



ANÁLISIS ERGONÓMICO DE LOS TRABAJOS EN LA EJECUCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA DE SELLADO

Gustavo Henrique Vital Gonçalves ^{1*}

José da Costa Marques Neto ²

Leonardo Brian Gonçalves da Rocha ³

Resumen

La construcción civil es responsable de muchos accidentes laborales en Brasil, debido a la exposición de los empleados a diversos factores de riesgo. El presente estudio tiene como objetivo realizar un análisis ergonómico de obra (AET) en la ejecución de mampostería de sellado para analizar, diagnosticar y corregir situaciones de trabajo que no se ajusten a la norma NR17. Los métodos utilizados para el análisis fueron RULA y OWAS, a través de la observación in situ es posible clasificar las posturas. Los resultados obtenidos mostraron puntuaciones de riesgo altas para ciertos miembros y aceptables para otros. A través de los resultados, se concluye que varias posturas necesitan correcciones con el fin de asegurar la salud e integridad física del trabajador.

Palabras clave: Construcción civil. Ergonomía. Análisis ergonómico.

ERGONOMIC ANALYSIS OF WORK IN THE EXECUTION OF SEALING MASONRY

Abstract

Civil construction is responsible for many occupational accidents in Brazil, due to the exposure of employees to various risk factors. The present study aims to perform an ergonomic work analysis (AET) in the execution of sealing masonry to analyze, diagnose and correct work situations that are not in accordance with NR17. The methods used for analysis were RULA and OWAS through on-site observation, it is possible to classify the postures. The results obtained showed high risk scores for certain members and acceptable for others. Through the results, it is concluded that several postures need corrections in order to ensure the health and physical integrity of the worker.

Keywords: Construction. Ergonomics. Ergonomic analysis.

1. INTRODUCCIÓN

¹ Programa de Posgrado en Ingeniería Civil, Universidad Federal de São Carlos - UFSCAR. * guvital1@hotmail.com.

² Programa de Posgrado en Ingeniería Civil, Universidad Federal de São Carlos – UFSCAR.

³ Universidade Paulista - UNIP, Ribeirão Preto



La tasa de accidentes laborales en Brasil en comparación con otros países sigue siendo alta, especialmente en la construcción civil, lo que genera importantes problemas económicos y sociales (INSS, 2018). Brasil tiene el 8,9% del total de accidentes en el sector de la construcción civil, de los cuales el 42,8% son causados por la construcción de edificios. Este índice representa las condiciones precarias en las obras de construcción, en relación con la formación, la higiene, la seguridad, la ergonomía y el entorno de trabajo (BRASIL, 2014).

Los altos índices de discapacidad, enfermedad y muertes se deben a la precariedad de la obra. Además, los trabajadores están expuestos a altas cargas de trabajo, en comparación con otros sectores, debido a la repetición del trabajo, el exceso de trabajo y la contratación de salarios por producción (WINTER, et al., 2015).

Las lesiones causadas por Esfuerzos Repetitivos/Trastornos Musculoesqueléticos Relacionados con el Trabajo (RSI/WMSD) han estado causando secuelas irreversibles a los trabajadores que pueden resultar en discapacidad permanente. Tales secuelas pueden volverse crónicas e imposibilitar la realización incluso de las actividades más banales de la vida cotidiana (WENDERSON; VIRGÍLIO, 2013).

El Análisis Ergonómico del Trabajo (AET) busca poner en práctica los conocimientos teóricos de la ergonomía, contribuyendo a posturas en las que deben ser analizadas, diagnosticadas y corregidas, para no tener consecuencias más perjudiciales, apuntando a la integridad física del trabajador (CHO et al., 2019).

La Norma Regulatoria de Ergonomía (NR17) es una norma que establece normas que permiten adaptar las condiciones de trabajo, con el fin de proporcionar mayor comodidad, seguridad y eficiencia en el trabajo (BRASIL, 2007).

El objetivo de este trabajo es realizar el análisis ergonómico de la obra en la ejecución de mampostería de sellado para analizar, diagnosticar y corregir situaciones de trabajo que no se ajusten a la ergonomía, respetando así las condiciones mínimas exigidas por la NR 17 y preservando la salud de los trabajadores.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Accidentes y riesgos en la construcción civil

Los accidentes de trabajo traen consigo graves consecuencias para la salud del trabajador, resultando en incapacidades del profesional, para ello debe realizar una capacitación en el área en la que se desempeñará el trabajador y estar utilizando adecuadamente los equipos



de protección individual y colectiva, para preservar los accidentes que son inminentes en el área de servicio (MONTEIRO; BERTAGNI, 2000).

Los problemas que surgen en la construcción civil ocurren debido a que los riesgos son presentados por los trabajadores, riesgos en los que se evidencian en el ambiente laboral y que en caso de accidentes, las empresas buscan concretarlos y capacitarlos respecto a los riesgos inminentes en cada situación laboral, creando alternativas para minimizar los accidentes (VALINOTE; PACHECO; FORMIGA, 2014).

