

Trabajo de grado en modalidad de aplicación

[183034] Propuesta de diseño para un puesto de trabajo dentro del CEDI de Newell Brands de Colombia S.A.S a partir del estudio ergonómico.

Gutiérrez Rojas Eber Steven^{a,c}, Harker Gutiérrez Erika Jeniffer^{a,c}, Otero Villarreal Natalia Maria^{a,c}, Sepulveda Villamizar Johanna Katerine^{a,c}

Leonardo Augusto Quintana J.^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Resumen de diseño en Ingeniería

Newell Brands is an international company specialized in writing trademarks such as Sharpie, Expo Markers and PaperMate. In addition, is owner of brands in other business areas, for example Oster, Rubbermaid and Bubba. In Colombia, the products are imported and distributed within the country by the distribution center (DC) located in Funza, Cundinamarca. In this DC were found some ergonomic flaws that led us make a study to improve the conditions that the workers were exposed to.

Taking into account the objectives set out in the project and the ISO 13053-2 of 2012 [28], the following six stages were proposed: 1. Define the problem or need of the company; 2. Analysis of ergonomic conditions; 3. Analysis and risk identification; 4. Biological Measurements; 5. Design of proposals to improve ergonomic conditions and 6. Evaluation of proposals. During the first stage, visits and meetings were held with the leaders of the DC to understand the functioning and opportunities of improvement that they present. In addition, surveys of self-discomfort were carried out to the operators in order to have an approach to the parts of the body most affected by the development of their functions for subsequent analysis.

For stage two (2), based on the results obtained in the previous stage, the positions of the DC in which the present paper was focused were selected (maquila and picking). Also, the tasks were recorded and with the help of the Actogram Kronos software, the actions performed were identified, as well as the frequency and duration per cycle. Subsequently, it was determined that the RULA and OCRA checklist methods were the most suitable for the development of stage (3), which consists of evaluating the level of risk to which the operators are exposed in the maquila and picking positions due to the repetitive movements and critical positions identified.

In the fourth stage (4), heart rate measurements were taken to evaluate the physical load associated with the tasks. Once analyzed the results it was evidenced that it would be necessary to make changes mainly in the workplace than on the task, therefore, anthropometric measurements were taken. According to these measures, we proceeded to stage five (5), where possible proposals were developed for the improvement of the current conditions of the positions and adjusted to the needs of the company. Following this, a survey was carried out to experts on the subject, the pertinent modifications were made to the final proposals based on the results.

As a final result it was suggested to implement the following proposals: 1. For maquila a table with a particular mechanism where the finished product in each stage of the process must slide to be deposited and, in

this way, reduce the number of movements. Likewise, it has organizer bins at the height of the hand in which would be the material for packaging; 2. For picking, an electric stacker truck with a writing and reading support for the order to be processed that is adjustable to the height of the operator for greater comfort; 3. For these two positions, anti-fatigue templates that will significantly help to reduce the levels of discomfort in the critical areas of the body that were identified in the initial surveys; 4. A poster located in a strategic location that would help as a reminder so the DC employees can consider some tips and appropriate postures that they can apply it during their working day.

In the sixth stage (6) the proposals 1 and 2 were evaluated by the simulation with the help of two programs: SolidWorks and 3DMax, in order to make a comparison of the real situation versus the proposal using the RULA method. For proposal 3, two pairs of anti-fatigue templates were presented to DC for two operators, one for maquila and the other one for picking, then the initial discomfort survey was conducted to check before and after the use of these. Proposal 4 was evaluated with a survey to measure the degree of usability. In addition, each proposal is complemented by a financial analysis to determine the return of investment.

The results of the evaluation of the proposals were: for the first and second, a decrease in the risk levels of the tasks performed; for the third, there was a reduction of discomfort in the areas of the body only in the picking position because in maquila there was no difference, and finally for the fourth, an average rating of 4.5 out of 5 give a sense that the information is clear and accomplishes its objective.

1. Justificación y planteamiento del problema

Newell Brands es una empresa internacional que desarrolla su actividad económica a través de diferentes áreas de negocio, de entre las cuales se encuentran de Writing, Fine Writing, Consumer & Commercial, Outdoor & Recreation, Appliances & Cookware, Divesture, entre otros. Entre sus marcas más representativas se encuentran Sharpie, Paper Mate, Prismacolor, Elmer's, Expo, Parker, Waterman, Rubbermaid, Contigo, Coleman, Bubba y Oster.

La empresa cuenta con oficinas alrededor del mundo en Norte América, Europa, África, Oriente Medio, Asia (China, Hong Kong, Taiwán, Malasia, Tailandia, Japón, India, Corea) y Latinoamérica (Colombia, México, Venezuela, Argentina, Chile, entre otros), adicionalmente cuenta con más de 45.000 empleados en total, y reportó para la mitad del año 2018 unas ventas netas de US\$2.2 billones. [1]

Actualmente, en Colombia, los productos son importados de diferentes países como por ejemplo Parker de Francia, Prismacolor, Magicolor y Mirado de México, Rubbermaid y Sharpie de Estados Unidos y Kilométrico de India, entre otros. Estos procesos de importación son realizados por el área de Comercio Exterior, a la cual le llega la información de los pedidos que debe realizar del área de Cadena de Suministro (Supply Chain).

Además, cuenta con aproximadamente 250 empleados, y un centro de distribución (CEDI) ubicado en Funza del cual se desprende toda la actividad logística de la empresa en el país. Allí, llegan todos los productos para que luego los pedidos sean distribuidos a los diferentes puntos de ventas a nivel nacional.

Dentro del CEDI, se realizan diversas actividades, entre las que se encuentran:

- Maquila Interna la cual consiste en el empaque del producto para su venta al consumidor final.
- Alistamiento de pedidos o picking que según Grosse (2016), se define como la actividad de extraer los productos o materiales del lugar en el cual están almacenados en el CEDI para posteriormente enviarlos a los clientes. [2] En la actualidad, esta operación se realiza manualmente en el CEDI de Bogotá y consta de las actividades: alistamiento, auditoría y despacho. Adicional, los tipos de pedidos que se manejan son: 1) masivos, van dirigidos para grandes superficies, por ejemplo, Éxito o Almacenes la 14, los cuales consisten en alistamiento por lotes y al cual se le hace auditoría a través del peso; y 2) regulares, van dirigidos a las tiendas, en donde los trabajadores realizan el alistamiento por unidades, verificando la auditoría por unidades.

