

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE UN PUESTO DE TRABAJO EN EL SECTOR METALMECÁNICO

ERGONOMIC EVALUATION OF A WORKPLACE IN A METAL-MECHANIC SECTOR

Larissa Valdenebro Olea¹, Mauricio López Acosta^{1,*}, Aarón Fdo. Quirós Morales¹, Luis Carlos Montiel Rodríguez¹, Jesús Enrique Sánchez Padilla¹.

RESUMEN

Se presenta un estudio descriptivo para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo realizado en una empresa del sector Metalmeccánico, que tuvo como propósito identificar los factores de riesgo de tipo músculo-esquelético para los trabajadores y el nivel de riesgo de los mismos. Para ello se utilizaron los métodos de evaluación del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) el cual permite evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga, ofreciendo como resultado el peso máximo recomendado, y el método OWAS (Sistema de Análisis de Posturas de Trabajo Ovako) que basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas de espalda, brazos y piernas por el trabajador, además del peso de la carga durante el desarrollo de su tarea, encontrándose evidencia que las posturas adoptadas en la tarea tienen posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético del operador y un riesgo alto por levantamiento de cargas.

Palabras clave: Ergonomía, Músculo-esquelético, Posturas, Manejo de Cargas.

ABSTRACT

It is presented a descriptive study in a company of the metal mechanical sector for ergonomic evaluation of a workplace where the purpose was to identify the risks of musculo-skeletal type to which they are exposed workers as well as the level that they reach. Two ergonomic evaluation methods were used: the NIOSH (National Institute for Occupational Health and Safety) method which allows to evaluate tasks that are carried out by lifting of loads, offering as a result the recommended maximum weight, and the OWAS (analysis of positions of work with the Ovako system) method that bases its results in the observation of the different positions taken by the back, the arms and legs of the worker, in addition to the weight of the load handled during the development of its task. It was found evidence that the positions adopted in the task they have may cause damage to the musculo-skeletal system of the operator and there is a high risk by lifting of loads.

Keywords: Ergonomics, musculoskeletal, positions, handling of loads.

¹Departamento de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Sonora, Navojoa, Son. México

* Autor para correspondencia: mlopeza@itson.edu.mx

Recibido: 23.10.2014 Aceptado: 20.01.2016

INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de la ergonomía según Melo (2009), es la adaptación del medio al hombre, dejando a un lado el encasillamiento del concepto en el área de trabajo. La ergonomía suele definirse como la humanización del trabajo y el confort laboral. En el sector del metal existen numerosas tareas con alta carga física (manipulación de cargas pesadas, posturas de trabajo inadecuadas, alta repetitividad de movimientos, entre otros). Según datos de las Condiciones de Trabajo y Relaciones Laborales presentadas en el Anuario de Estadísticas Laborales y de Asuntos Sociales del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (MTAS, 2012) en España, en la rama de actividad Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria en el año 2012 hubo 1039 enfermedades profesionales en hombres y mujeres, 419 con baja y 620 sin baja en trabajadores de dicho sector.

La Manipulación Manual de Cargas (MMC) es una de las principales causas de accidentes de trabajo graves y se ha estimado que más de una cuarta parte de todas las lesiones relacionadas con el trabajo industrial están directamente relacionadas con el MMC, en donde muchas de estas lesiones surgen del manejo inadecuado de materiales, en Estados Unidos se reporta que el 60% de las personas que sufren lesiones en la espalda baja ésta fue ocasionada por un sobreesfuerzo. (Fredericks *et al.*, 2008).

En México, según las memorias estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social (STPS, 2014), en el año 2010 se registraron 403336 accidentes de trabajo, 3466 enfermedades de trabajo y 22389 incapacidades de trabajo. En la industria del metal en el mismo año se subsidiaron 107,913 días. En Sonora, los operadores de máquinas herramienta hombres ocupan el primer lugar en accidentes de trabajo en el año 2011 con un 7.8% y mujeres ocupan un segundo lugar con un 8,8% por debajo de vendedoras y demostradoras de tiendas y almacén con un 17,9%.

