

Análisis de Trabajo Seguro Como Soporte para la Evaluación del Riesgo Biomecánico Durante el Transporte de Mercancía con Montacargas: Un Caso De Estudio

Safe Work Analysis as A support for the Biomechanical Risk Assessment During the Transport of Goods with Forklift Trucks: A Case Study

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.5.1.2023.05>

Fecha de recepción: 16/12/2022. Fecha de Publicación: 14/02/2023

Tatiana Cárcamo-Coronado

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)
tcarcamo@cuc.edu.co

Maria-Milena Castilla-Perez

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)
mcastill45@cuc.edu.co

Karol-Viviana Gutiérrez-Suarez

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)
kgutierr29@cuc.edu.co

Nileth Martínez-Santana

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)
nmartine6@cuc.edu.co

Ginna-Andrea Rodríguez-Escobar

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)
grodrigu40@cuc.edu.co

Maria-Karina Suarez-Marengo

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)
msuarez5@cuc.edu.co

Miguel Ángel Ortiz Barrios

Universidad de la Costa CUC, Barranquilla, (Colombia)
mortiz1@cuc.edu.co

Resumen

Este artículo propone el análisis de trabajo seguro enfocado en la evaluación del riesgo biomecánico en actividades de movimiento de mercancía con montacargas realizadas en una compañía logística. El estudio permitirá detallar los movimientos del trabajador y medir el nivel de riesgo biomecánico por medio de un holograma, el cual es una alternativa que admitirá desarrollar operaciones confiables, gestionando la seguridad de forma integral con acciones preventivas. Se utilizará una metodología tipo experimental para validar su funcionalidad, por medio de evaluación ergonómica de puesto de trabajo a través del método REBA (Rapid Entire Body Assessment), en donde se obtuvo un resultado de 7 lo cual evidencia un nivel de riesgo medio con intervención y análisis necesaria. Dicho resultado sugiere efectuar una revisión exhaustiva de las puntuaciones individuales obtenidas para las diferentes partes del cuerpo, así como para las fuerzas, agarre y actividad; con el fin de determinar las correcciones necesarias las cuales incluirían rediseño del puesto o introducción de cambios para mejorar determinadas posturas críticas, también reevaluar dichos cambios para comprobar la efectividad de la mejora.

Palabras clave: Riesgo biomecánico; Seguridad y salud en el trabajo; Tecnología; Análisis de Trabajo Seguro (ATS); Rapid Entire Body Assessment (REBA)

Abstract

This article proposes the use of Job Safety Analysis to evaluate the biomechanical risk in goods movement activities with forklifts carried out in a logistics company. This study will allow detailing the worker's movements and measuring the biomechanical risk level through a hologram, which is an alternative that will allow for developing reliable operations and integrally managing security with preventive actions. An experimental methodology was used to validate its functionality, through ergonomic evaluation of the job through the REBA method, where a result of 7 was obtained, which shows a medium level of risk with intervention and necessary analysis, said result suggests an exhaustive review of the individual cells obtained for the different parts of the body, as well as for the forces, grip, and activity; to determine the necessary corrections, which would include a redesign of the position or introduction of changes to improve certain critical postures, also reassess said changes to check the effectiveness of the improvement.

Keywords: Biomechanical risk; Occupational Safety and Health; Technology; Job Safety Analysis (JSA); Rapid Entire Body Assessment (REBA)

I. Introducción

El riesgo biomecánico se encuentra involucrado en la mayoría de las actividades laborales, con menor o mayor consecuencia dependiendo de la naturaleza de la tarea. Una de las operaciones que más contribuye a este problema es el transporte de mercancías con montacargas, debido a que constituye un factor de riesgo biomecánico por los sobreesfuerzos y posturas incorrectas que el operario puede adoptar en el desarrollo de su trabajo. Fernández et al. (2018) afirma que este tipo de riesgo está asociado con el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos, los cuales representan una carga importante para la sociedad en general, las organizaciones y los propios trabajadores. También confirma que estas condiciones afectan a la población trabajadora, contribuyendo a aumentar el ausentismo, disminuir la productividad y la calidad de vida de los trabajadores con repercusiones económicas relevantes en las empresas.