- Recibo de mercancía e inspección de calidad que se realiza a su entrada por códigos. Se revisa que estén las cantidades correspondientes y que se encuentren en buenas condiciones de calidad. También se encarga de re-paletizar para almacenar en la bodega.
- Surtido y abastecimiento de la bodega, en el cual la mercancía que llega es organizada en los estantes de acuerdo con la logística que se maneja; es decir, First In - First Out (FIFO) Igualmente, ir acomodando la mercancía en el primer piso a medida que se vaya agotando.

Todos los procesos dentro del CEDI tienen un tiempo máximo de entrega para cumplir con los pedidos. Por ejemplo, el área de Servicio al Cliente, el cual se encarga de verificar y validar los pedidos una vez entran a la plataforma, tiene 24 horas para enviarlos a picking y de ahí se cuenta con 48 horas para alistarlos, por lo tanto, la eficacia y la efectividad son cruciales en este proceso para cumplir con los tiempos límite. Para entrar en contexto en el año 2017 la cantidad de pedidos que fueron facturados y alistados fue de más de 23,000 y hasta julio 2018 de este año la cantidad de pedidos fue de más de 11,000 lo que quiere decir que en promedio por día se alistan aproximadamente 52 pedidos.

Por un lado, según Daria Battini (2014), en el contexto global, el aumento en la competencia ha llevado a la sociedad y a la academia a poner más atención al diseño y la administración de los centros de distribución. Por otro lado, en los últimos años, prestar atención a las actividades manuales de los trabajadores en la empresa es un factor clave debido a la gran incidencia de estas en las operaciones de los centros de distribución, tales como alistamiento, clasificación, levantamiento y empuje de la mercancía el bienestar de los operadores. A causa de ella, se ha registrado un **aumento** del dolor muscular a largo plazo como los Desórdenes Músculo Esqueléticos DME que dependen de la incomodidad que siente el operador.[3]

Basado en el argumento de Nienke Hofstra y Boyana Petkova (2018), a nivel mundial, los accidentes en el lugar de trabajo representan en general 960,000 trabajadores lesionados y 5330 muertes cada día. En términos monetarios, se estima que las empresas estadounidenses gastan alrededor de \$ 1 billón en costos directos (ej.: costos médicos y legales) asociados a las lesiones y a las muertes. Así mismo, la seguridad es especialmente importante en las industrias de servicios logísticos. Según datos del 2014 en Estados Unidos, el sector de almacenamiento y transporte es el segundo que representa el mayor número de fatalidades y tasa de lesiones de 13.5 personas por cada 100,000 trabajadores, es decir, aproximadamente 4 veces más alta que la tasa promedio de lesiones en todas las industrias. [4] Esto se da debido a muchos factores tales como, labores intensivas que requieren, manejo de materiales, vehículos pesados (tales como montacargas) que se mueven cerca de los trabajadores y la presión de tiempo, a que se ve sometido el proceso para el despacho oportuno de los pedidos.

Además, teniendo en cuenta a Eric Grosse (2015), en la mayoría de las empresas el proceso de picking es una actividad laboriosa que requiere un tiempo considerable para la realización, y representa más del 50% de los costos de almacenamiento. Los autores resaltan que más del 80% de las órdenes son procesadas manualmente. [5] Esto hace, que considerar los factores humanos sea inevitable para el éxito de la operación. El análisis de los factores humanos es necesario en un estudio ergonómico el cual tiene dos objetivos principales: El primero se enfoca en mejorar la eficacia y eficiencia con que las actividades son realizadas, esto abarca la reducción de errores y el incremento de la productividad. El segundo es el de mejorar las condiciones del trabajador como por ejemplo mejorar la seguridad, disminuir la fatiga y el estrés, incrementar la comodidad entre otras. [5]

Un estudio realizado por la ARL Liberty, en mayo de 2017, concluyó que los factores de riesgo más relevantes en las áreas operativas del CEDI fueron los de fuerza, postura y movimiento. Además, estos factores podrían generar en los trabajadores presencia de sintomatología osteomuscular. Según el estudio, las definiciones para los factores mencionados anteriormente son:

- **Fuerza:** Se considera que toda labor requiere que el trabajador tenga cierto consumo de energía, a mayor esfuerzo, mayor consumo energético. La realización de cualquier trabajo muscular implica la activación de una serie de músculos que son los generadores de la fuerza necesaria. Dependiendo del tipo de contracción que se da en el músculo, el trabajo muscular se puede considerar dinámico o estático, lo cual, en muchas ocasiones, es difícil de identificar, ya que esta diferencia está dada por los tipos de irrigación sanguínea muscular durante cada uno de estos tipos de trabajo.
- **Postura:** Es definida como la posición de uno o varios segmentos corporales que puede ser mantenida por algún tiempo más o menos prolongado, con posibilidad de restablecerse en el tiempo. La postura

adoptada por una persona en el trabajo está dada por la ubicación del tronco, la cabeza y las extremidades. Durante las diferentes posturas tomadas, ya sea de pie, sentados o acostados, los músculos deben ejercer ciertas fuerzas para equilibrar la postura o controlar los movimientos, incluso durante una posición relajada cuando la contracción muscular tiende a cero. En posturas inadecuadas, los tendones y las articulaciones pueden estar sometidos a carga y hasta llegar a presentar fatiga, es por esto que, aunque un trabajo parezca tener una carga aparentemente baja, con el tiempo puede llegar a ser extenuante.

- **Movimiento:** Está dado por los ciclos de trabajo cortos (ciclo menor a 30 segundos o 1 minuto) o alta concentración de movimientos (> del 50%), que utiliza pocos músculos (Silverstein y col, 1987) ya que pueden ser desencadenantes de los diferentes desórdenes músculo esqueléticos y condicionar la aparición de estos.