De acuerdo con Larson (2012), trabajando en la empresa 3M se estableció una meta de mejora en la ergonomía durante cinco años para reducir en un 75% la exposición más alta de riesgo WMSD (desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo) para el año 2008, usando la herramienta EJA (Evaluación Ergonómica del Trabajo). Al finalizar el quinto año, se obtuvo que el 73% de las exposiciones de mayor riesgo identificadas fueran eliminadas mediante la aplicación combinada de rediseño del trabajo, implementación de controles de ingeniería y controles administrativos. En las localizaciones en EUA de la empresa, desde 2004 al inicio del 2010, se tuvo una reducción del 55% de incidentes ergonómicos, una reducción del 74% en la tasa de casos de incidentes en tiempo restringido, y una reducción del 40% en la tasa de pérdida de tiempo, comparado con las tasas finales de 1990. A pesar de los resultados alcanzados Pires (2012) menciona que algunas empresas tienen la conciencia de que es necesario actuar sin embargo pueden surgir barreras que dificultan la decisión, por ejemplo: la dificultad de evaluar las tareas debido a la existencia de diversos métodos, que incluso con ventajas, presenta también limitaciones y que a veces sólo se utilizan con eficacia por las personas "capaces" (dependiendo de la experiencia y la sensibilidad del evaluador), dificultad para determinar "qué" y "cómo", incluidas las medidas preventivas o correctivas y el diseño de los lugares de trabajo (qué parámetros a considerar); los costos asociados con la implementación de los cambios necesarios, dificultad para hacer el retorno de la inversión con estas medidas, es decir, determinar el costo / beneficio no siempre se puede traducir en números, sobre todo en el corto plazo).

En la organización bajo estudio con base a las listas de verificación aplicadas a los trabajadores se pudo observar que la falta de información para efectuar levantamientos y las tareas están afectando la salud de los trabajadores. La empresa del giro metal-mecánica mostró según la lista de Mercé *et al.* (2010) que 87% de los trabajadores presentan riesgos por levantamiento, el 75% presenta riesgos por posturas y según la lista de Lifshitz and Armstrong (1986) el 50 % de los trabajadores presenta riesgos por repetitividad (Figura1).

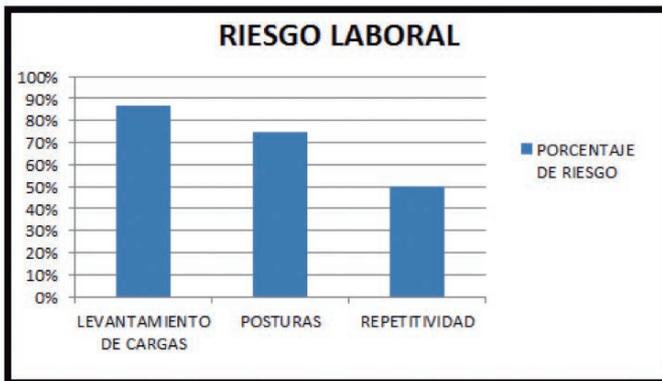


Figura 1. Gráfica de riesgo laboral

Por lo tanto el planteamiento del problema se define como ¿Cuál es el grado de riesgo ergonómico que se presenta en los puestos de trabajo?

Se postula que el mal diseño de los puestos de trabajo está afectando la salud e integridad de los trabajadores. Investigaciones en este campo confirman una relación entre la carga musculoesquelético expresada como una función de parámetros que describen la postura, la fuerza y tiempo de secuencias, y la incidencia de los Transtornos Músculo Esqueléticos (TME). Esto significa que una carga de trabajo adecuada puede reducir el riesgo de los TME en desarrollo. Factores biomecánicos de postura y la fuerza ejercida son los factores documentados más importantes relacionados con las estaciones de trabajo, (Roman-Lui, 2014).