Las actividades destinadas a la construcción civil están expuestas a riesgos no deseados, que pueden derivar en secuelas, muerte o incluso incapacidad laboral permanente o temporal. La Norma Reguladora de Servicios Especializados en Ingeniería de Seguridad y Medicina del Trabajo (NR4) es esencial para una organización por parte de las obras de construcción. Es extremadamente importante que los trabajadores sean conscientes de los peligros en la ejecución, con el objetivo de poder manejar el servicio de manera segura (BARBOSA FILHO, 2010).

2.2. Ergonomía

En 1940 surge la ergonomía, su origen está asociado a las necesidades de la guerra, ligada a la construcción de armas de acuerdo a las características del ser humano (OAQUIM, 2004).

La ergonomía es un enfoque dirigido a una disciplina estructurada desde todas las perspectivas de la actividad humana. Para entender qué sucede y puede interferir en las actividades que se realizan durante el trabajo, es necesario que el abordaje abarque todo el entorno, en todos los aspectos, tanto físicos como cognitivos, así como sociales, organizacionales, ambientales, entre otros (MASCULO; VIDAL, 2011).

El objetivo de la ergonomía es mejorar y preservar la salud y el bienestar de los trabajadores y también garantizar el funcionamiento óptimo del sistema técnico, tanto desde el punto de vista de la producción como de la seguridad (PATTERSON; ABRAHÃO, 2011).

La ergonomía está directamente ligada a la ciencia del confort, el bienestar, la mejora en las actividades laborales adecuadas, la capacidad de productividad, la seguridad total, entre otros. El objetivo, sin embargo, es proporcionar al trabajador condiciones de trabajo favorables, con el objetivo de hacer más productiva la actividad a través de un ambiente de trabajo más saludable y seguro, permitiendo menores exigencias y agotamiento físico, lo que resulta en la reducción de daños (BARBOSA FILHO, 2010).



El conocimiento aplicado sobre el hombre a los problemas de la relación hombre-trabajo contiene varios métodos de estudio e investigación sobre el desempeño del hombre en el servicio, por lo que se entiende que la ergonomía es una tecnología, es decir, un conjunto de conocimientos ¹³.

El enfoque de la ergonomía es modificar el sistema de trabajo, contribuyendo efectivamente al rendimiento del trabajador. Es un proceso especializado en el que el ergonomista, a través de su conocimiento y participación, busca implementar una solución al problema, aportando sugerencias para el mejoramiento del ejercicio de las actividades, aportando resultados de un estudio de la situación (MORAES; MONT'ALVÃO, 2000).

2.3. Ergonomía en la construcción

La construcción civil tiene los índices más altos de accidentes laborales, ya que ofrece una amplia variedad de riesgos en sus etapas y las metodologías ergonómicas aún están mal implementadas en este segmento (GUIMARÃES; MARTINS; BARKOKÉBAS JUNIOR, 2015).

Esto se debe a que las actividades están dispersas, realizando varias funciones al mismo tiempo, y a la falta de organización entre los trabajadores (IIDA, 2005).

También según el autor, las actividades de construcción civil es un sector caracterizado por el uso de mano de obra, en el que existen tareas arduas y complejas, a través de trabajadores con insuficiente o nula formación. La falta de empresas hace que los empleados inexpertos aprendan el servicio a través de la observación de otros compañeros de trabajo, especialmente la función de sirviente, que rara vez requiere una escolarización completa.

Las actividades que realizan los trabajadores están expuestas a posturas inadecuadas, exhibiendo sensaciones desagradables y provocando cambios en el funcionamiento del cuerpo debido a aumentos de la fatiga. El exceso de carga trae consigo consecuencias circulatorias y fatiga muscular derivada del trabajo realizado (TORRES, et al., 2006).

En la industria de la construcción, el análisis ergonómico aún es poco aplicado, especialmente en el sector de la construcción, donde las herramientas y equipos manuales utilizados por los trabajadores son con mayor frecuencia dañados e inadecuados para el desempeño de una determinada área de trabajo, debido a que las empresas apuntan a la productividad más que a la seguridad en el entorno de trabajo (RAJABALI, HOSSEIN, MORTEZA, 2018).



La ergonomía se utiliza con mayor frecuencia como prevención, buscando eliminar problemas en diferentes actividades laborales. En cuanto a la elevación de cargas, en determinadas ocasiones, es necesario utilizar máquinas/equipos que faciliten su transporte, ya que la elevación excesiva de peso puede causar graves daños en la columna vertebral (IIDA, 2005).

2.4. Herramientas de análisis ergonómicas

El Análisis Ergonómico del Trabajo (AET) es una herramienta utilizada para el conocimiento ergonómico, analizando, diagnosticando y corrigiendo situaciones de trabajo, clasificando las actividades realizadas por los individuos en el trabajo y orientando los cambios necesarios para mejorar las condiciones de trabajo. El objetivo del AET es verificar las condiciones reales de trabajo, las funciones desempeñadas por el trabajador y las condiciones reales de trabajo desempeñadas (FERREIRA, 2015).

NR17 contribuye a la ergonomía y a las herramientas de evaluación en la obtención de la organización del trabajo a través de principios ergonómicos, con el objetivo de mejorar las condiciones de confort y seguridad (BRASIL, 2007).

Existen varias herramientas para realizar un análisis ergonómico, y la elección de las herramientas a utilizar debe ser de acuerdo con la función que se está analizando y los objetivos previstos (SAAD; XAVIER; MICHALOSKI, 2003).