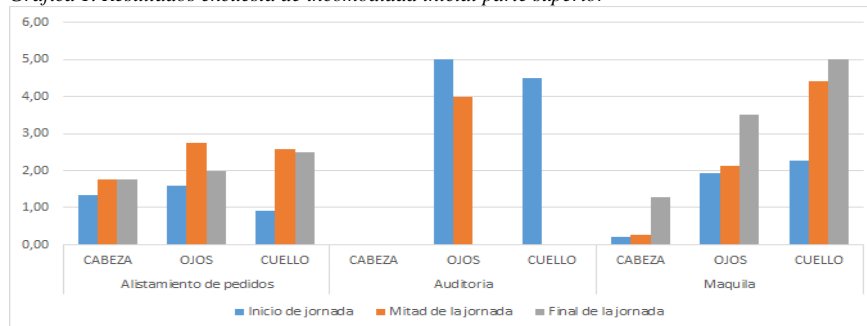
Además, el estudio mostró que las condiciones desfavorables que se pueden evidenciar se dan a causa de que el trabajador mantiene una postura prolongada el 75% o más de la jornada laboral y que hay movimientos de alta repetición que se encuentra en los miembros superiores al momento de ejecutar las tareas.

En una entrevista realizada durante este proyecto a Hernán Baquero, líder de bodega, uno de los principales problemas que presentan los trabajadores es la postura que tienen que asumir en su puesto de trabajo ya que los empleados deben permanecer toda la jornada de pie. Se han recibido varias quejas sobre las molestias que siente el personal del CEDI especialmente en las extremidades inferiores. Por otro lado, el Sr. Baquero, mencionó que consideraba uno de los puntos más importantes la mejora de la postura de pie para que los trabajadores no sintieran demasiada fatiga durante la jornada.

A partir de un sondeo inicial realizado a colaboradores del CEDI en el cual se evaluó la incomodidad de cada uno al inicio, mitad y final de la jornada por medio de una encuesta, se pudo evidenciar lo siguiente:

- En la evaluación de la parte superior, se muestra que la máxima incomodidad promedio que se genera es de 5 de 10, siendo el cargo más afectado el de Maquila. Esto indica que la percepción del trabajador sólo lleva a una incomodidad media en estas partes del cuerpo, siendo la más afectada el cuello, como se muestra en la siguiente gráfica.

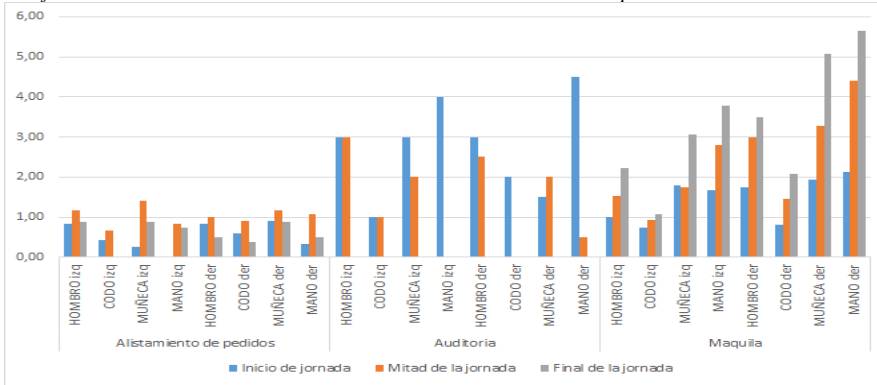
Gráfica 1. Resultados encuesta de incomodidad inicial parte superior



Fuente: Autores

- Por otro lado, en la evaluación de las extremidades superiores, se muestra que las partes del cuerpo más afectadas son la muñeca y la mano derecha. Además, muestra que el cargo más afectado, al igual que en la parte superior es el cargo de Maquila, teniendo una máxima calificación promedio de 5.5, lo que se puede considerar una incomodidad media cercana al alta. En la siguiente gráfica se muestra los cargos más afectados en estas áreas del cuerpo.

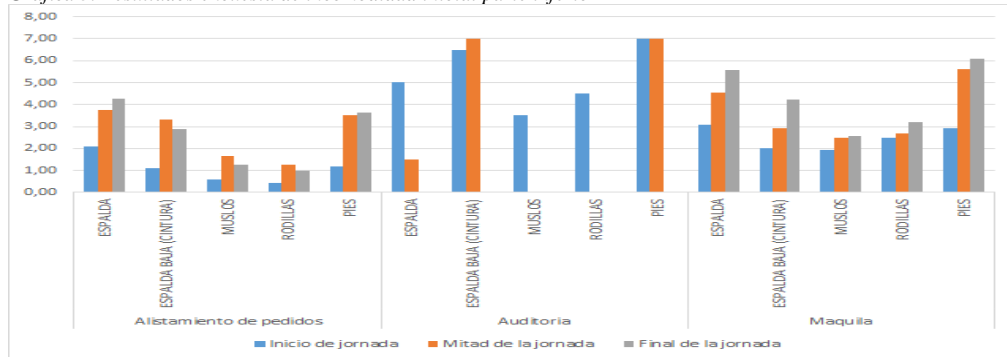
Gráfica 2. Resultados encuesta de incomodidad inicial extremidades superiores



Fuente: Autores

- Por último, en la evaluación de la parte inferior, se muestra que el área más afectada son los pies con una calificación promedio máxima de 7, lo que muestra una incomodidad alta, siendo Auditoría el cargo más afectado. En la siguiente gráfica se muestra los cargos más afectados en estas partes del cuerpo.

Gráfica 3. Resultados encuesta de incomodidad inicial parte inferior



Fuente: Autores

Para finalizar el análisis del sondeo, según este, que se realizó a todos los cargos, se observó que los cargos con mayor incomodidad se encuentran en maquila, auditoría y alistamiento de pedidos. Sin embargo, se realizó una encuesta a todos los cargos operativos del CEDI con el fin de comparar los resultados y aceptar o rechazar esta afirmación. Si esta afirmación es rechazada, entonces a través de la encuesta completa se buscará el cargo con mayor incomodidad.

Con base en el estudio realizado en 2017 por ARL Liberty y el sondeo realizado para el proyecto, la pregunta de investigación que se genera es: ¿Cómo mejorar las condiciones del puesto de trabajo a seleccionar mediante un estudio en el CEDI de Newell Brands, a través de una propuesta de diseño ergonómica?