Por lo anterior el objetivo de esta investigación es: determinar el grado de riesgo ergonómico a los que está expuesto el operador, mediante la utilización de los métodos NIOSH (Eller, 1994) y OWAS y desarrollar propuestas de mejora.

Método ecuación de NIOSH

La ecuación revisada de carga de NIOSH (Eller, 1994), determina el límite de peso recomendado (RWL), a partir del cociente de siete factores, que serán explicados más adelante, siendo el índice de riesgo asociado al levantamiento, el cociente entre el peso de la carga levantada y el límite de peso recomendado para esas condiciones concretas de levantamiento, carga levantada Índice de levantamiento.

Tabla 1. Ecuación de NIOSH revisada (Eller, 1994)

NIOSH
RWL= LC*HM*VM*DM*AM*FM*CM
LC: Constante de carga HM: Factor de distancia horizontal VM: Factor altura DM: Factor desplazamiento vertical AM: Factor de asimetría FM: Factor de frecuencia CM: Factor de agarre
$IL = \frac{\text{Peso de la carga levantada}}{RWL}$

Finalmente, conocido el valor del Índice de Levantamiento puede valorarse el riesgo que entraña la tarea para el trabajador. NIOSH (Eller, 1994) considera tres intervalos de riesgo:

- Si Li es menor o igual a 1 la tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas.
- Si LI está entre 1 y 3 la tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
- Si LI es mayor o igual a 3 la tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Método OWAS

La aplicación del método OWAS (Ovako Working Analysis System) de acuerdo a Asensio *et al.*, (2012) basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, permitiendo identificar hasta 252 posiciones diferentes como resultado de las posibles combinaciones de la posición de la espalda (4 posiciones), brazos (3 posiciones), piernas (7 posiciones) y carga levantada (3 intervalos).

La primera parte del método, de toma de datos o registro de posiciones, puede realizarse mediante la observación “*in situ*” del trabajador, el análisis de fotografías, o la visualización de videos de la actividad tomados con anterioridad.

Una vez realizada la observación el método codifica las posturas recopiladas. A cada postura le asigna un código identificativo. El término “Código de postura” será utilizado en adelante para designar dicha relación.

En función del riesgo o incomodidad que representa una postura para el trabajador, el método OWAS distingue cuatro Niveles o “Categorías de riesgo” que enumera en orden ascendente, siendo, por tanto, la de valor 1 la de menor riesgo y la de valor 4 la de mayor riesgo.

Así pues, realizada la codificación, el método determina la Categoría de riesgo de cada postura, reflejo de la incomodidad que supone para el trabajador. Posteriormente, evalúa el riesgo o incomodidad para cada parte del cuerpo.

Finalmente, el análisis de las Categorías de riesgo calculadas para las posturas observadas y para las distintas partes del cuerpo, permitirá identificar las posturas y posiciones más críticas.

Codificación de las posturas observadas:

El método asigna cuatro dígitos a cada postura observada en función de la posición de la espalda, los brazos, las piernas y de la carga soportada, configurando de este modo su “Código de postura”.

Para aquellas observaciones divididas en fases, el método añade un quinto dígito al “Código de postura”, dicho dígito determina la fase en la que ha sido observada la postura codificada:

Posición de la Espalda	Posición de los Brazos	Posición de las Piernas	Cargas	Fase
------------------------	------------------------	-------------------------	--------	------

Figura 2. Esquema de codificación de las posturas observadas
Fuente: Asensio *et al.*, 2012

A continuación se detalla la forma de codificación y clasificación de las posturas propuesta por el método:

Posiciones de la espalda: Primer dígito del “Código de postura”

El primer miembro a codificar es la espalda. Para establecer el valor del dígito que lo representa se debe determinar si la posición adoptada por la espalda es derecha, doblada, con giro o doblada con giro. El valor del primer dígito del “Código de postura” se obtiene consultado la tabla que se muestra a continuación (Tabla 2).