Algunos métodos utilizados para analizar las condiciones de trabajo, como el ELA, son esenciales para el análisis y organización del trabajo, así como el entorno laboral y la actividad realizada, haciendo que las necesidades del trabajador sean adaptables (SHIDA; BENTO, 2012).

Es importante destacar que para realizar un análisis ergonómico del trabajo, es imprescindible que la propuesta de evaluación impuesta por el evaluador busque conocer la realidad del lugar de trabajo (FERREIRA, 2015).

Las dificultades en el análisis ergonómico radican en corregir y analizar las posturas inadecuadas en el ambiente de trabajo (IIDA, 2005).

2.4.1. OWAS (Sistema de Análisis de Trabajo Ovako)

En 1977 el método OWAS fue desarrollado por un grupo de ergonomistas, ingenieros y trabajadores en Finlandia. A partir de 1991 surgieron versiones tecnológicas de ordenadores, en las que se desarrollaba software para comprender rápidamente las evaluaciones ergonómicas y ponerlas a disposición de los ergonómicos (KONG et al. 2018).



OWAS es un método para evaluar la carga física resultante de las posturas durante el trabajo. Este método se define como la capacidad de evaluar absolutamente las posiciones utilizadas en la realización de la tarea. Por otro lado, obtiene evaluaciones que no son tan precisas como las mencionadas anteriormente. El hecho de que proporcione la capacidad de considerar las posturas durante un largo período de tiempo, hace que el OWAS, a pesar de ser un método antiguo, sea uno de los más utilizados en las evaluaciones de la carga postural (LIMA, 2019).

Este método es observacional, es decir, se designan a partir de la observación de los más variados tipos de posturas adoptadas en el desarrollo de las tareas en el trabajo. Las observaciones de las posturas se clasifican en 252 combinaciones posibles según las posiciones de la espalda, brazos y piernas del trabajador, además de las cargas a las que está sometido el trabajador que definirán la postura adoptada (GÓMEZ-GALÁN et al., 2017).

2.4.2. RULA (Evaluación Rápida de las Extremidades Superiores)

El método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) fue creado a mediados de 1993 por McAtamney y Carlett, de la Universidad de Nottingham (Occupational Institute of Ergonomics), con el fin de analizar el rendimiento de los trabajadores en factores que conducen a una alta carga postural y pueden causar trastornos en las extremidades superiores del cuerpo. Para el análisis de riesgos, el método considera la posición, la duración y la frecuencia con que se mantiene (HABIBI; MOHAMMADI; SARTANG, 20017).

RULA es un método que evalúa las posiciones individuales de acuerdo con las posturas evaluadas que se ejercen en el trabajo al que están acostumbrados a ejercer. Suponiendo una carga postural superior, se seleccionarán las siguientes, según la duración o frecuencia que presente la mayor desviación de la posición neutra (SOUZA; MAZINI FILHO, 2017).

El método obtiene puntuaciones en las que apunta a un cierto nivel de acción establecido en determinadas posiciones. Este nivel de acción se considera aceptable para indicar una determinada posición, medidas de cambios o rediseños necesarios en la posición. En definitiva, el método permite al evaluador observar y detectar problemas derivados de la ergonomía derivados de cargas posturales excesivas (LIMA, 2019).

3. METODOLOGÍA



Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron los siguientes métodos de Análisis Ergonómico del Trabajo: Sistema de Análisis de *Trabajo Ovako* (OWAS) y *Evaluación Rápida de Miembros Superiores* (RULA).

El diseño de la investigación se caracteriza por un estudio exploratorio, con enfoque cualitativo, que ayuda en la recolección de datos para generar resultados precisos. El muestreo es no probabilístico e intencional, donde los evaluados son individuos que laboran en el sector.

El método OWAS es una valoración de las extremidades inferiores y superiores que se analiza a partir del manual de postura. Cada postura recibirá un código postural que consta de 4 dígitos. El primer dígito dependerá de la posición de la espalda del trabajador en la postura evaluada, el segundo de la posición de los brazos, el tercero de la posición de las piernas y el cuarto de la carga desplazada. Estos códigos se designan a partir de tablas compuestas por ciertos valores que son asignados por ciertas posturas analizadas. A diferencia de otros métodos de evaluación postural, el OWAS se caracteriza por su capacidad para evaluar todas las posiciones adoptadas durante la realización de la tarea en conjunto, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 – Categorías de riesgo para acciones correctivas

Categoria	Efeito da postura	Ação corretiva
1	Postura normal e natural, sem efeitos nocivos para o sistema muscular esquelético	Nenhuma ação necessária
2	Postura com a possibilidade de causar danos ao sistema músculo esquelético	Ações corretivas são necessárias em um futuro próximo
3	Posturas com efeitos nocivos no sistema músculo esquelético	Ações corretivas o mais rápido possível
4	A carga causada por essa postura tem efeitos de extremamente nocivos para o sistema músculo esquelético	Ações corretivas é necessário imediatamente

Fuente: Guérin (2011)

El método RULA se divide en dos grupos, GRUPO A: brazos, antebrazos y muñecas y GRUPO B: piernas, tronco y cuello. Con base en el método, se asignan puntajes a las áreas analizadas y valores que son representados por cada grupo.