2. Antecedentes

Según la Sociedad Colombiana de Ergonomía (SCE), la ergonomía es la ciencia del trabajo, esto significa que estudia diversos aspectos que están involucrados directamente en el trabajo. Es decir que la ergonomía no solo tiene en cuenta aspectos físicos, si no también estudia aspectos ambientales, económicos, organizacionales, sociales y culturales. [6] Es por esta razón que la ergonomía se puede clasificar en tres: ergonomía física, cognitiva y organizacional [7]

Aunque existen varias áreas en la ergonomía, una de las más aplicadas en las empresas es la ergonomía física, la cual a su vez es la más frecuente en temas de investigación [8]. Además, la SCE dice que está embarca “las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas que se relacionan con la

actividad física.” [6] Esto se ve reflejado en diversos trabajos que se han realizado en grandes empresas como Nestlé, Nutresa, Comerdic Ltda., entre otras. [9]

La aplicación de la ergonomía en las organizaciones ha venido aumentando, siendo considerada más que un gasto una inversión de gran impacto. Con base en este tipo de ergonomía se pueden diseñar puestos de trabajo que sean más seguros para el empleado y a la vez más confortables, el cual es definido por el Ministerio del Trabajo como “una unidad de producción que es posible aislar a partir de las características materiales (materias primas, herramientas, máquinas), físicas (espacio de trabajo), ambientales (temperatura, vibración, ruido, calidad de aire), de la tarea (objetivos, procesos, métodos, resultados) y de información (Interfaces, guías, asistencia).” [8] Para lograr tener un puesto de trabajo ergonómico es necesario analizar el espacio, los objetos que se encuentran en este y los que se ven involucrados en la actividad, la interacción persona-máquina y el conjunto de acciones que realiza el trabajador. Esto permite obtener grandes beneficios como un mayor rendimiento utilizando el menor esfuerzo [10].

Según la Fundación Iberoamericana de Seguridad y Salud Ocupacional (FISO), algunos de los beneficios que se generan son: “disminución del coeficiente de errores, la reducción de costos derivados del ausentismo y la rotación, reducción de accidentes y enfermedades, en especial prevención de los trastornos músculo esqueléticos derivados de los movimientos repetitivos y favorece el incremento de la capacidad productiva del trabajador, entre otros”. [11] Hoy en día las empresas se preocupan más por evitar o disminuir la accidentalidad y enfermedades dentro de las instalaciones por la repetitividad de ciertas actividades durante la jornada laboral, por lo que cada vez se realizan más estudios ergonómicos que de manera preventiva hacen seguimiento y monitoreo a las condiciones de salud y trabajo de la población.

Los Desórdenes Músculo Esqueléticos (DME) son una de las causas más frecuentes de diagnósticos por enfermedades laborales, los cuales son originados cuando las condiciones o requerimientos del trabajo sobrepasan la capacidad de respuesta del trabajador y no permiten una adecuada recuperación biológica de los tejidos [12] [13]. El problema de DME es que es acumulativo, es decir que una vez el trabajador sufre de esto, se generan secuelas incluso una vez se recupere la persona, lo que disminuye el esfuerzo máximo que puede realizar y a su vez aumenta la probabilidad de sufrir nuevamente un problema relacionado con DME. [8]

En la actualidad, existen muchos métodos que se usan para realizar estudios y análisis ergonómicos relacionados con la repetitividad de tareas en el trabajo [14] [15], así como los movimientos y las cargas posturales que ayudan a evitar o disminuir la incidencia en los DME [16]. Sin embargo, como plantea Battini, Persona y Sgarbossa (2014), los métodos más usados son los que se pueden identificar en la Tabla 1.

Tabla 1. Métodos ergonómicos más usados.

Method	When	Focus	References
BORG SCALE	Perceived exertion evaluation	Simple method to measure physical activity intensity levels	Borg (1970)
OWAS Ovako Working Analysis System	Fast postural targeting	Work-related disorders on 4 basic body portion without detail on upper limb, verifying the frequency and the time taken in each posture.	Karhu et al. (1977)
RULA Rapid Upper Limb Assessment		Fast evaluation of upper body members constraints	McAtamney and Corlett (1993)
REBA Rapid Entire Body Assessment		Fast evaluation of the whole body and highlight the fast change of postures	Hignett and y McAtamney (2000)
Strain index	Repetitive movements evaluation	Upper limb repetitive movement equation	Moore and y Garg (1995)
OCRA Occupational Repetitive Action		Upper limb repetitive movements evaluation check list	Colombini et al. (2002)
Snook and Ciriello	Manual lifting evaluation	Evaluation tables of maximum acceptable weights and forces".	Ciriello and Snook (1978)
NIOSH National Institute of Occupational Safety and Health		Lifting equation that define the RWL: Recommended Weight Limit	Niosh (1981)

Fuente: D. Battini, M. Faccio, A. Persona, y F. Sgarbossa, 2011 [16]

Benítez y Cortés (2017) evaluaron los riesgos de salud física para los trabajadores de la empresa Comerdic Ltda. en los puestos de trabajo del taller de metalmecánica mediante los métodos de REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) [17], y OCRA (*Occupational Repetitive Action*) [18] [19]. Llegaron a la conclusión que los métodos utilizados les brindaron la información necesaria para conocer el nivel de criticidad que tienen los puestos de trabajo. Así mismo, hicieron uso del cuestionario nórdico de Kuorinka y cols (1987) como herramienta para la detección y análisis de problemas músculo - esqueléticos, permitiéndoles encontrar los lugares de molestia [20], el nivel de incomodidad y las posibles razones que las generan.[21]

Además, para tener una evaluación más precisa de los efectos que causa algunos factores ergonómicos sobre el sistema osteomuscular se utiliza técnicas de medición fisiológicas. Para realizar estas mediciones se utilizan diferentes herramientas como los acelerómetros triaxiales, los cuales permiten medir la aceleración en los tres ejes cartesiano (X, Y, Z) de manera independiente, o la aceleración lineal en un punto específico. También, se utiliza dinamómetros los cuales permiten cuantificar la fuerza de agarre ejercida por la mano en diferentes posiciones. El miometrio mide la fuerza generada por un grupo muscular específico en donde se relaciona el movimiento, la gravedad y la resistencia que genera la tarea a ejecutar. Además, se utilizan diferentes sensores como el electromiógrafo que es un sensor que registra la actividad muscular y su tiempo de activación de una manera mínimamente invasiva [22].