Tabla 2. Codificación de las posiciones de la espalda

Posición de espalda	Primer dígito del código de postura
Espalda derecha. El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas.	1
Espalda doblada. Existe flexión del tronco.	2
Espalda con giro. Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°.	3
Espalda doblada con giro. Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea.	4

Fuente: Asensio *et al.*, 2012

Seguidamente, se analiza la posición de los brazos. El valor del segundo dígito del “Código de postura” es 1 si los dos brazos están bajos, 2 si uno está bajo y el otro elevado y, finalmente, 3 si los dos brazos están elevados, tal y como muestra la siguiente tabla de codificación (Tabla 3).

Tabla 3. Codificación de las posiciones de los brazos

Posición de los brazos	Segundo dígito del Código de postura.
Los dos brazos bajos Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros.	1
Un brazo bajo y el otro elevado Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros.	2
Los dos brazos elevados Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros.	3

Fuente: Asensio *et al.*, 2012

Posiciones de las piernas: Tercer dígito del “Código de postura”

Con la codificación de la posición de las piernas, se completan los tres primeros dígitos del

“Código de postura” que identifican las partes del cuerpo analizadas por el método. La tabla 4 proporciona el valor del dígito asociado a las piernas, considerando como relevantes 7 posiciones diferentes.

Tabla 4. Codificación de las posiciones de las piernas

Posición de las piernas	
Sentado	1
De pie con las dos piernas rectas con el peso equilibrado entre ambas.	2
De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas.	3
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas.	4
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado entre ambas.	5
Arrodillado. El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.	6
Andando	7

Fuente: Asensio *et al.*, 2012

Cargas y fuerzas soportadas: Cuarto dígito del “Código de postura”

Finalmente, se debe determinar a qué rango de cargas, de entre los tres propuestos por el método, pertenece la que el trabajador levanta cuando adopta la postura. La consulta de la Tabla 5 permite al evaluador asignar el cuarto dígito del código en configuración, finalizando en este punto la codificación de la postura para estudios de una sola tarea (evaluación simple).

Tabla 5. Codificación de la carga y fuerzas soportadas,

Cargas y fuerzas soportadas	Cuarto dígito del Código de postura
Menos de 10 Kilogramos.	1
Entre 10 y 20 Kilogramos	2
Más de 20 Kilogramos	3

Fuente: Floria & Maestre (2008)

Codificación de fase: Quinto dígito del “Código de postura”

El quinto dígito del “Código de postura”, identifica la fase en la que se ha observado la postura, por lo tanto, este valor sólo tendrá sentido para aquellas observaciones en la que el evaluador, normalmente por motivos de claridad y simplificación, decide dividir la tarea objeto de estudio en más de una fase, es decir, para evaluaciones de tipo “Multi-fase”.

El método original, no establece valores concretos para el dígito de la fase, así pues, es el criterio del evaluador el que determine dichos valores.

Una vez realizada la codificación de todas las posturas recopiladas se procede a la fase de clasificación por riesgos:

Categorías de riesgo

El método clasifica los diferentes códigos en cuatro niveles o Categorías de riesgo. Cada Categoría de riesgo, a su vez, determina cuál es el posible efecto sobre el sistema músculo-esquelético del trabajador de cada postura recopilada, así como la acción correctiva a considerar en cada caso.

Tabla 6. Categoría de riesgo y acción correctiva

Categoría de Riesgo	Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Acción correctiva
1	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Fuente: Asensio *et al.*, 2012

Nota: a cada categoría de riesgo se le ha asignado un código de color con el fin de facilitar su identificación en tablas.

Finalizada la fase de codificación de las posturas y conocidas las posibles categorías de riesgo propuestas por el método, se procede a la asignación de la Categoría del riesgo correspondiente a cada "Código de postura". La tabla 7 muestra la Categoría de riesgo para cada posible combinación de la posición de la espalda, de los brazos, de las piernas y de la carga levantada.