De acuerdo con Silva, Moreno & Ríos (2020) la naturaleza del trabajo de los operadores de montacargas causa posturas poco ergonómicas teniendo en cuenta los largos períodos de tiempo de operación, la frecuencia y/o la repetitividad con que deben realizar sus funciones. Los autores mencionados realizaron un estudio donde se evaluó el caso de una empresa ubicada en Cundinamarca, donde a través de un tamizaje epidemiológico encontraron que las molestias más representativas en los operarios de montacargas son las de hombro con un porcentaje del 24%, seguido de la molestia de espalda con 21%, también fueron representativas las de cuello con un porcentaje de 18%, con el mismo porcentaje en muñeca y mano, para el dolor lumbar se evidenció en un 13% y en menor porcentaje la molestia en brazo con un 5%. Por lo tanto, se asociaron los factores de riesgo osteomusculares con la realización de labores como montacarguista, y también determinaron que estos factores se incrementan por falta de pausas activas, tiempos de descanso y rotación de las actividades.

Al analizar la empresa logística objeto de estudio dedicada a prestar servicios de almacenamiento y transporte en frío de productos perecederos, se ha encontrado que los niveles más altos de exposición por riesgo biomecánico se dan por sobreesfuerzos y posturas incorrectas en el trabajo realizado por operarios de la máquina de montacargas. De acuerdo con el cuestionario nórdico realizado en el año 2021 al personal, casi el 50% de los operadores de montacargas tienen quejas de dolor en el cuello, comparado con el 30% de los trabajadores de oficina. Los operadores de montacargas usualmente tienen que extender su cuello al cargar y descargar en estantes de gran altura dentro del almacén, también tienen que rotar su cabeza de forma repetitiva al conducir en reversa y al apoyarse de forma lateral para ver de una mejor forma. El dolor es resultado de adoptar posturas de cuello antinaturales, además de acuerdo con el cuestionario se evidenció que las partes del cuerpo que presentan mayor molestia son la zona dorsal o lumbar, muñeca y cuello; con un tiempo de molestia en promedio mayor a un año. Por esta razón, es de suma importancia la elaboración de una herramienta innovadora que permita detallar los movimientos del trabajador y gestionar el riesgo biomecánico en el manejo de cargas en las empresas relacionadas a estas labores.

El objetivo principal del presente proyecto es evaluar el riesgo biomecánico en el transporte de mercancía con montacargas en la empresa caso de estudio. Dentro de los objetivos específicos se encuentra identificar los riesgos biomecánicos mediante Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el método REBA para identificar posturas inadecuadas durante el transporte de mercancía con montacargas. También se busca diseñar un algoritmo matemático que permita medir el nivel de riesgo biomecánico y visualizar las lesiones musculoesqueléticas que los trabajadores podrían sufrir al adoptar posturas inadecuadas, y finalmente validar la funcionalidad del algoritmo matemático por medio de prueba piloto a fin de identificar posibles errores de ejecución.

Tal como se ha expuesto previamente el riesgo biomecánico se encuentra implícito en la mayoría de las actividades laborales, si vemos en el área de transporte de carga constituye todo un factor latente en la consolidación de las compañías logísticas. El ausentismo en empresas con actividades dedicadas al transporte de mercancía por medio de montacargas, así como en cualquier otra actividad, se presenta generalmente como consecuencia de los accidentes, y es un fenómeno que impacta negativamente la productividad y la economía de las empresas, con este proyecto se busca impactar en los siguientes aspectos:

- Seguridad y Salud en el Trabajo: El ATS propuesto es una alternativa que permitirá desarrollar operaciones seguras, gestionando la seguridad de forma integral con acciones preventivas. El enfoque propuesto puede ser soporte para ofrecer garantías al personal involucrado en el cargue y descargue de mercancía, como lo son los auxiliares manipuladores de montacargas.

- Económicamente: El ATS permitirá que la empresa caso de estudio tenga a su disposición e implementación una acción preventiva, que permita llevar un seguimiento de la identificación de los factores de riesgo, causantes de molestias a la salud de los trabajadores, lo cual beneficiara a la empresa puesto que el personal estaría en óptimas condiciones laborales, y no habría sobrecostos por pago de incapacidades, ni enfermedades laborales o indemnización por algún tipo de daño causado en el ejercicio de sus funciones.
- Metodológicamente: La tecnología propuesta va a permitir tener acceso a la información actualizada cada que se requiera y en menor tiempo de elaboración, beneficiando la metodología del seguimiento del SGSST. Se sabe de antemano que existe en la actualidad métodos diseñados para analizar puestos de trabajo y determinar el nivel de riesgo, pero es una información que no va a ser real todo tiempo, ya que estos métodos se ejecutan en un tiempo determinado y en algunos casos solo se conserva como un documento de cumplimiento, por lo cual este holograma va a permitir darle un seguimiento continuo al puesto de trabajo.