Las puntuaciones se obtuvieron a través del ángulo de la postura en la que se encuentra el trabajador. Para cada miembro se determina una forma de medir el ángulo, en la que el evaluador, al analizar, relacionará el ángulo que más se asemeje al del método propuesto.

Tabla 2 - Análisis de la posición del tronco

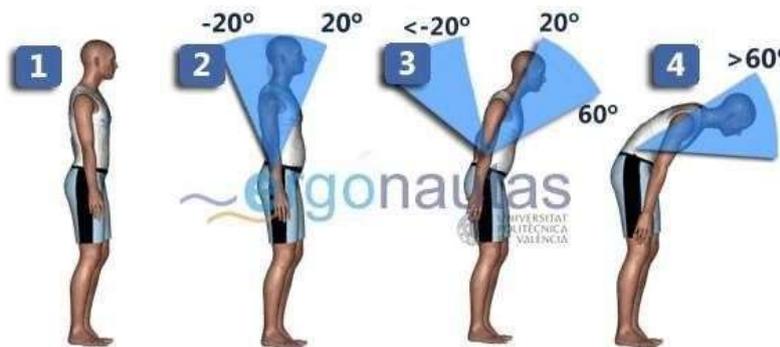


Clasificación según	en la posición
Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión entre 0° y 20°	2
Flexión > 20° y ≤ 60°	3
Flexión > 60°	4

Fuente: Guérin (2011)

Posteriormente, los grupos presentan las puntuaciones en general, que en consecuencia dependiendo de la posición analizada en la postura la puntuación se incrementará en un punto, según cada miembro analizado. A partir de esto, se obtiene la puntuación final con los valores globales apropiados modificados.

Figura 1 – Análisis de la posición del tronco



Fuente: Disponible en: <<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula.php>>

Tabla 3 – Modificación de la posición del tronco

Suma de puntos por cada jugada	Punt
Modificación	
Modificación Torso rotado	+1
Torso inclinado lateralmente	+1

Fuente: Guérin (2011)

Figura 2 – Modificación de la posición del tronco



Fuente: Disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula.php>

En primer lugar, se realizaron dos vídeos de 40 minutos, en los que el trabajador realizaba las primeras filas y el otro de la misma realizando las últimas filas. Con el valor final de las puntuaciones se obtienen resultados proporcionales a los riesgos que conlleva la ejecución de la tarea, en los que valores superiores a 4 indican un alto riesgo de aparición de lesiones musculares. A través de las puntuaciones finales, se incluyen los resultados de los miembros analizados y se proponen niveles de acciones que van desde el nivel 1 hasta el 4. El nivel 1 predice que la postura evaluada es aceptable, mientras que el nivel 4 indica que existe una necesidad urgente de cambios en la actividad. Aunque el método tiene en cuenta otros factores, como las fuerzas ejercidas o la repetitividad, solo debe utilizarse para evaluar la carga postural en las extremidades superiores. Las evaluaciones son individuales y no en series o secuencias de posturas.

Tabla 4 – Categorías de riesgo con puntuaciones finales

Puntuación n	Nivel	Interino
1 o 2	1	Riesgo aceptable
3 o 4	2	Es posible que sea necesario realizar cambios en la tarea; Es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Es necesario rediseñar la tarea
7	4	Se necesitan cambios urgentes en las tareas

Fuente: Guérin (2011)

El análisis ergonómico del trabajo se realizó inicialmente en base al método OWAS, que es una evaluación postural. En un segundo momento, se utilizó el método denominado RULA con el fin de obtener una correcta evaluación de las extremidades evaluadas, debido a la postura adoptada.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los resultados, se analizaron y clasificaron las siguientes posturas de los trabajadores a lo largo de la ejecución de la mampostería de sellado presentada en las Figuras



3 y 4 de cada etapa (primeras filas más bajas y últimas filas más altas) y, a partir de los métodos RULA y OWAS, se obtuvieron las clasificaciones y puntuaciones de las extremidades (tablas 5 a 11).

Figura 3 – Ejecución del alzado de mampostería (filas iniciales)



La Figura 3 es una representación del proceso de levantamiento de muros, en el que la evaluación se realiza únicamente de la parte inferior con una altura aproximada de 1,20 m con respecto a la mampostería. En el método RULA, se asignan puntuaciones del 1 al 4, pero a diferencia del otro método, se analizan junto con las puntuaciones. Las puntuaciones son análisis que se realizan de cada miembro que se está evaluando, es decir, si hay un cambio en alguno de los miembros, se añade un punto a las puntuaciones. Esta modificación es de acuerdo con las tablas especificadas por la RULA, para cada miembro se asignan las condiciones de manera que el punto se suma o incluso se disminuye en un punto.