En Colombia, teniendo en cuenta las personas afiliadas a un seguro de ARL (Administradora de riesgos laborales), según el Ministerio de Salud, en el 2017, el 6% de las personas sufrieron accidentes calificados como profesionales y el 7.28% reportaron accidentes de trabajo. En el sector de comercio, el 4.81% de las personas afiliadas han sufrido accidentes de trabajo; el 59.18% han sufrido enfermedades laborales y la tasa de muerte es de 4.71 personas por cada 100 [23]. Varios de los accidentes calificados como profesionales causaron invalidez al trabajador, la cual se define en la Decreto 1507 de 2014 en el artículo 3° como “la pérdida de la capacidad laboral u ocupacional igual o superior al cincuenta por ciento (50%)”

Dadas las estadísticas proporcionadas por distintas fuentes como el Ministerio de Salud, la Fundación Iberoamericana de Seguridad y Salud en el trabajo, Fondo de Riesgos laborales [24], entre otros; se han desarrollado un conjunto de normas y directrices a ser llevadas a cabo para ciertas tareas específicas. dichas normas son: ISO 11228, la cual contiene ISO 11228-1:2003 que trata sobre el levantamiento y transporte y en la cual se utilizan criterios de la ecuación de NIOSH para levantamiento, ISO 11228-2:2007 que trata sobre empuje y tracción y es similar a tablas de Snook y Ciriello y por último ISO 11228-3:2007 que trata sobre manipulación de objetos menores a 3 kg a alta frecuencia, el cual aborda movimientos repetitivos y remiten al método OCRA.[25] Esta norma fue actualizada a la ISO 12295:2014 [26].

Para concluir, los estudios ergonómicos realizados en las empresas otorgan innumerables beneficios como se evidencia en el trabajo de grado de Arias y Rueda (2018), quienes mediante un estudio de los puestos de trabajo en la zona picking del CEDI de la empresa Comercial Nutresa plantearon propuestas que garantice buenas condiciones laborales ayudando a mitigar los niveles de riesgo, agilizar el flujo de proceso y por consiguiente alcanzar una mayor productividad. [27]

3. Objetivos

Objetivo General

Proponer un diseño ergonómico para el puesto de trabajo que presente mayor incomodidad en el centro de distribución (CEDI) de Newell Brands, ubicado en la ciudad de Bogotá

Objetivos específicos

- Definir los puestos de trabajo que presenten mayor incomodidad mediante la evaluación y análisis de un conjunto de factores ergonómicos de todos los puestos operativos dentro del CEDI de Newell
- Realizar análisis ergonómico de los puestos de trabajo que presentan mayor incomodidad
- Establecer los diseños ergonómicos para la realización de la tarea en los puestos de trabajo identificados que presentan mayor número de quejas por incomodidad
- Evaluar las propuestas de diseño planteadas a través de la comparación de simulaciones de la situación actual y la propuesta

4. Desarrollo del Documento

Teniendo en cuenta los objetivos expuestos, se estableció una metodología para el desarrollo de este estudio con el propósito de diseñar propuestas que mejoren significativamente las condiciones ergonómicas de los operarios en los cargos de maquila y picking (cargos elegidos después de analizar las encuestas de incomodidad) en el CEDI de Newell Brands. La eficacia e impacto de las propuestas en el puesto de trabajo se evaluará por

medio de la simulación y comparación con la situación actual, donde se analizará si los niveles de riesgo varían positivamente.

4.1. Definir los puestos de trabajo que presenten mayor incomodidad mediante la evaluación y análisis de un conjunto de factores ergonómicos de todos los puestos operativos dentro del CEDI de Newell

Para iniciar con el estudio ergonómico fue necesario identificar inicialmente los cargos que se encontraban en el CEDI, con el fin de poder evaluar y analizar todos los posibles puestos de trabajo. Dichos cargos son los siguientes: Auditoría, control de calidad, despacho, devoluciones, maquila, montacarguista y picking. Una vez identificados estos, se procedió a hacer el análisis por medio de una encuesta de incomodidad realizada a los operarios de estos cargos, la cual nos brinda un acercamiento preliminar a la tarea y posibles puntos de partida críticos a estudiar.

- Metodología

Con el fin de estudiar los factores ergonómicos en los puestos de trabajo se llevó a cabo una encuesta de incomodidad a cada uno de los operarios de los cargos anteriormente mencionados en tres días diferentes de la semana: Lunes, Miércoles y Viernes, buscando con esto obtener la información necesaria para desarrollar un análisis adecuado de las condiciones del trabajador en su puesto de trabajo. Estos días fueron elegidos para analizar la evolución de la incomodidad experimentada por los empleados al inicio, a la mitad y al final de la semana laboral. Por otro lado, los trabajadores fueron encuestados tres veces en su jornada laboral (inicio, mitad y final) para contemplar la fatiga expresada por cada uno.[21]

La encuesta se realizó con una escala de calificación de 0 a 10, donde cada número representa un valor de incomodidad cómo se relaciona en la tabla 2. [21]

Tabla 2. Escala calificación incomodidad

Calificación	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Interpretación	Nada	Muy ligero		Ligero	Moderado	Algo fuerte	Fuerte		Muy fuerte		Extremadamente fuerte

Fuente: Adaptación escala de Borg (1962)

Para un mejor análisis y organización de los datos, las partes del cuerpo se distribuyeron en tres grupos: Parte superior (cabeza, ojos y cuello), Extremidades superiores (hombros, codos, muñecas y manos) y Parte media e inferior (espalda, espalda baja/cintura, muslos, rodillas y pies).

En el CEDI, la cantidad de colaboradores por cargo es una variable que tiende a depender de la temporada del año en la que se encuentre. A final e inicio de año se requiere más personal por la cantidad de producto demandado mientras que disminuye conforme se acerca mitad de año. Las encuestas que se realizaron, se efectuaron en un periodo de temporada alta, en la tabla 3 se muestra la cantidad de personas que se entrevistaron por día y por jornada alrededor de las siguientes horas: 7:30 am (inicio), 12:30 pm(mitad) y 4:00 pm (final).