De esta forma la aplicación de la presente propuesta resulta de gran importancia para las empresas, debido a que es una herramienta innovadora que se podrá utilizar como método para la gestión y prevención del riesgo biomecánico, beneficiando a las empresas por la mejora de las condiciones laborales, y disminuyendo sobrecostos por pago de incapacidades, enfermedades laborales o indemnización por algún tipo de daño causado en el ejercicio de la actividad.

El presente artículo está organizado de la siguiente manera: La sección 2 presenta la revisión literaria respecto a las tecnologías que se vienen utilizando para la evaluación y gestión del riesgo biomecánico. Por otro lado, la sección 3 muestra la metodología del proyecto conformada por 3 fases relacionadas con cada objetivo específico. Luego en la sección 4 se presentan los resultados parciales obtenidos al desarrollar el primer objetivo del proyecto. Finalmente, en la sección 5 se enuncian las conclusiones.

II. Revisión de literatura

Los métodos tradicionales para evaluar el riesgo biomecánico son técnicas observacionales y cualitativas. Ranavolo, et al. (2020) estudió las fortalezas y debilidades de estos métodos y plantea que una evaluación de las tareas de manipulación manual, basada en sensores portátiles, para el monitoreo y la retroalimentación, puede ser un enfoque clave que lidere una revisión de las Normas Internacionales para la ergonomía humana, con el fin de realizar una evaluación cuantitativa de los riesgos biomecánicos.

Advincula (2021) realizó una encuesta de experiencia del usuario de las tecnologías innovadoras de evaluación de software, disponibles en el mercado, destinadas a evaluar los riesgos ergonómicos relacionados con la industria. En el cual tres de los programas evaluados se basaron en instantáneas fotográficas que capturan la actividad laboral donde el análisis posterior se realiza a través de un juicio profesional competente del riesgo cualitativo, y otros tres dependían de la evaluación de captura de movimiento 3D, donde los movimientos de las extremidades superiores e inferiores de los empleados se capturan, registran y analizan digitalmente. Como resultado se obtuvo que la evaluación de captura de movimiento 3D proporcionó mediciones precisas de las posturas articulares de los empleados y los ángulos posturales. Esta herramienta garantizó la consistencia en la puntuación de riesgo para una actividad laboral relacionada con la industria en particular, ya que el cálculo está estandarizado.

El artículo de Golabchi et al. (2015) explora un marco basado en datos de movimiento, para el análisis ergonómico, que automatiza y visualiza el proceso de evaluación en un lugar de trabajo virtual. Para esto se realizó un análisis ergonómico acoplado con la visualización virtual tridimensional (3D) del entorno de trabajo. El enfoque propuesto utiliza datos de movimiento del modelo 3D del sitio de trabajo para evaluar los factores de riesgo, que pueden producir cargas físicas excesivas en el cuerpo humano, a través de un análisis biomecánico. El autor realiza una evaluación global del riesgo de los trastornos musculoesqueléticos en los movimientos de los trabajadores, y luego utiliza una simulación biomecánica para analizar específicamente los movimientos inseguros, mediante la estimación de las cargas internas en cada articulación corporal seleccionada del trabajador, y el rediseño del movimiento y el lugar de trabajo.

De igual manera los sensores portátiles son utilizados para evaluaciones cuantitativas de riesgos biomecánicos, basados en instrumentales para la prevención de trastornos musculoesqueléticos. Se han utilizado enfoques instrumentales basados en unidades de medición inerciales y sensores de electromiografía de superficie (sEMG) en evaluaciones directas para clasificar las tareas de elevación en categorías de bajo y alto riesgo. Los sensores portátiles también se han utilizado para evaluaciones instrumentales directas en el manejo de cargas bajas a actividades de alta frecuencia mediante el uso de la manifestación mioeléctrica local de la estimación de la fatiga muscular. También se han propuesto enfoques basados en la red de sensores inalámbricos en el cuerpo para la evaluación ergonómica en tiempo real en la fabricación industrial (Ranavolo et al., 2018).

Winiarski et al. (2021) realizó mediciones biomecánicas en una planta de una corporación multinacional automotriz, mediante un sistema de captura de movimiento inercial (MC), donde se evaluó la postura del cuerpo, la posición de las partes del cuerpo, los movimientos, el costo de la energía y las cargas de trabajo, con el fin de evaluar con precisión los movimientos del operador.

