesgos ergonómicos Herramientas, a saber, NERPA, RULA y REBA, para la detección de trastornos musculoesqueléticos. 188-201.
- Montoya, J. I. (2011). Cambio en la cobertura y uso de suelo en el norte de Jalisco, México: Un análisis del futuro, en un contexto de cambio climático. *Ambiente & agua*, 111-128.
- Morales Hernández, J. (2004). Sociedades rurales y naturaleza. En busca de alternativas hacia la sustentabilidad. *Sociedades rurales y naturaleza. En busca de alternativas hacia la sustentabilidad*. Guadalajara, Jalisco, México.
- Morales Perrazo, L. R. (2019). Riesgo ergonómico por levantamiento de cargas: Caso de estudio “Talleres de mantenimiento vehicular de maquinaria pesada”. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 17-26.
- Mora, A. F. (2021). Diagnóstico con base a la NOM-036-1-STPS-2018 para la evaluación de riesgo ergonómico en puestos operativos. Guanajuato, Guanajuato, México: Revista RELAYN.
- Muñoz, E. L. (2021). Estudio de validez y confiabilidad del cuestionario nórdico estandarizado, para detección de síntomas musculoesqueléticos en población mexicana. *Ergonomía, investigación y desarrollo*, 3(10), 8-17.
- Navarro, C. R. (2020). Analysis of Ergonomic Methods used to prevent negative effect i the health of workers in a metallic industry in Mexicalli, México. *Mediterranean Journal of basic And applied sciences*, 33.41.
- NOM-036-STPS. (2018). *NOM 036*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación.
- Ochoa G., H. (2005). *Agricultura, sociedad y espacios productivos en el sur de Jalisco*. Puebla, Puebla, México.
- pesquera, S. d. (19 de marzo de 2022). *Servicio de Información agroalimentaria y pesquera*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/siap/articulos/el-tequila-ha-generado-una-industria-economicamente-muy-activa?idiom=es#:~:text=Jalisco%20es%20la%20entidad%20que,de%20pesos%20en%20el%20estado>.
- Ramos, J. F. (2012). *Cultura, región y sociedad*. Guadalajara: La casa del mago.
- Ramos, J. F. (2012). *Cultura, región y sociedad*. Guadalajara: La casa del mago.
- Rodríguez-Ruíz, Y., & Pérez-Mergarejo, E. (2011). Ergonomía y simulación aplicadas a la industria. *Ingeniería Industrial*, 2-11.
- Ron, M. P.-R. (2023). Nivel de riesgo para la salud y predicción del dolor musculo-esquelético en trabajadores en condiciones de teletrabajo: Un enfoque matricial. *Rehabilitación Interdisciplinaria*, 3-40.

- Salud, O. M. (febrero de 2021). *OMS*. Obtenido de OMS: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Salud, O. M. (Febrero de 2021). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Sadeghi Yarandi, M. S. (2019). Effectiveness of three ergonomic risk assessment tools, namely NERPA, RULA, and REBA, for screening musculoskeletal disorders. *Archives of Hygiene Sciences*, 8(3), 188-201.
- Trejo, I. (2015). Bosques Tropicales Secos. *Revista OKARA: geografía en debate*, 261.274.
- turismo, S. d. (2017). *Gobierno de México*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/sectur/articulos/lagos-de-moreno-jalisco>
- Viñas, J. L. (2017). Evaluación de la higiene postural a través de la aplicación del cuestionario nórdico muscoesquelético en la universidad de Oriente Veracruz. *Universciencia*, 19-32.
- Yordán Rodríguez Ruíz, S. V. (2010). ERIN: Un método observacional para evaluar la exposición a factores de riesgo de desórdenes músculo-esqueléticos. *Convención científica de ingeniería y arquitectura*, 1-7.
- Yunus, M., Jaafar, M., Mohamed, A., Azraai, N., & Hossain, M. (2021). Implementation of Kinetic and Kinematic Variables in Ergonomic Risk Assessment Using Motion Capture Simulation. *Public Health*.
- Zegarra, R. A. (2012). Analisis de riesgos ergonómicos, a traves de los métodos REBA y RULA. *Unexpo*.