Tabla 7. Tabla de clasificación de las Categorías de Riesgo de los "Códigos de postura"

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

Fuente: Asensio *et al.*, 2012

Una vez calculada la categoría del riesgo para cada postura es posible un primer análisis. El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos hasta el momento permitirá la interpretación de los valores del riesgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento de aplicación del método, consistió en:

- 1). Determinar la operación y el trabajador a ser evaluado con los distintos métodos.
- 2). Observar al trabajador durante un periodo.
- 3). Tomar video y fotos durante la observación del trabajador sin interrumpir la tarea para la realización de los métodos NIOSH (Eller, 1994) y OWAS.
- 4). Tomar los datos pertinentes de origen y destino para la realización del método Ecuación de NIOSH (Eller, 1994)
- 5). Calcular los factores multiplicadores de la ecuación de NIOSH (Eller, 1994) para la tarea en el origen y en el destino del levantamiento.
- 6) Determinar el valor del Peso Máximo Recomendado (RWL) para origen y destino del levantamiento mediante la ecuación de NIOSH (Eller, 1994)
- 7). Calcular el Índice de Levantamiento.
- 8). Revisar video y detener cada 30 segundos para capturar una observación en el programa WinOwas y parar hasta obtener las observaciones deseadas.
- 9) Concentrar datos obtenidos en el programa WinOwas en una hoja de cálculo Excel y realizar cálculo de porcentajes y gráficas deseadas.
- 10) Por último se determinaron las posturas críticas en función a la categoría de riesgo y su frecuencia.

RESULTADOS

El análisis del método OWAS se realizó mediante un video tomado al operador de la máquina rectificadora, el cual se detuvo cada 30 segundos para el análisis de la posición con el programa WinOwas, del cual se tienen los siguientes resultados:

Resultados NIOSH operación: Rectificado

En esta etapa se determinó las medidas necesarias para el cálculo de los factores multiplicadores origen y destino: distancia horizontal, distancia vertical, desplazamiento, ángulo, frecuencia y el tipo de agarre figura 3.

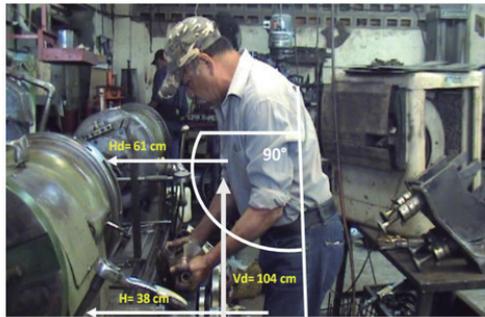


Figura 3. Medidas de factores

Determinación de factores multiplicadores

Factor Horizontal: Este factor penaliza los levantamientos en los que la carga se levanta alejada del cuerpo y se obtuvo con la siguiente fórmula: $HM = \frac{25}{H}$

Origen $HM = \frac{25}{38} = 0,65$

Destino $HM = \frac{25}{61} = 0,4$

Factor Vertical: Penaliza levantamientos con origen y destino en posiciones muy bajas o muy elevadas. Para su determinación se utilizó la siguiente fórmula:

$VM = (1 - 0,003 | V - 75 |)$

Y nos da un valor de:

Origen $VM = (1 - 0,003 | 0 - 75 |) = 0,77$

Destino $VM = (1 - 0,003 | 104 - 75 |) = 0,91$

Desplazamiento vertical: Penaliza los levantamientos en los que el recorrido vertical de la carga es grande. Para su cálculo se empleó la fórmula:

$$DM = 0,82 + \frac{4,5}{D}$$

La diferencia obtenida entre la altura de la carga al inicio y al final del levantamiento es 104 cm en ambos casos, el resultado obtenido es el mismo tanto para la el cálculo del origen y del destino.