Por otro lado, en Indonesia se desarrolló un prototipo de tecnología (PHT) para mejorar las posiciones ergonómicas de las enfermeras al momento de mover a sus pacientes. Los hallazgos demostraron que el prototipo ayudó a reducir las cargas en la parte baja de la espalda, y mejoró las puntuaciones posturales, con una reducción hasta del 62%, obtenidas con el método RULA y REBA (Iridiastadi, Vani, & Yamin, 2020)

Conforti et al. (2020) en su estudio propone una solución para el reconocimiento de patrones posturales a través de sensores portátiles y algoritmos de aprendizaje automático alimentados con datos cinemáticos. Las mediciones de los parámetros cinemáticos, como el rango de movimiento de las articulaciones de las extremidades inferiores y lumbosacras, junto con el desplazamiento del tronco con respecto a la pelvis, se estimaron a partir de un modelo biomecánico de mediciones de unidades de medición inercial inalámbricas (IMU). Todo lo anterior hace parte de las estrategias que deben desarrollarse por las empresas a fin de mejorar las condiciones de trabajo e incrementar la efectividad de la población trabajadora en estado de vejez proyectada para los próximos años (Ortíz-Barrios et al., 2022; Aranda-Rúa et al., 2022).

III. Metodología

La presente propuesta pretende generar una herramienta innovadora que permita detallar los movimientos del trabajador y medir el nivel de riesgo biomecánico en el manejo de cargas. Para el desarrollo de este proyecto se emplearán 3 fases las cuales se muestran en la ilustración 1.

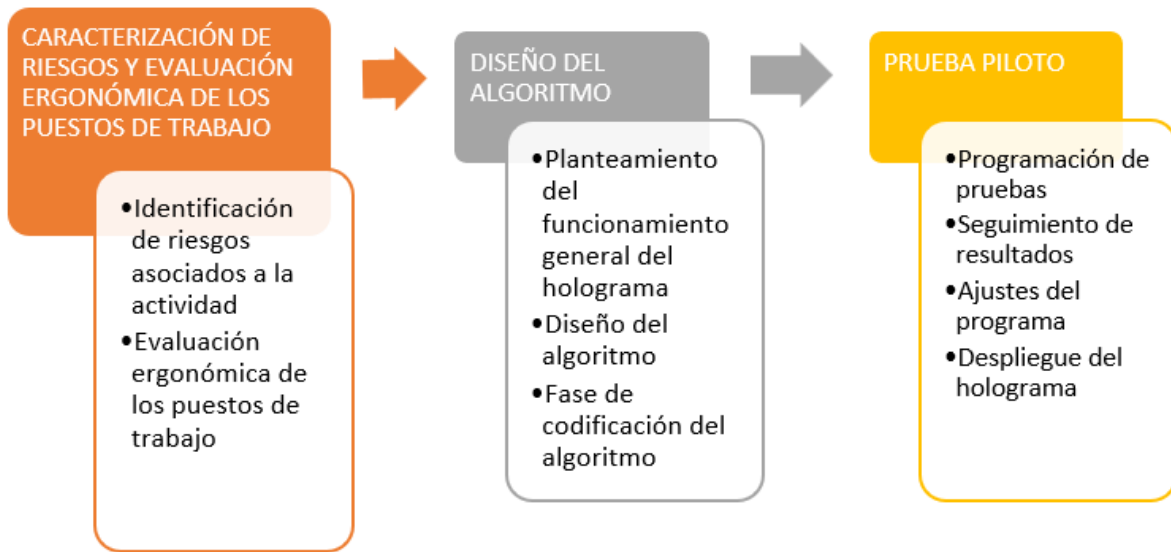


Ilustración 1. Fases del proyecto

Las técnicas a utilizar en cada fase se describen detalladamente en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las fases del proyecto

Objetivos específicos	Fase	Actividad	Técnicas a utilizar
Identificar los riesgos biomecánicos mediante Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el método REBA, para identificar posturas inadecuadas durante el transporte de mercancía con montacargas.	Caracterización de riesgos y evaluación ergonómica de los puestos de trabajo	Identificación de riesgos asociados a la actividad	Análisis de trabajo seguro (ATS)
		Evaluación ergonómica de los puestos de trabajo	Método REBA
Diseñar un algoritmo matemático que permita medir el nivel de riesgo biomecánico y visualizar las lesiones musculoesqueléticas que los trabajadores podrían sufrir al adoptar posturas inadecuadas	Diseño Del algoritmo	Planteamiento del funcionamiento general del holograma	Diagrama de flujo
		Diseño del algoritmo	Pseudocódigo (Lenguaje de programación)
		Fase de codificación del algoritmo	Holograma (Programa)
Validar la funcionalidad del algoritmo matemático por medio de prueba piloto a fin de identificar posibles errores de ejecución.	Prueba piloto	Programación de pruebas	Resultados del holograma (Informes)
		Seguimiento de resultados	Análisis comparativo de los resultados (Informe)
		Ajustes del programa	Pseudocódigo (Lenguaje de programación)
		Despliegue del holograma	Holograma final (Programa)

IV. Resultados

El análisis de trabajo seguro (ATS) un mecanismo documentado que permite evaluar el trabajo, identificar los peligros y recomendar prácticas de trabajo seguro y medidas preventivas, en este caso se utilizó para la identificación de los riesgos asociados a la actividad (ver ilustración 2).

ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO EN MONTACARGAS					
TAREA (S) A REALIZAR:		TRANSPORTE EN MONTACARGAS			FECHA: DD/MM/AA
PLANTA Y/O LUGAR:		AREA:		EMPRESA:	
CLASIFICACION DE LA TAREA		FIRMA JEFE DE TURNO Y/O DUEÑO DEL AREA:			
ALTA CRITICIDAD <input type="checkbox"/>		CRITICA <input type="checkbox"/>		RUTINARIA <input type="checkbox"/>	
ELEMENTO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL REQUERIDO					
Botas dieléctricas	<input type="checkbox"/>	Guantes de camaza con refuerzo	<input type="checkbox"/>	Máscara para gases ácidos y vapores orgánicos	<input type="checkbox"/>
Botas plásticas	<input type="checkbox"/>	Guantes de acero	<input type="checkbox"/>	Amés con línea de vida y punto de anclaje	<input type="checkbox"/>
Careta para soldar	<input type="checkbox"/>	Guantes de neopreno	<input type="checkbox"/>	Vestido aluminizado completo	<input type="checkbox"/>
Protección facial	<input type="checkbox"/>	Protección respiratoria para polvos	<input type="checkbox"/>	Vestido Protección Termica	<input type="checkbox"/>
Mono gafas	<input type="checkbox"/>	Peto	<input type="checkbox"/>	Vestido para protección de sustancias corrosivas	<input type="checkbox"/>
PELIGRO	RIESGO	CONTROL	RESPONSABLE		
Ruido	Exposición a niveles de ruido superiores al límite permitido	1. Estándar de Seguridad de "Equipos de protección personal". 2. Señalización referida al uso de EPPs necesarios.			
Posturas inadecuadas/movimientos bruscos/repetitivos/sobreesfuerzos	Ergonómico por posturas inadecuadas/movimientos bruscos/movimientos repetitivos/sobreesfuerzos	1. Pausas Activas 2. Entrenamiento y Capacitación Holograma 3.			
Equipos/máquinas/objetos en movimiento	Atrapamiento por contacto con equipos, máquinas, objetos en movimiento	1. Estándar de Seguridad de "Resguardo de máquinas y equipos"			
Exceso de Velocidad. - Tránsito de maquinaria pesada. - Ingreso de terceros a zona de trabajo. - Personal interactuando con equipos móviles. - Operación inadecuada de equipos. - Cargas Suspendidas	Atrpello / Volcadura / Colisión / Aplastamiento	1. Estándar de Seguridad de "Señalización industrial" 2. Personal deberá mantener su distancia del montacargas. 3. Capacitación del Operador de Maquinaria Pesada. 4. Se mantendrá la velocidad establecida.			
APROBACIÓN	OPERADOR	FIRMA	APROBACIÓN	OPERADOR	FIRMA
Revalidación 2º día			Revalidación 5º día		
Revalidación 3er día			Revalidación 6º día		
Revalidación 4º día			Revalidación 7º día		

Ilustración 2. Análisis de trabajo seguro para la actividad de montacargas

Se realiza evaluación ergonómica del puesto de trabajo por medio del método observacional REBA, el cual busca calcular el nivel de exposición que un trabajador tiene ante un riesgo a consecuencia de la adopción de posiciones inadecuadas. Para el análisis de la postura se tomaron fotografías de los operarios de montacargas de la empresa caso de estudio, como se muestra en la ilustración 3.



Ilustración 3. Fotografías de montacargas en la empresa caso de estudio

El procedimiento que recomienda esta herramienta de aplicación tiene en cuenta la puntuación según las posiciones de las partes del cuerpo, las mediciones de los ángulos y la medición de la carga/fuerza y actividad muscular. El método divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye las piernas, el tronco y el cuello y el Grupo B, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas).

Evaluación del grupo A:

En la ilustración 4 se muestran las puntuaciones dadas a cada parte del cuerpo, de acuerdo con los ángulos de movimiento.