Tabla 5 – Clasificación y puntuación de los miembros del Grupo A

RULA				
Grupo	Miembro	Descripción del puesto	Puntuación	Etapas de trabajo
El	Brazo	Extensión > 20° o flexión > 20° y < 45°	2	1
El	Antebrazo	Flexión entre 60° y 100°	1 + 1	1
El	Muñeca	Flexión o extensión > 0° y < 15°	2 + 1	1

Las puntuaciones obtenidas en el Grupo A realizaron en primer lugar la puntuación del brazo. Se realizó un análisis de la posición de los brazos del trabajador, es decir, se evalúa a partir del ángulo formado en la posición del brazo, para ello es necesaria una representación gráfica demostrando que el ángulo formado es de extensión > 20° o flexión > 20° y < 45°. La puntuación de la evaluación es de 2, según el análisis de la tabla y la figura que se representa. No hubo adición de puntos, porque el hombro del trabajador no está elevado.



La puntuación del antebrazo se obtiene a partir del ángulo formado en el trazado de la representación gráfica de la figura 3, se evalúa como la puntuación 1 que describe que el ángulo es de Flexión entre 60° y 100° y la modificación de la puntuación del antebrazo a un movimiento de un lado del cuerpo, que se caracteriza como un punto en la suma total de la extremidad. Y por último, la evaluación que realiza el grupo A es el pulso. Este análisis se realizó a partir de la posición de inclinación de la muñeca. En la puntuación se identificó que la muñeca está en flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$ y que no hay modificación del pulso en la evaluación, pero sí hay una puntuación del giro en la muñeca que se describe como vuelta promedio, esto ocurre cuando el trabajador manipula los materiales. Por lo tanto, la extremidad se incrementa en un punto.

Tabla 6 – Clasificación y puntuación de los miembros del Grupo B

RULA				
Grupo	Miembro	Descripción del puesto	Puntuación	Etapas de trabajo
B	Cuello	Flexión $> 20^\circ$	3 + 1	1
B	Baúl	Flexión $> 60^\circ$	4 + 2	1
B	Pierna	El peso no se distribuye simétricamente	2	1

En el grupo B, las puntuaciones se obtienen de las extremidades: cuello, tronco y patas. En primer lugar, se evaluó el cuello. En esta evaluación, es importante analizar las figuras en secuencia para determinar el ángulo formado por el trabajador al realizar el servicio. De acuerdo con la especificación del método, el cuello del trabajador es de flexión $> 20^\circ$ de inclinación que se clasifica como puntuación 3. Esto sucede porque el trabajador comienza a realizar el servicio de las primeras filas muy cerca del suelo. Otro 1 punto se suma a la modificación del cuello debido a que el trabajador tiene el cuello inclinado, esto se debe a que el trabajo requiere movimiento en la ejecución del servicio.

Para obtener la puntuación del tronco, es importante analizar la posición en la que se encuentra el trabajador al realizar el servicio. En la Figura 3 es posible que la postura ejercitada sea con el tronco muy elevado, es decir, dependerá del ángulo de flexión del tronco medido a partir del ángulo medido entre el eje del tronco y la vertical, que según la evaluación se da como una puntuación de 4, lo que describe que el trabajador se encuentra en flexión $> 60^\circ$. En la Figura 3, el trabajador modifica su postura durante el trabajo, ya que para recoger los materiales que están detrás de su cuerpo, termina haciendo un movimiento con el tronco para recoger estos materiales y colocarlos en las filas que se están realizando. En este caso, se añadirán dos puntos,



uno de estos puntos está relacionado con el tronco que recibe la rotación y el otro tronco con inclinación lateral.

Las puntuaciones de las piernas están directamente relacionadas con la influencia del trabajador que realiza siempre sus actividades en posición erguida. Por lo tanto, la puntuación apropiada para esta posición en la Figura 3 se asigna como 2, lo que describe que los pies del trabajador no están apoyados o el peso no está distribuido simétricamente.

Tabla 7 – Clasificación y puntuación

Códigos (OWAS)				
Atrás	Armas	Piernas	Fuerza	Etapas de trabajo
2	1	3	1	1

Para el análisis, los miembros se clasificaron por separado de acuerdo con los métodos de evaluación. Se asignaron puntajes de 1 a 4 en el método OWAS, con evaluaciones realizadas desde las extremidades, tales como: espalda, brazos y piernas, además de analizar la carga que el trabajador maneja durante el trabajo.

La secuencia de evaluaciones realizadas y los miembros a analizar son definidos por el evaluador. En primer lugar, se analizó la posición de la espalda, se asignaron puntuaciones establecidas por el método OWAS, en las que se evalúa la posición más crítica del trabajador para obtener la puntuación de la extremidad. El trabajador se encuentra en una posición muy curvada en la región lumbar. Según la Tabla 7, la posición del trabajador es con inclinaciones superiores a 20°. Esta posición se considera inapropiada en el análisis, donde existe la necesidad de una corrección postural, debido a que el trabajador está expuesto a molestias musculares o incluso compromete el sistema musculoesquelético.

Para evaluar la posición de los brazos, se realizó un análisis desde el amarre de la base de mampostería hasta la altura de la región de la cintura. Las puntuaciones obtenidas fueron 1, lo que describe que los brazos del trabajador se sitúan por debajo del nivel de los hombros. Se analizó la posición de las patas desde que recoge el ladrillo, aplica el mortero hasta el encaje del bloque, que se clasifica con 3 puntos. La puntuación 3 predice que el trabajador está de pie con una pierna estirada y la otra flexionada, con el peso desequilibrado entre las dos. Estas condiciones impuestas a la elección de las puntuaciones están asociadas a las posiciones más críticas que el evaluador determinó.