$$DM = 0,82 + \frac{4,5}{104} = 0,86$$

Ángulo de asimetría: Sanciona los levantamientos que requieran torsión del tronco. Si en el levantamiento la carga empieza o termina su movimiento fuera del plano sagital del trabajador se trata de un levantamiento asimétrico. El factor de simetría se calculó con la siguiente fórmula:

$AM = 1 - (0,0032 A)$

Los resultados obtenidos son:

Origen $AM = 1 - (0,0032 (90)) = 0,71$

Destino $AM = 1 - (0,0032 (0)) = 1$

Frecuencia de levantamiento: Penaliza los levantamientos realizados con mucha frecuencia, durante periodos largos o sin tiempo de recuperación. Y este se determina Factor de Frecuencia: Factor obtenido de tabla de frecuencia.

MF = 0,85

Factor de agarre: Cálculo del factor de agarre.

CM = 1

La tabla 8 agrupa los datos obtenidos en el análisis realizado de la tarea de rectificaco (figura 4), dividiéndolos en origen y destino.



Figura 4. Levantamiento de carga

Tabla 8. Datos de origen y destino para ecuación de NIOSH

Peso del objeto (kg.)	Distancia de las manos (cm)				Distancia Vertical (cm)	Angulo asimétrico		Frecuencia de levantamiento Lev./min.	Duración (horas)	Agarre del objeto
	Origen		Destino			Origen	Destino			
CC	H	V	H	V	D	A	A	F		C
23	38	0	61	104	104	90	0	0,85	2-8 h	1

En la tabla 9 se muestran los factores multiplicadores obtenidos para la ecuación de NIOSH y el cálculo de dicha ecuación obteniendo el peso máximo recomendado para la tarea de rectificaco.

Tabla 9. Tabla de factores multiplicadores y peso máximo recomendado.

	PMR = CC x MH x MV x MD x MAS x MF x MC =									Peso máximo recomendado
ORIGEN	PMR =	23	0,65789474	0,775	0,863269231	0,71	0,85	1		6,126763716
DESTINO	PMR =	23	0,40983607	0,913	0,863269231	1	0,85	1		6,315009012

En la tabla 10 se muestra el cálculo del índice de levantamiento obtenido con los pesos máximos recomendados y el actual peso de la carga (25 kg).

Tabla 10. Índice de levantamiento (IL).

ORIGEN	Índice de levantamiento =	3,75402106	Incremento peligroso del riesgo
DESTINO	(IL)	3,64211673	Incremento peligroso del riesgo

Los resultados obtenidos del análisis de levantamientos de la carga en el origen se tuvo un peso de 6,12 kg bajo las condiciones de la tarea, y en el destino de 6,31 kg. con un índice de levantamiento en el origen fue de 3,75 y en el destino de 3,64, con lo que se puede decir que en el origen de la carga se tiene un mayor peligro y por lo cual se deben tomar medidas para la prevención de lesiones en el trabajador.

Resultados OWAS Operación: Rectificado.

Se obtuvieron en total **124** observaciones y se identificaron **28** posturas diferentes, de las cuales se determinaron las distintas frecuencias por código con su respectivo porcentaje y categoría de riesgo, lo cual se indica en la tabla 11.

Tabla 11. Observaciones del método OWAS

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frecuencia	% Frecuencia	Riesgo
1	1	1	2	1	21	17	1
2	3	1	2	1	6	5	1
3	3	3	2	1	2	2	1
4	1	1	2	3	1	1	1
5	1	1	7	2	1	1	1
6	1	3	2	1	1	1	1
7	1	2	2	1	8	6	1
8	3	2	2	1	2	2	1
9	3	3	2	2	2	2	1
10	1	1	7	1	1	1	1
11	1	1	7	3	1	1	1
12	3	1	3	1	1	1	1
13	2	1	2	1	26	21	2
14	2	2	3	1	4	3	2
15	1	2	5	1	2	2	2
16	2	1	6	1	1	1	2
17	2	2	2	1	15	12	2
18	2	3	2	1	3	2	2
19	4	1	2	1	2	2	2
20	2	1	5	1	5	4	3
21	2	1	2	3	3	2	3
22	2	2	4	1	1	1	3
23	2	1	4	1	7	6	3
24	2	1	5	3	1	1	3
25	4	1	4	1	4	3	4
26	3	1	5	2	1	1	4
27	3	1	5	1	1	1	4
28	4	1	5	1	1	1	4