Tabla 3. Cantidad de trabajadores por jornada.

Jornada	Lunes	Miercoles	Viernes	Total general
Inicio de jornada	39	19	52	110
Mitad de la jornada	32	20	51	103
Final de la jornada	29	15	30	74
Total general	100	54	133	287

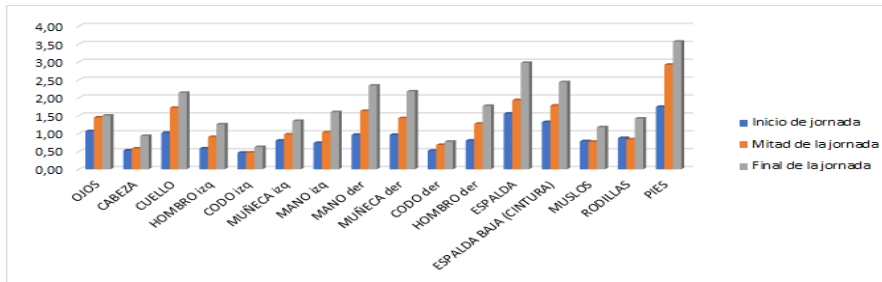
Fuente: Autores

Una vez analizados los puestos del CEDI de Newell Brands y los resultados de la encuesta, se definió el puesto crítico en el cual se va a enfocar el presente trabajo.

- Resultados

A continuación, se muestran los resultados promedio de todas las encuestas realizadas a los empleados del CEDI para el inicio, mitad y final de jornada, con el fin de identificar cómo varía la incomodidad a través del día.

Gráfica 4. Promedio de las encuestas de incomodidad



Fuente: Autores

Teniendo en cuenta los resultados, se identificó el aumento de la incomodidad que se presenta a lo largo de la jornada y que se ve reflejada en la gran mayoría de las partes del cuerpo evaluadas. Además, se puede señalar que el descanso de los empleados a las 10:00 a.m. de 30 minutos y la hora del almuerzo a la 1 p.m. no son suficientes para disminuir la carga de incomodidad que presentan los trabajadores durante el día.

Por otro lado, buscando visualizar gráficamente la incomodidad de los trabajadores, se asignó un color que representa un rango específico, definido por medio de cuartiles, siendo el rojo mayor incomodidad y el verde menor incomodidad. En la siguiente tabla se muestra los rangos y los colores asignados:

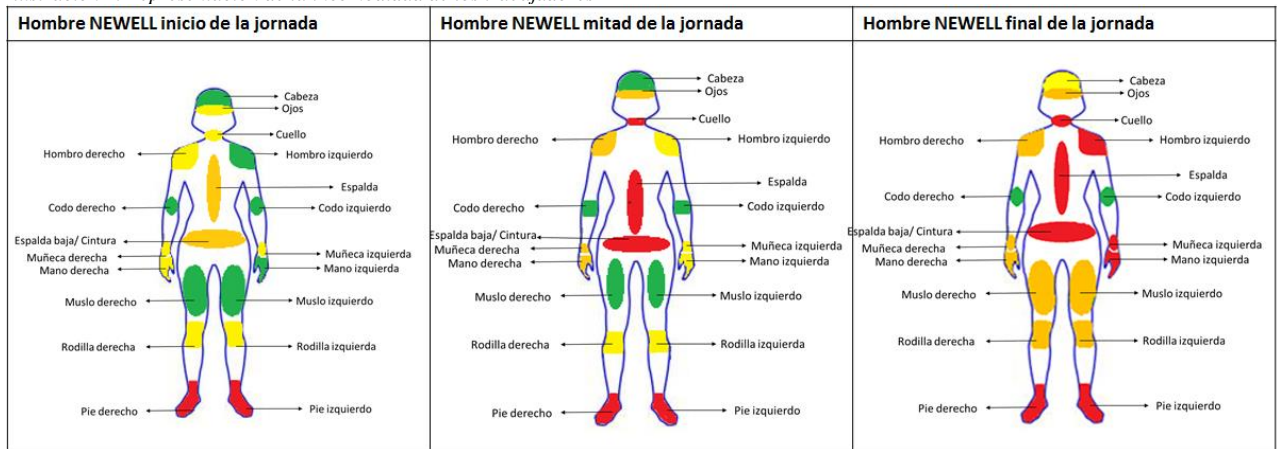
Tabla 4. Asignación de colores a los rangos de incomodidad.

Cuartil	Límite inferior	Límite Superior	Punto medio
I	0.786	0.46	0.786
II	1.120	0.786	1.120
III	1.697	1.120	1.41
IV	3.568	1.697	3.568

Fuente: Autores

Conforme a los resultados arrojados, como se muestra en la ilustración 1 y tabla 4, se resaltó por colores la silueta de una persona de acuerdo a la jornada. (Ver Anexo 1: Encuesta de Incomodidad)

Ilustración 1. Representación de la incomodidad de los trabajadores

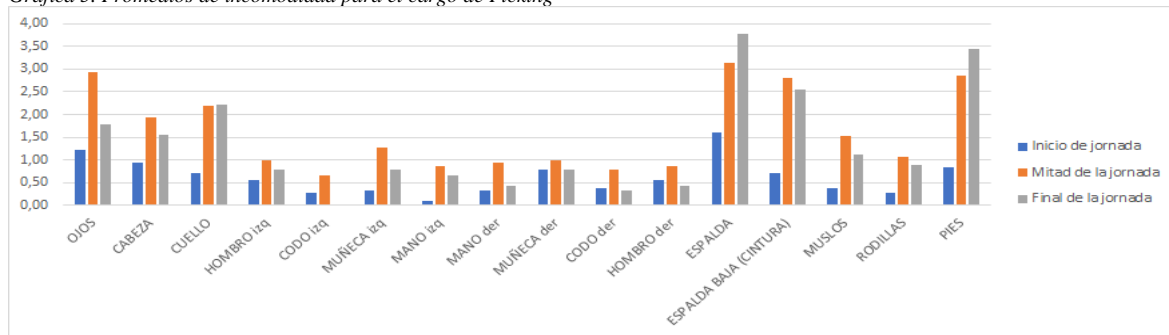


Fuente: Autores

Una vez terminado el análisis general de las encuestas de incomodidad se realizó el análisis consolidado de cada uno de los cargos, con el objetivo de identificar los puestos con mayor incomodidad. Para esta selección se tuvo en cuenta dos análisis estadísticos: el mayor puntaje de incomodidad entre todas las partes en cada cargo y el promedio de incomodidad de todas las partes en cada cargo.