Por último, la evaluación que se realiza es la carga que está manejando el trabajador. De acuerdo con el método, los resultados de los materiales utilizados en el trabajo, se determinó



que la carga utilizada fue de 4.1kg, el peso se realizó a partir de los materiales presentados en la Tabla 8.

Tabla 8 – Peso de los materiales utilizados en la obra

Materiales	Peso (kg)
Llana con mortero	1,6
Bloque cerámico 14x19x29	2,5
Bloque cerámico 14x19x19	1
Plomada	0,63

Con los pesos de los materiales respectivos, la puntuación de la evaluación realizada a partir de la carga postural fue de 1, en la que se describe que el peso manejado es inferior a 10kg. Con esta información, es posible saber qué medidas correctoras se pueden aplicar, en función de los datos recogidos y los resultados obtenidos.



En la Figura 4, el trabajador se encuentra en una posición más vertical en la ejecución de la mampostería, debido a que los muros se encuentran a una altura superior a 1,50 m. Para obtener las puntuaciones del levantamiento superior de albañilería, es necesario analizar las posiciones que ocupa el trabajador en la ejecución de su tarea.

Tabla 9 – Clasificación y puntuación de los miembros del Grupo A

RULA				
Grupo	Miembro	Descripción del puesto	Puntuación n	Etapas de trabajo
El	Brazo	Flexión >90°	4	2
El	Antebrazo	Flexión entre 60° y 100°	1 + 2	2



El	Muñeca	Flexión o extensión $>0^\circ$ y $<15^\circ$	2 +2	2
----	--------	--	------	---

El grupo A tuvo las siguientes evaluaciones: brazo, antebrazo y muñeca. Para la evaluación de los brazos se priorizó la posición crítica en la que se encuentra el trabajador. Al analizar la Figura 4, la posición que fue decisiva para el análisis fue cuando el trabajador está colocando los bloques. La puntuación clasificada es 4, que describe que el trabajador tiene los brazos flexionados $>90^\circ$. No hay cambio en las puntuaciones, porque el trabajador está en una posición en la que no tiene los hombros elevados ni los brazos, las extremidades están en reposo durante la ejecución de la tarea.

La puntuación obtenida para el antebrazo se determinó por la posición de los brazos, que se mide a partir de los ángulos formados desde los codos hasta las manos. La evaluación se realizó de forma conjunta, ya que las posiciones utilizadas por el trabajador durante la ejecución cambian muchas veces durante la tarea. Para ello, se tomaron como base las posiciones en las que el operario recoge los bloques con el mortero aplicado hasta que encajan en la hilera que se está realizando. La puntuación de esta evaluación fue de 2, en la que se describe que los brazos están en flexión

$<60^\circ$ o $>100^\circ$. En esta posición, ya hay cambios en las puntuaciones. De acuerdo con la figura 4, el trabajador tiene el turno en dos posiciones, tanto en un lado del cuerpo como en la línea media. La puntuación final obtenida será la suma de dos puntos, debido a que a cada turno que se va dando en la ejecución se le sumó un punto, por lo que al haber dos movimientos que se están realizando simultáneamente, según las especificaciones del método, se sumaron las dos puntuaciones evaluadas.

La puntuación del pulso se obtiene a partir del ángulo formado en flexión o extensión medido en la posición neutra. En el análisis, el trabajador tiene sus muñecas en flexión o extensión $>0^\circ$ y $<15^\circ$, lo que se clasifica como puntuación 2. Esto sucede porque el trabajador, al colocar el bloque con mortero en la fila superior que se está realizando, tiene la muñeca inclinada. Las puntuaciones de modificación de esta extremidad se clasifican como puntuación 2, que describe que se trata de una pronación o supinación extrema, es decir, las muñecas obtienen movimientos de rotación principalmente en la colocación de las filas. La puntuación de esta modificación será de dos puntos, debido a que el pulso, además del giro hacia arriba, tiene el giro hacia abajo, esto se debe a que se producen 2 vueltas en la extremidad, cada vuelta se caracteriza como la suma de un punto.

Tabla 10 – Clasificación y puntuación de los miembros del Grupo B



RULA				
Grupo	Miembro	Descripción del puesto	Puntuación	Etapas de trabajo
B	Cuello	Extensión en cualquier serie	4 +1	2
B	Baúl	Flexión > 60°	4 +1	2
B	Pierna	El peso no se distribuye simétricamente	2	2

Para la evaluación del Grupo B: cuello, tronco, patas, se analizaron las siguientes consideraciones a partir de las posiciones realizadas en la Figura 4. Para obtener el puntaje del cuello, fue necesario evaluar no solo la posición inclinada de la extremidad a la que se somete al trabajador al realizar la tarea, sino también al recoger los materiales para su colocación en la fila. Según la clasificación, la puntuación para esta extremidad es 4, lo que describe que el cuello está en extensión en cualquier serie, es decir, en un ángulo $> 0^\circ$. La modificación evaluada para el cuello es la suma de un punto, ya que el trabajador tiene la cabeza rotada en todo momento, porque el servicio requiere atención a todos los detalles.