En la tabla 12 se identifican las posturas más críticas del trabajador, las posturas de mayor riesgo fueron la 23 y 25, las cuales fueron elegidas por el nivel de riesgo y la frecuencia presentada.

Tabla 12. Posturas críticas

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frecuencia	% Frecuencia	Riesgo
20	2	1	5	1	5	4	3
21	2	1	2	3	3	2	3
22	2	2	4	1	1	1	3
23	2	1	4	1	7	6	3
24	2	1	5	3	1	1	3
25	4	1	4	1	4	3	4
26	3	1	5	2	1	1	4
27	3	1	5	1	1	1	4
28	4	1	5	1	1	1	4

En la postura 23 se tiene la espalda doblada, brazos por debajo de hombros, con dos piernas flexionadas y una carga menor a 10 kg como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Postura 23

En la postura 25 se tiene la espalda doblada y girada, brazos por debajo de los hombros, las dos piernas flexionadas y una carga menor a 10 kg, como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Postura 25

En la tabla 13 se pueden observar los porcentajes obtenidos en cada categoría de riesgo (mostrados en la tabla 6), de los cuales el mayor porcentaje está en la categoría 2 con 43%, que indica: Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético. Pero se puede ver que se obtuvo en un 6% del riesgo más alto que es la categoría 4, el cual indica: La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético, por lo que se deben tomar medidas correctivas en la tarea.

Tabla 13. Porcentaje de las categorías de riesgo identificadas

Riesgo	%
1	38
2	43
3	14
4	6

En la tabla 14 que indica la frecuencia en posturas de espalda adoptadas por el trabajador. Se puede observar que la de mayor frecuencia está en la opción de espalda doblada con un 53%, ya que la mayoría del tiempo el trabajador realizó la tarea en dicha posición.

Tabla 14. Frecuencia de posturas en espalda adoptadas por el trabajador

ESPALDA	Posturas observadas	Posturas observadas (%)
Derecha	36	29
Doblada	66	53
Con giro	15	12
Doblada con giro	7	6

DISCUSIÓN

A partir de la aplicación de metodologías de evaluación ergonómica en el manejo manual de materiales es posible identificar las situaciones críticas y evaluar los riesgos inherentes a las tareas, y a partir del conocimiento de las situaciones críticas, se actúa con las medidas correctivas necesarias (Pires, 2012). En este caso de estudio, se pudo observar que el trabajador presenta grandes riesgos musculoesqueléticos. La mayor parte de su jornada laboral está activo sin tener ningún descanso y con un gran porcentaje de posturas forzadas.

Investigaciones en el sector metalmeccánico han concluido que la instalación de ayudas mecánicas tales como ascensores neumáticos, cintas transportadoras, y/o manejo de materiales automatizado, sin duda, permiten disminuir el riesgo de lesiones en la espalda de los trabajadores, desafortunadamente para muchas empresas generalmente se encontrará este costo prohibitivo, sin embargo se ha demostrado que al reducir la velocidad y la distancia, la cantidad de energía para completar la tarea puede reducirse significativamente. Con esta información, podrían diseñarse ciclos de descanso para los trabajadores más apropiados y se podrían reducir las reclamaciones de indemnización de los trabajadores que están involucrados en el manejo manual de materiales, (Fredericks *et al.*, 2008).