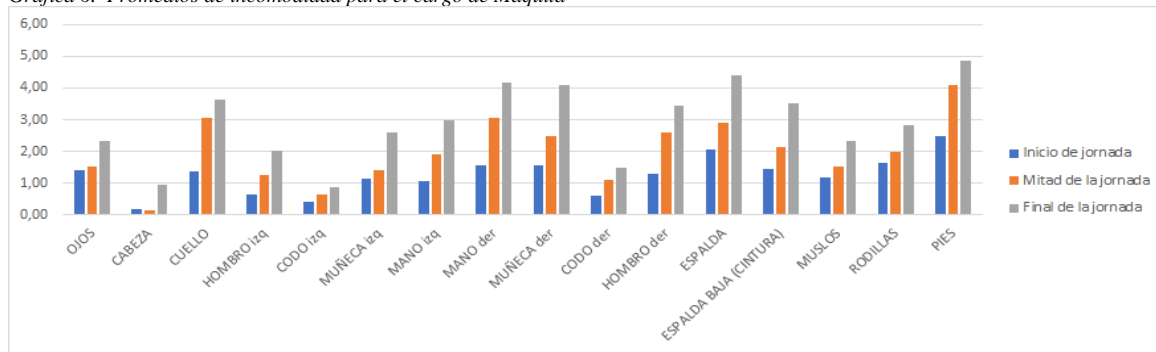
Después de analizar los puntajes y promedios de estos, se concluyó que los cargos con mayor incomodidad son picking y maquila. En la gráfica 5 y 6 se muestran las respuestas promediadas de cada una de las partes del cuerpo para dichos cargos.

Gráfica 5. Promedios de incomodidad para el cargo de Picking



Fuente: Autores

Gráfica 6. Promedios de incomodidad para el cargo de Maquila



Fuente: Autores

4.2. Realizar análisis ergonómico de los puestos de trabajo que presentan mayor incomodidad

Teniendo en cuenta el desarrollo y resultado del objetivo anterior, el análisis ergonómico se realizó para los puestos de maquila y picking donde presentaron mayor incomodidad. Dicho análisis se realizó en dos etapas descritas a continuación:

1. Análisis detallado del proceso de los puestos de trabajo seleccionados mediante el método observacional, en el cual se hizo uso de las siguientes herramientas para toma y análisis de datos: Cámara GoPro Hero 3, dispositivo móvil para grabar y tomar fotos, software Actogram Kronos, método RULA y OCRA.
2. Mediciones fisiológicas en los puntos que se presentó mayor incomodidad por medio de las siguientes herramientas: Electrocardio-frecuencímetro y antropómetro.

4.2.1. Análisis Observacional

Para realizar el análisis observacional se hicieron visitas al CEDI, en las cuales se estudió la tarea y se recopiló información a partir de la toma de videos y fotos por medio de cámaras GoPro y dispositivos móviles durante la jornada las cuales se colocaron en el pecho y la cabeza de una muestra de trabajadores para tener una mejor visualización, buscando identificar acciones y posturas repetitivas.

El registro de los videos se llevó a cabo durante el inicio y mitad de la jornada de trabajo, donde la duración se basó exclusivamente en los tiempos de ciclo de empaque o alistamiento de una unidad de cada cargo previamente seleccionado. Teniendo en cuenta que la tarea de maquila cuenta con un gran componente de repetitividad y que el empaque requiere de poco tiempo, los ciclos son cortos y por tal motivo se hicieron tomas de aproximadamente 7 ciclos. En cuanto a picking, el tiempo de alistamiento depende del pedido solicitado por lo que se decidió hacer grabaciones de alrededor de 6 minutos en donde se podían evidenciar las posturas más relevantes y forzadas de la actividad.

4.2.1.1 Actogram Kronos

- Metodología

Por medio del software Actogram Kronos, se realizó el análisis del puesto de trabajo de los operarios encargados de la tarea de Picking y Maquila. Este software permite identificar la repetitividad de las actividades a través de variables previamente estipuladas (Ver Anexo 2: Resultados de Actogram - Variables Actogram), a lo largo de un periodo de tiempo que por lo general cumple con un ciclo (tiempo en que se termina una unidad).

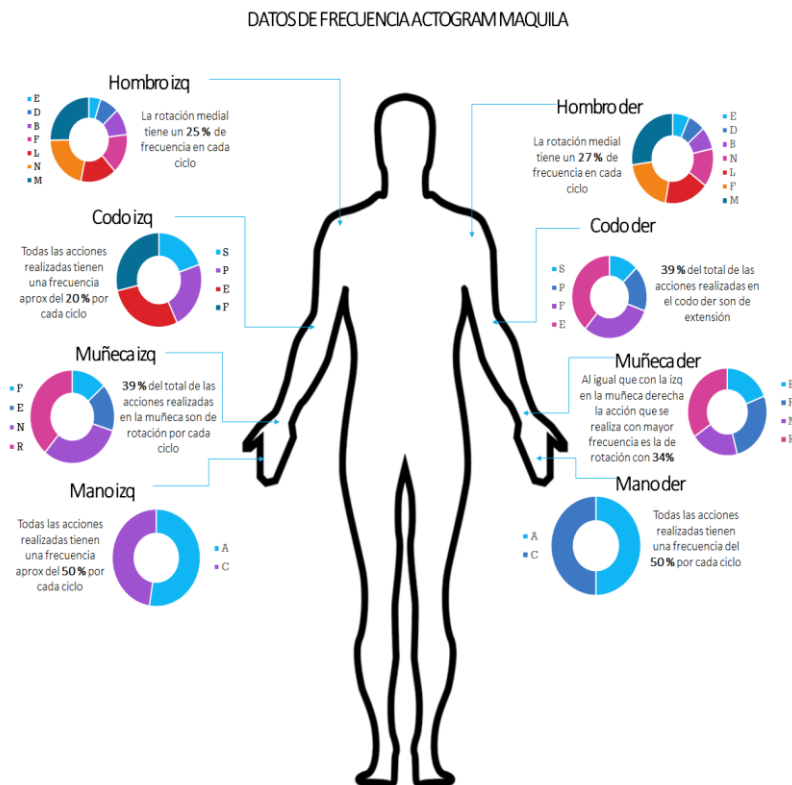
Con el fin de definir las variables a evaluar, fue necesario ver los videos obtenidos por medio del método observacional al menos 5 veces para identificar cada una de estas. Se definieron las variables por grupos, es decir, por cada parte a estudiar se establecieron variables asociadas a esta y se evaluaron una a una con el fin de realizar un análisis detallado. La evaluación se realizó en conjunto con los videos antes mencionados y se evaluaba cada variable con el fin obtener, con ayuda del programa, la duración, repetitividad y diferentes datos estadísticos de las acciones evaluadas. (Ver Anexo 2: Resultados de Actogram - Resultados Maquila; Resultados picking) Además, por medio de este software pudimos identificar si el trabajo es dinámico o estático, que según la norma NTP 177, un trabajo muscular se denomina estático cuando la contracción de los músculos es continua y se mantiene durante un cierto período de tiempo. El trabajo dinámico, por el contrario, produce una sucesión periódica de tensiones y relajamientos de los músculos activos, todas ellas de corta duración. [35]

