

**35. ANÁLISIS DE LA SOBRECARGA
BIOMECÁNICA EN OPERARIOS DEL ÁREA
PRODUCCIÓN EN EMPRESAS DEDICADAS A
LA FABRICACIÓN DE PLÁSTICO**

**ANALYSIS OF THE BIOMECHANICAL
OVERLOAD IN OPERATORS OF THE
PRODUCTION AREA IN COMPANIES
DEDICATED TO THE MANUFACTURE OF
PLASTIC**

Adriana María Castellanos Muñoz⁷⁰, Paola Andrea Quintana⁷¹

Fecha recibido: 02/09/2021

Fecha aprobado: 23/11/2021

**IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN,
EMPRESA Y SOCIEDAD – CIDIEES**

*Derivado del proyecto: Análisis de la Sobrecarga Biomecánica en Operarios del Área de
Producción en Empresas Dedicadas a la Fabricación del Plástico.*

Institución financiadora: Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.

⁷⁰ *Licenciada en biología, Universidad pedagógica Nacional, Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Docente, Corporación Universitaria Minuto de Dios, acastellan9@uniminuto.edu.co.*

⁷¹ *Fisioterapeuta, Fundación Universitaria Maria Cano, Especialista en ergonomía, Escuela Ccolombiana de Rehabilitación, Docente, Institución, Corporación Universitaria Minuto de Dios. pquintana@uniminuto.edu.co.*

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito, cuantificar la sobrecarga biomecánica por movimientos repetitivos, posturas forzadas y mantenidas, aplicando las normas ISO (ISO 11228-3) y UEN (EN 1005-5) y checklist OCRA., en 200 trabajadores del área de producción, en 5 empresas del sector de Manufactura. Dentro de los principales hallazgos se encontró que, en la mayoría de las organizaciones se evidencia una exposición al riesgo biomecánico significativamente alto, derivado de la carga física presente en cada una de las tareas realizadas; así mismo, se observó que los operarios realizan las tareas en posturas estáticas por tiempos prolongados, lo que causa fatiga y debilidad muscular, que fuerza al segmento de cabeza y cuello estar fuera de los rangos permitidos de los ángulos de confort de las tareas.

De acuerdo con lo anterior, las empresas deben evaluar los controles administrativos y operativos pertinentes para rediseñar las diferentes tareas evaluadas, permitiendo alternar las posturas entre sedente y bípedo y así disminuir la carga física. A su vez, se debe diseñar un programa de riesgo biomecánico para cada una, de tal manera que se reduzca la exposición al peligro biomecánico, de lo contrario a mediano y largo plazo posiblemente aumenten el número de trabajadores con sintomatología asociada a desórdenes músculos esqueléticos, evidenciando un ambiente laboral poco saludable y que pone en riesgo el bienestar físico y mental de los trabajadores.

PALABRAS CLAVE: *Peligros biomecánicos, Movimientos repetitivos, Posturas forzadas, Carga física, Método OCRA.*

ABSTRACT

The purpose of this work is to quantify the biomechanical overload due to repetitive movements, forced and maintained postures, applying the ISO (ISO 11228-3) and UEN (EN 1005-5) and OCRA checklist standards, in 200 workers in the area of production, in 5 companies in the Manufacturing sector. Among the main findings, it was found that, in most organizations, there is a significantly high exposure to biomechanical risk, derived from the physical load present in each of the tasks performed; Likewise, it was observed that the operators perform the tasks in static postures for prolonged times, which causes fatigue and muscle weakness, which forces the head and neck segment to be outside the permitted ranges of the comfort angles of the tasks.

In accordance with the above, companies must evaluate the pertinent administrative and operational controls to redesign the different tasks evaluated, allowing to alternate the postures between sitting and standing and thus reducing the physical load. In turn, a biomechanical risk program must be designed for each one, in such a way as to reduce exposure to biomechanical danger, otherwise, in the medium and long term, the number of workers with symptoms associated with musculoskeletal disorders may increase, evidencing an unhealthy work environment that puts the physical and mental well-being of workers at risk

KEYWORDS: *Biomechanical hazards, Repetitive movements, Strained postures, Physical load, OCRA method.*

INTRODUCCIÓN

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) derivados de actividades laborales cada año va en aumento, según la OMS (2021) “aproximadamente 1710 millones de personas en todo el mundo padecen estos trastornos”. este tipo de dolencias son las que más están afectando a los trabajadores en Europa y esto hace que haya un mayor sobre costo para las empresas debido a la inversión que deben realizar para mejorar las condiciones de los trabajadores. (EU-OSHA, 2021)

Para Suramérica el panorama no es distinto, y por ello es importante que el abordaje de los peligros biomecánicos sea imprescindible al interior de las organizaciones, debido a que estos trastornos se manifiestan como consecuencia de diversos factores, como físicos, administrativos, psicosociales y biomecánicos, entre otros, que no han sido controlados adecuadamente.