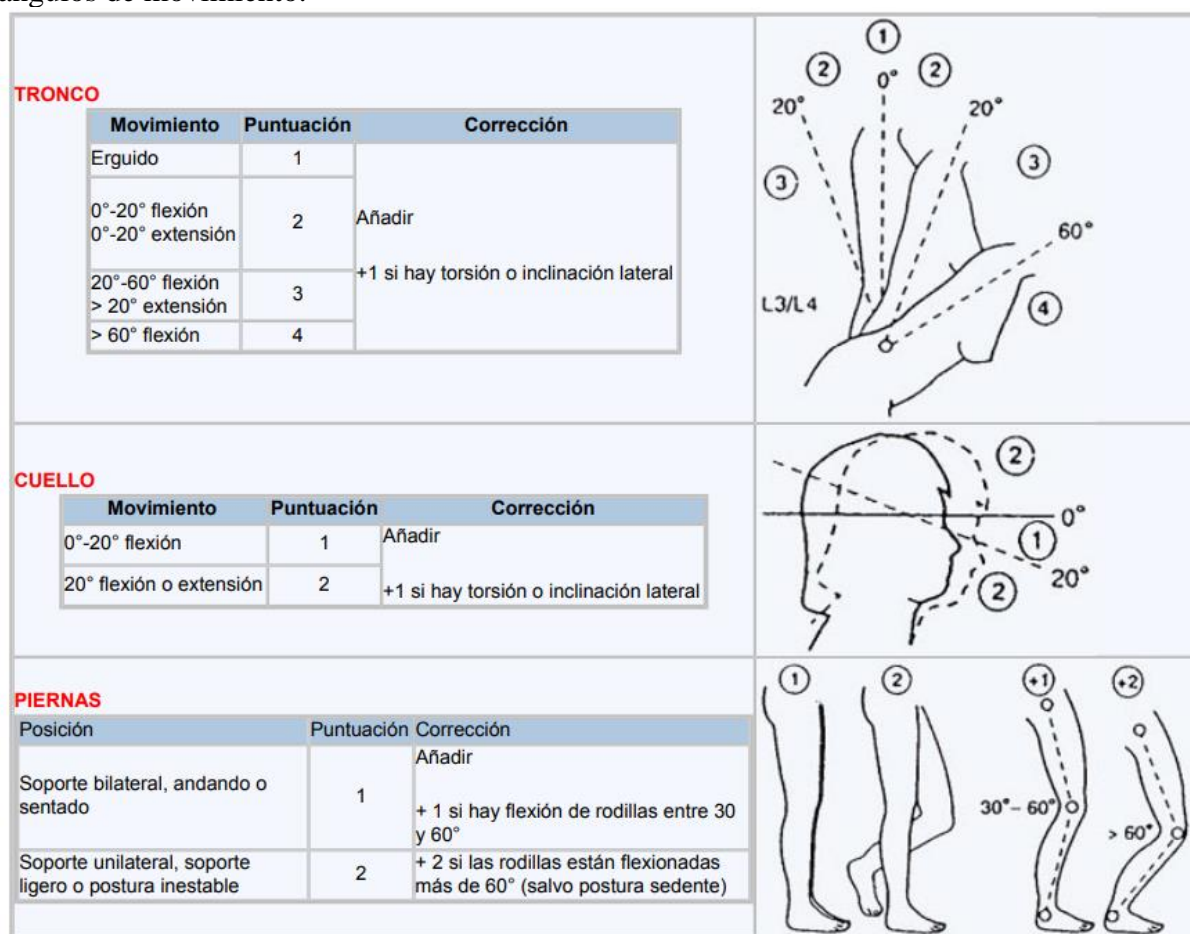


Ilustración 4. Puntuación del grupo A según método REBA (Cuixart, 2001)

Según lo observado se muestran las puntuaciones obtenidas en el grupo A (ver tabla 2)

Tabla 2. Puntuación obtenida en el grupo A

Tronco	Cuello	Piernas
2	2+1 = 3	1+2 = 3

Luego para obtener la puntuación final se realiza la intersección de valores y se suma el factor carga/fuerza. En este caso la intersección dio un valor de 6 y el factor carga/fuerza fue 0 (ver ilustración 5), para una puntuación final de 6 en el grupo A.

TABLA A

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

TABLA CARGA/FUERZA

0	1	2	+1
inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	instauración rápida o brusca

Ilustración 5. Intersección de valores del grupo A

Evaluación del grupo B:

El grupo B tiene en cuenta los movimientos de los brazos, antebrazos y muñecas como se muestra en la ilustración 6.