La puntuación del tronco se evalúa como 4, en la que describe que el trabajador está sometido a una flexión $> 60^\circ$. Esto se debe a que el trabajador al manipular los materiales, se encuentra en una posición inclinada. Para puntuar la modificación del tronco se realizó el análisis en base a los materiales que se están recolectando, se somete al trabajador a una inclinación lateral en la extremidad evaluada, en la cual se le agrega un punto.

En relación a las piernas del trabajador, clasificadas con una puntuación de 2. Esta puntuación está directamente relacionada con la influencia del trabajador que siempre está de pie. En el que describe que los pies del trabajador no están apoyados o el peso no se distribuye simétricamente.

Tabla 11 – Clasificación y puntuación

Código OWAS				
Atrás	Armas	Piernas	Fuerza	Etapas de trabajo
4	2	3	1	2

En primer lugar, se analizó la espalda y se asignó una puntuación a la extremidad evaluada, que se realiza a partir de la posición crítica ejercida por el trabajador. Según la tabla, la posición del trabajador está en flexión y rotación del tronco (o inclinación) simultáneamente. Esto se debe a la altura de la pared que se encuentra en la región del hombro. Esta relación se



asocia no solo a la posición recta cuando se realiza el servicio en la parte superior, sino también cuando hay que recoger el bloque cerámico junto con el mortero. Para obtener la puntuación, es relevante analizar la posición en la que el trabajador tiene que manipular los materiales junto con la posición de los brazos.

Se analiza la posición de los brazos a evaluar desde la posición en la que el trabajador recoge el bloque cerámico y estira los brazos hasta colocar el bloque en la fila donde se está desarrollando el servicio. La puntuación asignada a partir del código postural fue 2, que describe que uno de los brazos del trabajador se encuentra por debajo del nivel del hombro y el otro, o parte del otro, se encuentra por encima del nivel del hombro, es decir, al manipular los materiales utilizados en la ejecución, que está por debajo de la cintura, el trabajador baja uno de los brazos para recoger el bloque cerámico y el mortero, y por otro lado, al levantar la mampostería desde la parte superior, es estirando los brazos para la colocación del bloque, en este caso se evaluó la posición más crítica del trabajador, que es el estiramiento de los brazos en la colocación de los bloques.

En la posición de las patas, el análisis se realizó a partir del peso manipulado por el trabajador, es decir, cuando levanta el ladrillo, aplica el mortero hasta que encaje, a una carga expuesta que, según la especificación del método, se define como puntuación 3, en la que se describe que el trabajador está de pie con una pierna estirada y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre las dos.

Por último, la evaluación que se lleva a cabo es la carga que está manejando el trabajador. De acuerdo con la tabla 8, el resultado de los materiales utilizados en el trabajo fue inferior a 4,1 kg.

5. CONCLUSIÓN

A partir de la aplicación sistemática de los métodos RULA y OWAS en la ejecución de la elevación de la mampostería de sellado, se logró evaluar las posturas a las que se expone el trabajador durante esta ejecución.

También fue posible analizar y clasificar las posturas individualmente, a través de combinaciones de partes del cuerpo como el brazo, el antebrazo, la muñeca, el cuello, el tronco, la espalda y las piernas. El método OWAS y RULA permitió evaluar si el trabajador realizaba su función en posturas ergonómicamente adecuadas o no.

A través de los resultados obtenidos, se demuestra que las extremidades en las que el trabajador se encuentra expuesto a esfuerzos excesivos en la ejecución son consideradas como



críticas, esto se debe a que existe cierto desgaste por parte de la extremidad, y se clasifican como posturas inadecuadas, debido a la repetitividad que ejerce el trabajador en la postura evaluada. Por lo tanto, se evalúan las piernas, los brazos, el antebrazo, la espalda, la muñeca, el cuello y la fuerza que maneja el trabajador. A partir de estos miembros, se evalúan los puntos y se les asignan medidas correctivas.

Se concluye que, según el método RULA, pueden ser necesarios cambios en la ejecución de la tarea para las extremidades como el brazo, el antebrazo y la muñeca, y es conveniente profundizar en el estudio. El tronco y el cuello necesitan correcciones urgentes.

En cuanto al método OWAS, se necesitan correcciones en las extremidades, las piernas y sobre todo en la espalda, donde se clasifica como de alto riesgo. Las armas y la fuerza empleada por el trabajador se consideran de riesgo aceptable y no hay necesidad de cambios en este momento.

Se sugiere que el trabajador utilice un cinturón lumbar al realizar la actividad inicial de spinning para reducir el riesgo de lesiones musculares. En las filas finales, se recomienda que los materiales utilizados en la tarea estén a la altura de la cintura del trabajador para que no realice movimientos de alta curvatura.

REFERENCIAS

- BARBOSA F. A. N. *Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental*. 3. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2010.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Anuário estatístico de Acidentes do Trabalho*. MTE, 2014.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 17: Ergonomia. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2007. Disponível em: < <http://www.trabalho.gov.br/seguranca-e-saudeno-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-17-ergonomia>>. Acesso em: 22 out. 2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Brasília, 2015.
- CHO, Y.; PARK, J. B.; KIM, S.; LEE, K. Repeated measures study of the association between musculoskeletal symptoms and mental health in subway workers. *Industrial Health*, 2019.