El sector de manufactura en Colombia, esta diferenciado en producción, ventas y empleo, en el primero vinculación laboral depende del tamaño de la empresa y la actividad económica que realiza, eso ha impactado en la formalización de los trabajadores en el sector de manufactura y por ello, aproximadamente el 30% de la contratación es de tipo informal; así mismo, la empleabilidad por género en el sector es homogéneo, es decir, que se encuentra casi la misma proporción de hombres y mujeres laborando en actividades industriales, indicando que no hay una variación significativa que indique desigualdad según el sexo. (DANE, 2021). A su vez, las actividades y tareas desarrolladas en este tipo de industrias de producción, incluyen en su gran mayoría, movimientos repetitivos, manipulación de cargas, postura forzadas y estáticas y otras exigencias de trabajo que desde la perspectiva biomecánica afecta negativamente la salud de los trabajadores y los deja mas expuestos a la manifestación de trastornos musculoesquelético por sobrecarga biomecánica.

Continuando con lo anterior, es pertinente comprender que, al momento de realizar actividades y tareas en cargos operativos, está presente la carga física, ya sea por los desplazamientos que deba hacer el trabajador, el transporte manipulación de cargas y la postura del cuerpo durante la duración de los ciclos de trabajo. Lo anterior exige, que el trabajador tenga unas condiciones biológicas que permita dar respuesta a ese tipo de exigencias y que la carga física varíe de persona a persona. (Mas,2015) En este sentido, es necesario que en los contextos laborales se evalúe el esfuerzo que determinadas posturas

exige a los trabajadores y como este esfuerzo puede causar sobrecarga en ciertas estructuras corporales.

En las posturas dinámicas existe cambios continuo musculares y contracciones isométricas, que pueden generar algún cambio en los movimientos de las articulaciones, por ello es relevante realizar el análisis del tronco, cabeza, cuello brazos y resto del cuerpo postura estática /dinámica, rango de movimientos, frecuencias bajas y altas, evaluando los riesgos que puedan estar asociados a las presuntas enfermedades de origen osteomuscular.

De acuerdo con la literatura consultada, no se han encontrado estudios para Colombia que estimen la sobrecarga biomecánica en procesos industriales asociados a la producción de plásticos, por ello, el presente trabajo cobra relevancia y ofrece una oportunidad para mostrar la importancia de realizar dichos trabajos en procesos industriales. De acuerdo con esto, El propósito de esta investigación es de evaluar y cuantificar la sobrecarga biomecánica en los diferentes segmentos del cuerpo derivada de la postura mantenida y dinámica en trabajadores del sector del plástico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, exploratorio, que busco medir y cuantificar la sobrecarga en segmentos corporales que pudiesen generar desórdenes por trauma acumulativo. El estudio se desarrolló en cinco empresas del sector privado; la población estuvo conformada por un total de 200 trabajadores pertenecientes al proceso de producto terminado de plástico.

Dentro de los criterios de Inclusión para la selección de la muestra se tuvo en cuenta que pertenecieran al área de producción de las diferentes empresas y que llevarán más de un año de antigüedad en su cargo, se tomaron como criterios de exclusión el personal que llevara menos de un año de antigüedad, que el trabajador hubiera sido recientemente reubicado en el área o con restricciones y por último que presentará alguna patología crónica ya diagnosticada al momento del estudio.

Para el análisis de la sobrecarga, se utilizó la evaluación rápida de riesgos ergonómicos por posturas mantenidas, posterior a la aplicación del método rápido en donde

la respuesta es Sí, se procede a realizar la aplicación directa del método software Ergo EPM Postural, porque puede valorar y cuantificar cual es el segmento que tiene sobrecarga biomecánica, y así poder establecer un proceso de diseño de sistemas de trabajo con base en el resultado de la valoración y así mejorar las condiciones de trabajo, dentro del contexto laboral y por último se aplicó el Método OCRA, un método ampliamente referenciado en normas ISO, que posibilita su uso en puestos de trabajo que incluye diferentes tareas y evalúa el manejo de movimientos y esfuerzos repetitivos de las extremidades superiores.