Las posturas forzadas detectadas en el trabajador demostradas con la aplicación del método OWAS, pueden generar enfermedades de trabajo, lo cual puede generar gastos en días subsidiados, en empresas del sector metalmeccánico los riesgos pueden ser mayores, debido al peso de las cargas y que éstas no pueden ser modificadas por la naturaleza de sus materiales, por lo que se realizan las siguientes recomendaciones:

- Al manipular cargas pesadas, se debe tener en cuenta las técnicas de levantamiento (flexión de piernas, espalda erguida, carga pegada al cuerpo, etc.), además, tratando de evitar movimientos bruscos y torsiones cuando se está en la tarea de levantamiento y carga.
- Emplear dispositivos mecánicos en tanto sea posible para el transporte de materiales.
- Realizar un nuevo diseño de puesto de trabajo donde se tomen en cuenta las recomendaciones de distancias ideales para las tareas del trabajador, donde se disminuya el número de posturas forzadas.
- Si se siguen teniendo posturas forzadas es necesario realizar descansos en distintos lapsos de tiempo para relajar los músculos.

Ya que no muchas veces es posible adaptar el puesto de trabajo a cada trabajador, las recomendaciones pasadas pueden ser útiles para mantener la salud del empleado.

CONCLUSIONES

Mediante NIOSH se pudo cuantificar el grado de riesgo que se obtiene de la actividad llevada a cabo al combinar el peso de levantamiento y las condiciones existentes. Se obtuvo en la combinación de estos factores un incremento peligroso del riesgo. Se calculó el peso ideal y se obtuvieron diferentes pesos para el origen y destino, es por ello que se debe tomar en cuenta el peso menor que fue 4.49 kg como peso ideal.

Con el método OWAS se obtuvo un total 28 posturas diferentes, en las cuales fue posible identificar mediante las frecuencias que la mayor parte del tiempo el operador trabaja con la espalda doblada, y esto es dañino para su columna y cuello, además del peso de los materiales que manejan.

BIBLIOGRAFÍA

ASENSIO-CUESTA, Sabina., CECA, María José Bastante., and MÁZ, J. Antonio Diego. Evaluación ergonómica de puestos de trabajo. Editorial Paraninfo, 2012.

ELLER, Peter M. (ed.). NIOSH manual of analytical methods, 4th ed. Diane Publishing, 1994.

FLORÍA, Pedro Mateo., and MAESTRE, Diego González. Casos prácticos de prevención de riesgos laborales. FC Editorial, 2008.

FREDERICKS, Tycho K., KUMAR, Anil R., and KARIM, Sadat. An ergonomic evaluation of a manual metal pouring operation. *International journal of industrial ergonomics*, 2008, vol. 38, no 2, p. 182-192.

LARSON, N. *30 Years of Ergonomics at 3M: A Case Study. Work*, 2012. p.415091-5098.

LIFSHITZ, Yair., and ARMSTRONG, Thomas J. A design checklist for control and prediction of cumulative trauma disorder in intensive manual jobs. En *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. SAGE Publications, 1986. p. 837-841.

MELO, José Luis. Guía para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo. *Ergonomía Práctica*, Fundación Mapfre, 2009.

MERCÉ, Purificación Castelló, et al. Manual de ergonomía para máquinas del sector del metal. *Revista de biomecánica*, 2010, no 54, p. 69-72.

MTAS Ministerio de Empleo y Seguridad Social, 2012. Anuario de estadísticas [Disponible en]: <http://www.empleo.gob.es/estadisticas/ANUARIO2012/EPR/epr02_top_HTML.htm>

PIRES, Claudia. Ergonomic assessment methodologies in manual handling of loads-opportunities in organizations. *Work*, 2012, vol. 41, no Supplement 1, p. 592-596.

ROMAN-LIU, Danuta. Comparison of concepts in easy-to-use methods for MSD risk assessment. *Applied ergonomics*, 2014, vol. 45, no 3, p. 420-427.

STPS. Secretaria del Trabajo y Previsión Social. Estadísticas sobre accidentes y enfermedades de trabajo, 2014 [Disponible en]: < <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/estadisticas.htm>>