<p>BRAZOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Posición</th> <th>Puntuación</th> <th>Corrección</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0°-20° flexión/extensión</td> <td>1</td> <td>Añadir</td> </tr> <tr> <td>> 20° extensión 21°-45° flexión</td> <td>2</td> <td>+ 1 si hay abducción o rotación</td> </tr> <tr> <td>46°-90° flexión</td> <td>3</td> <td>+ 1 elevación del hombro</td> </tr> <tr> <td>> 90° flexión</td> <td>4</td> <td>- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad</td> </tr> </tbody> </table>	Posición	Puntuación	Corrección	0°-20° flexión/extensión	1	Añadir	> 20° extensión 21°-45° flexión	2	+ 1 si hay abducción o rotación	46°-90° flexión	3	+ 1 elevación del hombro	> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad	
Posición	Puntuación	Corrección														
0°-20° flexión/extensión	1	Añadir														
> 20° extensión 21°-45° flexión	2	+ 1 si hay abducción o rotación														
46°-90° flexión	3	+ 1 elevación del hombro														
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad														
<p>ANTEBRAZOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Movimiento</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60°-100° flexión</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>< 60° flexión</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>> 100° flexión</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Movimiento	Puntuación	60°-100° flexión	1	< 60° flexión	2	> 100° flexión	2								
Movimiento	Puntuación															
60°-100° flexión	1															
< 60° flexión	2															
> 100° flexión	2															
<p>MUÑECAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Movimiento</th> <th>Puntuación</th> <th>Corrección</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0°-15° flexión/ extensión</td> <td>1</td> <td>Añadir</td> </tr> <tr> <td>> 15° flexión/ extensión</td> <td>2</td> <td>+ 1 si hay torsión o desviación lateral</td> </tr> </tbody> </table>	Movimiento	Puntuación	Corrección	0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir	> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral							
Movimiento	Puntuación	Corrección														
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir														
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral														

Ilustración 6. Puntuación del grupo B según método REBA (Cuixart, 2001)

Según lo observado se muestran las puntuaciones obtenidas en el grupo B (ver tabla 3)

Tabla 3. Puntuación obtenida en el grupo B

Brazos	Antebrazos	Muñecas
2-1 = 1	2	1+1 = 2

Luego para obtener la puntuación final se realiza la intersección de valores y se suma el factor agarre. En este caso la intersección dio un valor de 2 y el factor agarre fue 0 (ver ilustración 7), para una puntuación final de 2 en el grupo B.

TABLA B

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

AGARRE

0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

Ilustración 7. Intersección de valores del grupo B

Finalmente se realiza la intersección de los valores obtenidos en la puntuación A y B, donde se obtiene el valor 6, y se le suma 1 por el tipo de actividad muscular, obteniendo un puntaje final de 7 (ver Ilustración 8). La puntuación final del método REBA fue 7, lo cual evidencia un nivel de riesgo MEDIO con intervención y análisis NECESARIA.

TABLA C

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

Actividad

- +1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
- +1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto.
- +1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

Ilustración 8. Intersección de puntuación A y B

V. Conclusiones

El método REBA permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, del tronco, del cuello y de las piernas, además define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. El resultado determina el nivel de riesgo de padecer lesiones estableciendo el nivel de acción requerido y la urgencia de la intervención. En el presente estudio la puntuación final del método REBA fue 7, lo cual evidencia un nivel de riesgo medio con intervención y análisis necesaria lo cual sugiere la revisión exhaustiva de las puntuaciones individuales obtenidas para las diferentes partes del cuerpo, así como para las fuerzas, agarre y actividad; con el fin de determinar las correcciones necesarias las cuales incluirían rediseño del puesto o introducción de cambios para mejorar determinadas posturas críticas, también reevaluar dichos cambios para comprobar la efectividad de la mejora.