RESULTADOS

La muestra de la población analizada tiene un promedio de edad de los 23 a 53 años de edad, con formación secundaria completa, el 50% de la muestra tiene una antigüedad de 10 a 15 años en la empresa, con contratación directa y el otro 50% con promedio de 5 a 10 años de antigüedad contratada por temporales. La población de la mayoría de las empresas no cuenta con formación adicional a la media que permita mejorar sus condiciones laborales dentro de las compañías porque no pueden ascender debido a que carecen de conocimientos especializados que los pueda ubicar en un cargo diferente del que ostentan actualmente.

Otro aspecto relevante es la edad, consideran que se encuentran en una edad que impide vincularse fácilmente en otro empleo y evitan incumplir con sus actividades por miedo a perder su empleo.

Al analizar las actividades que realizan, todas las tareas se realizan en posición sedente en un tiempo que corresponde al 90% de la jornada laboral de 8 horas (estas tareas se realizan en silla de asiento bajo), y algunas máquinas deben ser usadas solamente en postura bípeda, lo que impide sentarse durante el turno de 8 horas y hasta doce horas (cuando se realizan horas extras).A su vez se observó, que las empresas no tienen establecido un régimen de rotación de tareas, puesto que, en la mayoría de las tareas, se realizan en el mismo gesto biomecánico, no hay diferencias de categorías profesionales u ocupaciones, ni están asociadas las ocupaciones al nivel de estudios o a la antigüedad en la empresa o en el servicio.

Con base en el tipo de calificación de peligro Biomecánico, y en la necesidad de realizar la evaluación cuantitativa de sobrecarga por movimientos repetitivos y posturas forzadas y mantenidas, aplicando el método OCRA. Se encontró en las tareas evaluadas

riesgos biomecánicos ligados a movimientos repetidos, posturas mantenidas o forzadas, manipulación manual de cargas, aplicación de fuerzas entre otras. A su vez no se puede desconocer que en el desarrollo de las tareas se evidenció exposición a factores psicosociales laborales, debido a las altas exigencias de trabajo y los cortos periodos de descanso que impide recuperarse de la fatiga producto de las posturas mantenida, ya que, estas empresas tienen horarios de 24 horas de manera continua, distribuida en 3 horarios de trabajo, que inicia con el turno de 6 a 2 pm, de 2 pm a 10 pm y 10 pm a las 6 am. Esto último puede aumentar el riesgo de manifestarse de manera más rápida trastornos músculo-esqueléticos.

Evaluación rápida de riesgos ergonómicos por posturas mantenidas

Permite realizar la evaluación con el fin de poder cualificar la sobrecarga biomecánica.

Tabla 1. Evaluación rápida

Evaluación Rápida	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5
Cabeza y Tronco	Si	Si	Si	Si	Si
Extremidades Superiores	Si	Si	Si	Si	Si
Extremidades Inferiores	Si	Si	Si	Si	Si

Con base en la aplicación del método OCRA se presentan a continuación los resultados del método evaluado en las 5 empresas de las actividades que generan más impacto en cada uno de los segmentos, de acuerdo al análisis del método estos son los resultados:

Tabla 2. Ítems generales de Evaluación del método Ergo Epm Postural

Dinamica	Postura o movimiento	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5
Tronco	Flexion /Extension de tronco	Aceptable	No aceptable	Aceptable	No aceptable	Aceptable
	Flexion lateral de tronco	No aceptable	Aceptable	Aceptable	No aceptable	No aceptable
	Torsion de Tronco	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable
Cabeza y cuello	Linea de vision de cabeza y cuello	Aceptable	Aceptable	No aceptable	Aceptable	No aceptable
	Torsion de cuello	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable
Brazos	Flexion /Extension de l brazo	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable
	Abduccion de brazo	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable
Estatica	Postura o movimiento	Valoracion	Valoracion	Valoracion	Valoracion	Valoracion
Cabeza y cuello	Linea de vision de cabeza y cuello	No aceptable	Aceptable	No aceptable	Aceptable	Aceptable

Con base en los resultados del análisis en las 5 empresas en donde se realizó el estudio general del riesgo. A continuación, se describe la calificación:

Empresa 1 de las tareas seleccionadas para el análisis en postura dinámica en el segmento del tronco, la carga dinámica es media, por lo que es coherente con base con el ciclo de la tarea, para el segmento de la cabeza y cuello la carga física es media, puesto que las tareas son realizadas por dentro de los ángulos de confort que establece la metodología, y para el segmento de los brazos, la carga física es alta, coherente con los rangos biomecánicos y los ángulos de confort que establece la metodología, y en la postura estática el segmento de cabeza y cuello se encuentra fuera de los ángulos de confort de las tareas.