- FERREIRA, M. C. Ergonomia da Atividade aplicada à Qualidade de Vida no Trabalho: lugar, importância e contribuição da Análise Ergonômica do Trabalho (AET). *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, Vol.40(131), pp.18-29, 2015.
- FERREIRA, L. L. Sobre a Análise Ergonômica do Trabalho ou AET. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, Vol.40(131), pp.8-11, 2015.
- GÓMEZ-GALÁN, M.; PÉREZ-ALONSO, J.; CALLEJON-FERRE, A.; LÓPEZMARTÍNEZ, J. Musculoskeletal disorders: OWAS review. *Industrial health*, Vol.55(4), pp.314-337, 2017.
- GUÉRIN, F. et al. *Compreender o Trabalho para Transformá-lo: A Prática da Ergonomia*. São Paulo: Blucher, 2001.
- GUIMARÃES, B.; MARTINS, L. B.; BARKOKÉBAS JUNIOR, B. Workplace accommodation to people with disabilities: a case study in civil construction. *Fisioterapia em Movimento*, Vol.28(4), pp.779-791, 2015.
- HABIBI, E.; MOHAMMADI, Z.; SARTANG, A. Ergonomic assessment of musculoskeletal disorders risk among the computer users by Rapid Upper Limb Assessment method. *International Journal of Environmental Health Engineering*, Vol.5(1), 2016.
- IIDA. *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo: Edgar Blücher, 2005. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDADE SOCIAL (INSS). *Boletim Estatístico de Acidentes do trabalho*. BEAT, Brasília, 2018.
- KONG, Y.; LEE, S.; LEE, K.; KIM, D. Comparisons of ergonomic evaluation tools (ALLA, RULA, REBA and OWAS) for farm work. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol.24(2), pp.218-223, 2018.
- LIMA, P. R. F. Análise ergonômica do trabalho: utilização dos métodos OWAS e RULA em uma indústria do ramo alimentício na cidade de Mossoró-RN. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Vol.14(5), p.109, 2019.
- MÁSCULO, F.S.; VIDAL, M.C. *Ergonomia: Trabalho adequado e eficiente*. Rio de Janeiro: Elsevier Ltda, 2011.
- MONTEIRO, A. L.; BERTAGNI, R. F. de S. *Acidentes do Trabalho e Doenças Ocupacionais: conceito, processos de conhecimento e execução e suas questões polêmicas*. 2. ed. atual. São Paulo: Saraiva, 2000.
- MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. R. *Ergonomia: Conceitos e Aplicações*. Rio de Janeiro, p.2AB, 2000 p.136.



- OAQUIM, R. J. Ergonomia na Arquitetura. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2004.
- PATTERSON, C. B.; ABRAHÃO, J. I. A programação arquitetônica sob a ótica da ergonomia: um estudo de caso no setor público. *Ambiente Construído*, Vol.11(3), pp.177-195, 2011.
- RAJABALI, H.; HOSSEIN, F.; MORTEZA, E. Ergonomic Evaluation of Risk Factors for Musculoskeletal Disorders in Construction Workers by Key Indicator Method (KIM). *Archives of Occupational Health*, Vol.2(4), pp.209-215, 2018.
- SAAD, V. L.; XAVIER, A. A. P.; MICHALOSKI, A. O. Avaliação do risco ergonômico do trabalhador da construção civil. São Paulo 2003.
- SANTOS, H. H. Análise Ergonômica do trabalho dos borracheiros de João Pessoa: Relação entre o estresse postural e a exigência muscular na região lombar. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). CT/UFPB. 2002.
- SHIDA, G. J.; BENTO, P. E. G. Métodos e ferramentas ergonômicas que auxiliam na análise de situações de trabalho. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2012, Rio de Janeiro. p. 1 - 13, 2012.
- SOUZA, J. A. C.; MAZINI FILHO, M. L. de. Análise ergonômica dos movimentos e posturas dos operadores de checkout em um supermercado localizado na cidade de Cataguases, Minas Gerais. *Revista Gestão & Produção*, vol.24, n.1, p.123-135, 2017.
- VALINOTE, H. C.; PACHECO, L. F. FORMIGA, C. K. M. Análise da Qualidade de Vida, Capacidade para o Trabalho e Nível de Estresse em Trabalhadores da Construção Civil *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, Issue 32, pp.115-1, 2014.
- TORRES, M. L.; MARTINS, L. B.; BEZERRA, E. G. S.; GALVÃO, S. C. Avaliação do desempenho ergonômico de cozinhas residenciais através da análise comparativa de arranjos físicos. *Ambiente Construído*, v. 6, n. 3, 2016.
- YAZDANIRAD, S.; KHOSHAKHLAGH, A.; HABIBI, E.; ZARE, A.; ZEINODINI, M.; DEGHANI, F. Comparing the effectiveness of three ergonomic risk assessment methods—RULA, LUBA, and NERPA—to predict the upper extremity musculoskeletal disorders. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, Vol.22(1), p.17, 2018.



WINTER, J.; ISSA, M. H.; QUAIGRAIN, R.; DICK, K.; REGEHR, J. D. Evaluating disability management in the Manitoban construction industry for injured workers returning to the workplace with a disability. *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol.43(2), pp.109-117, 2015