Para poder mantener y favorecer un buen estado de salud, es necesario que se produzca un equilibrio entre la actividad y el descanso, por un lado, y entre las actividades laborales y la capacidad de la persona trabajadora por eso es necesario establecer pautas que contribuyan a promover, prevenir y minimizar los riesgos presentes en la compañía como: fomentar entre los trabajadores la realización de pautas de trabajo seguro para evitar así, los sobreesfuerzos producidos por la adopción de posturas forzadas y la realización de movimientos repetitivos. Evitar la realización de tareas repetitivas por un período superior a 30 minutos. Establecer medidas organizativas, alternar la postura de trabajo, periódicamente. Socializar a los trabajadores sobre la importancia de realizar pausas activas a lo largo de la jornada laboral. Capacitar a personal de la empresa sobre la importancia de adquirir hábitos de higiene postural. Aplicar medidas ergonómicas preventivas de los puestos de trabajo considerando las características de los trabajadores, siendo de trascendental importancia el autocuidado, la capacitación al personal y las pausas activas. Como trabajo futuro se propone implementar un método de visualización holográfica que permita hacer un estudio global de la actividad realizada por un trabajador, permitiendo observar detalladamente en 360 grados cada movimiento y ángulos de las secciones corporales de una persona. El holograma Piramidal 360 es una herramienta innovadora que podrá utilizar el Técnico de Prevención para elaborar un análisis ergonómico más profundo y con puntos de vista diferente, al tener una visión completa de cada postura, ángulo y movimiento. El operador de montacargas podrá analizar y observar sus propios movimientos y posturas durante la realización de su tarea, generando un autoaprendizaje de las mejoras en movimientos repetitivos y corrigiendo las posturas forzadas.

VI. Financiamiento

Este proyecto contó con el apoyo total de los autores y la Universidad de la Costa CUC.

Referencias

- [1] Advincula, B. (2021). User Experience Survey of Innovative Softwares in Evaluation of Industrial-Related Ergonomic Hazards: A Focus on 3D Motion Capture Assessment. In SPE Annual Technical Conference and Exhibition. OnePetro.
- [2] Aranda-Rúa, D. P., del Pilar Gómez-Fernández, M., de la Cruz, M. P., Peralta-Núñez, Q. A., Ortíz-Barrios, M., & Borrero-López, L. (2022). Diseño de herramientas para la detección y atención temprana de emergencias en empresas de producción: Un caso de estudio. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 4(1).

- [3] Conforti, I., Mileti, I., Del Prete, Z., & Palermo, E. (2020). Measuring biomechanical risk in lifting load tasks through wearable system and machine-learning approach. *Sensors*, 20(6), 1557.
- [4] Cuixart, S. N. (2001). NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- [5] Fernandes, C. S., Couto, G., Carvalho, R., Fernandes, D., & Ferreira, P. (2018). Self-reported work-related musculoskeletal disorders among health professionals at a hospital in Portugal. *Revista brasileira de medicina do trabalho : publicacao oficial da Associacao Nacional de Medicina do Trabalho-ANAMT*, 16(3), 353–359. <https://doi.org/10.5327/Z1679443520180230>
- [6] Golabchi, Alireza & Han, Sanghyeok & Seo, Joonoh & Han, Sanguk & Lee, SangHyun & Al-Hussein, Mohamed. (2015). An Automated Biomechanical Simulation Approach to Ergonomic Job Analysis for Workplace Design. *Journal of Construction Engineering and Management*. 141. 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000998.
- [7] Iridiastadi, H., Vani, T., & Yamin, P. A. R. (2020). Biomechanical Evaluation of a Patient-Handling Technology Prototype. *International Journal of Technology*, 11(1), 180-189.
- [8] Ortiz-Barríos, M., Silvera-Natera, E., Petrillo, A., Gul, M., & Yucesan, M. (2022). A multicriteria approach to integrating occupational safety & health performance and industry systems productivity in the context of aging workforce: A case study. *Safety Science*, 152 doi:10.1016/j.ssci.2022.105764
- [9] Ranavolo, A., Ajoudani, A., Cherubini, A., Bianchi, M., Fritzsche, L., Iavicoli, S., ... & Draicchio, F. (2020). The sensor-based biomechanical risk assessment at the base of the need for revising of standards for human ergonomics. *Sensors*, 20(20), 5750.
- [10] Ranavolo, A., Draicchio, F., Varrecchia, T., Silveti, A., & Iavicoli, S. (2018). Wearable Monitoring Devices for Biomechanical Risk Assessment at Work: Current Status and Future Challenges—A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 2001. MDPI AG. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15092001>
- [11] Silva Colmenares, L. T., Moreno Rodríguez, A. D., & Ríos Hernández, A. J. (2020). Diseño de la propuesta de mitigación de los factores de riesgo ergonómicos a los que están expuestos los montacarguistas de la empresa CA&L SA.
- [12] Winiarski, S., Chomałowska, B., Molek-Winiarska, D., Sipko, T., & Dyvak, M. (2021). ADDED VALUE OF MOTION CAPTURE TECHNOLOGY FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY INNOVATIONS. *Human Technology*, 17(3), 235-260. doi:10.14254/1795-6889.2021.17-3.4