Empresa 2 : de las tareas seleccionadas para el análisis en postura dinámica en el segmento del tronco la carga dinámica es media, para el segmento de la cabeza y cuello la carga física es media puesto que las tareas son realizadas por dentro de los ángulos de confort que establece la metodología, y para el segmento de los brazos, la carga física es alta coherente con los rangos biomecánicos y los ángulos de confort que establece la metodología, y en la postura estática el segmento de cabeza y cuello se encuentra fuera de los rangos permitidos de los ángulos de confort de las tareas.

Empresa 3 : de las tareas seleccionadas para el análisis en postura dinámica en el segmento del tronco la carga dinámica es media, para el segmento de la cabeza y cuello la carga física es media puesto que las tareas son realizadas por dentro de los ángulos de confort

que establece la metodología, y para el segmento de los brazos, la carga física es alta coherente con los rangos biomecánicos y los ángulos de confort que establece la metodología, y en la postura estática el segmento de cabeza y cuello se encuentra fuera de los rangos permitidos de los ángulos de confort de las tareas.

Empresa 4 : de las tareas seleccionadas para el análisis en postura dinámica en el segmento del tronco la carga dinámica es alta, para el segmento de la cabeza y cuello la carga física es media puesto que las tareas son realizadas por dentro de los ángulos de confort que establece la metodología, y para el segmento de los brazos, la carga física es alta coherente con los rangos biomecánicos y los ángulos de confort que establece la metodología, y en la postura estática el segmento de cabeza y cuello se encuentra dentro de los rangos permitidos de los ángulos de confort de las tareas.

Empresa 5 : de las tareas seleccionadas para el análisis en postura dinámica en el segmento del tronco la carga dinámica es media, para el segmento de la cabeza y cuello la carga física es alta puesto que las tareas son realizadas por dentro de los ángulos de confort que establece la metodología, y para el segmento de los brazos, la carga físico es alta coherente con los rangos biomecánicos y los ángulos de confort que establece la metodología, y en la postura estática el segmento de cabeza y cuello se encuentra dentro de los rangos permitidos de los ángulos de confort de las tareas.

De acuerdo a los estudios realizados por el instituto de seguridad e higiene el trabajo, las molestias musculo esqueléticas más frecuentes son cuello, hombros, brazos antebrazos, codos, manos, muñecas, espalda alta, espalda baja, caderas, rodillas y tobillos, coherentes con el tipo de postura que en este estudio se está analizando, (instituto de seguridad e higiene del trabajo 2019).

De acuerdo a las evaluaciones anteriores de Ergo EPM Postural de las tareas evaluadas del personal incluido en la muestra de trabajo, en donde se encontró que hay a carga física por postura dinámica y postura estáticas sin poder evidencia el análisis específico de los miembros superiores, por lo anterior, por lo cual se realiza la valoración específica en miembros superiores, por los que se realiza la evaluación de miembros superiores por medio de la metodología OCRA.

Posterior a la evaluación de posturas dinámicas y mantenidas se procede a realiza la evaluación de miembros superiores mediante la aplicación del método OCRA en el software de Ocrá Multitarea compuesto de Miembros superior derecha e izquierda. A continuación, se describen los resultados de las tareas evaluadas.

Tabla 3. Tabla de resultados de Guía Método Ocrá

																				Indice Checklist Ocrá					Nivel de Riesgo					
																				De 0 a 2.2					Acceptable					
																				De 2.3 a 3.5					Muy leve					
																				De 3.6 a 9					Significativo					
																				Más de 9					Elevado					
ACTIVIDADES	TIEMPO DE RECUPERACION		FRECUENCIA DE MOVIMIENTO		DER	IZQ	HOMBRO		CODDO		MUÑECA		MANOS - DEDOS		ESTEROTIPO		POSTURAS FORZADAS		FUERZA		FAC.DE RIESGO COMPLEMENTARIO		INDICE DE RIESGO		EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 3	EMPRESA 4	EMPRESA 5	NIVEL DE RIESGO
	DER	IZQ	DER	IZQ			DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ						
Preparacion de materiales	4	4	4	4	7	9	12	4	15	19	15	19	15	19	15	19	15	19	15	19	15	19	22	22	7	8	6	7	6	Significativo
Troquelar	3	4	4	4	11	10	4	17	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	23	21	6	7	6	6	6	Significativo
Armado	4	3	3	3	7	3	11	9	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	21	24	5,6	5,4	5,9	5,9	5,9	Significativo
Terminado	3	4	4	4	9	4	15	8	12	10	12	10	12	10	12	10	12	10	12	10	12	10	20	23	7	6	6	6	6	Significativo
Empaque Final	4	4	4	4	10	9	4	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	18	22	7	6	7	8	8	Significativo

Dentro de la evaluación de miembros superiores con el método Ocrá se encontró que los gestos técnicos como agarrar, coger, recoger, posicionar dentro de las tareas evaluadas están con sobre carga biomecánica en los segmentos de miembros superiores, generando fatiga a nivel de miembros superiores alto por el tipo de gesto Biomecánico.

Se pudo observar es que el índice global de riesgo calculado en los procesos está por encima del nivel definido por la herramienta como significativo, incluso los índices de riesgo para otras tareas fueron muy superiores al nivel recomendado, lo cual indica que es pertinente realizar acciones inmediatas que disminuya la carga física y ofrecer alternativas para el desarrollo de las tareas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con respecto a los hallazgos, es importante implementar medidas preventivas de manera inmediata que contribuyan a disminuir la fatiga y a mejorar las posturas de los trabajadores durante la ejecución de las tareas. A su vez, desde la gestión administrativa, debe reorganizarse los modelos de trabajos, turnos y reparto del tiempo de trabajo, para ofrecer mayor espacio de reposos y recuperación de las estructuras que están manifestando sobrecarga, de tal manera que se puede evitar la manifestación de trastornos musculoesqueléticos en miembros superiores.

Se recomienda a las empresas realizar un mejoramiento de los puestos de trabajo que corrija las posturas de trabajo evitando que las estructuras se salgan de sus ángulos de confort y así evitar el sobre esfuerzo en las estructuras de los miembros superiores.

Por último, se debe diseñar un programa de riesgo biomecánico para cada una, de tal manera que se reduzca la exposición al peligro biomecánico, de lo contrario a mediano y largo plazo posiblemente aumenten el número de trabajadores con sintomatología asociada a desórdenes músculos esqueléticos, evidenciando un ambiente laboral poco saludable y que pone en riesgo el bienestar físico y mental de los trabajadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el trabajo (2021). Trastornos Musculoesqueléticos. Recuperado de: <https://bit.ly/3kKiF2m>

Astudillo Izurieta, A. A., & Belduma Valverde, J. V. (2019). PREVALENCIA DE SINTOMATOLOGÍA MUSCULOESQUELÉTICA EN TRABAJADORES QUE REALIZAN LABORES DE PALETIZADO MANUAL EN HACIENDAS DE BANANO DEL CANTÓN EL GUABO (Master's thesis).

Natarén, J. J., & Elío, M. N. (2004). Los trastornos musculoesqueléticos y la fatiga como indicadores de deficiencias ergonómicas y en la organización del trabajo. *Salud de los Trabajadores*, 12(2), 27-41.

DANE (2021) Informe sobre cifras de empleo y brechas de género. Recuperado de: <https://bit.ly/3kQpYFP>

Díaz, J. J. S. (2016). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la salud (Doctoral dissertation, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

Organización Mundial de la Salud (2021). Trastornos Musculoesqueléticos. Recuperado de: <https://bit.ly/3DCXxnh>

Mas, D (2015). Análisis biomecánico estático coplanar. Recuperado de: <https://bit.ly/3jBPpv4>

Morales, C., & Marcial, J. (2020). Evaluación de las posturas forzadas en trabajadores administrativos que usan pantalla de visualización de datos y su asociación a trastornos musculoesqueléticos

Natarén, J. J., & Elío, M. N. (2004). Los trastornos musculoesqueléticos y la fatiga como indicadores de deficiencias ergonómicas y en la organización del trabajo. *Salud de los Trabajadores*, 12(2), 27-41.