- Resultados

Por medio de este software y teniendo como base los videos grabados con las cámaras GoPro, se pudo evidenciar detalladamente los movimientos que realiza el operario en picking y maquila, dando a conocer con mayor exactitud la frecuencia y duración de cada acción por ciclo para las partes evaluadas.

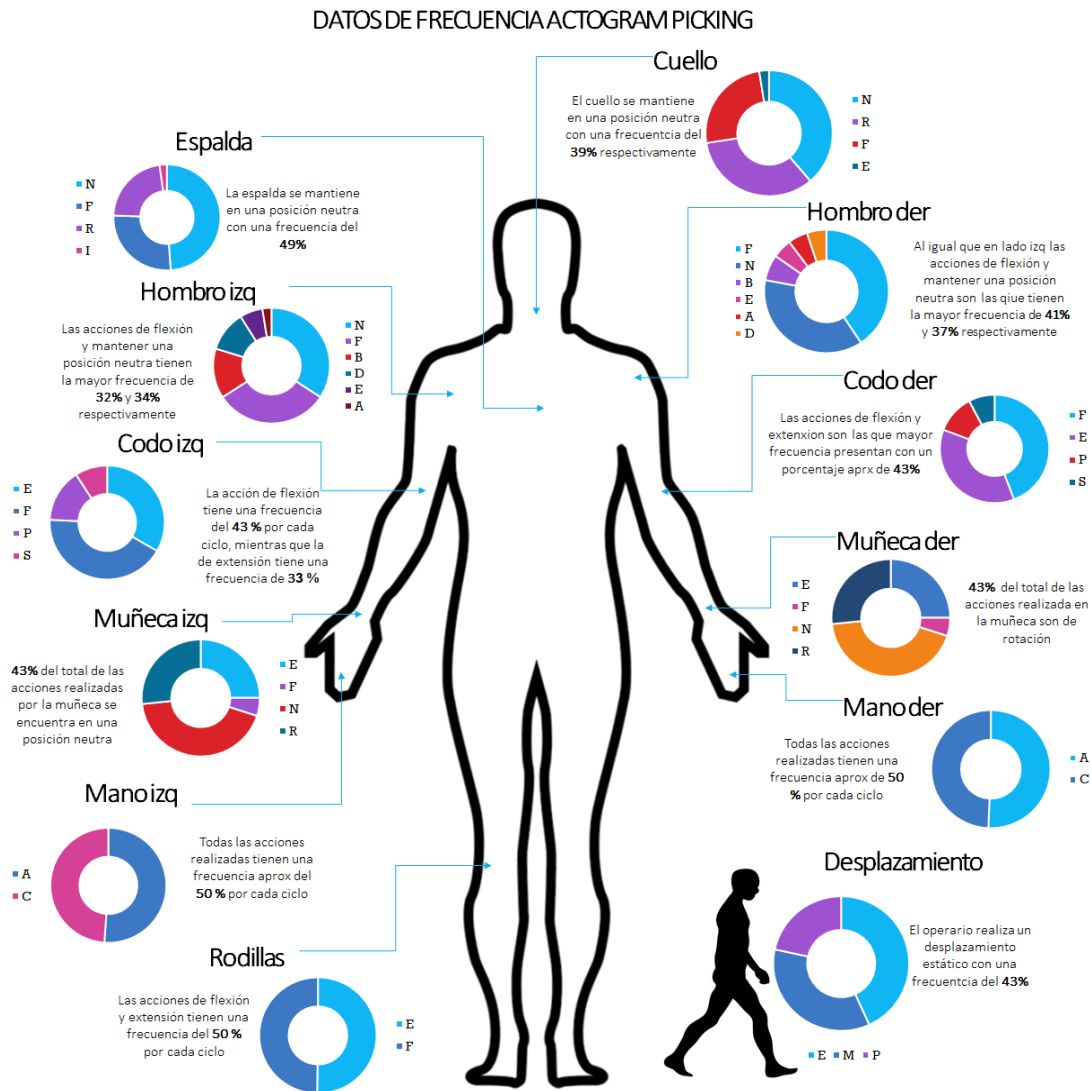
Con los resultados obtenidos se identificó que tanto para el cargo de picking, como el de maquila las acciones son principalmente dinámicas puesto que la duración promedio de estas no es mayor a 1 min por ciclo. Por lo tanto, en la ilustración 2 se muestra el porcentaje de frecuencia por acción para maquila y en la ilustración 3 para picking.

Ilustración 2. Resultados actogram de maquila



Fuente: Autores

Ilustración 3. Resultados actogram de picking



Fuente: Autores

4.2.1.2 RULA

- Metodología

Uno de los factores de riesgo más comúnmente asociados a la aparición de trastornos de tipo músculo-esqueléticos es la excesiva carga postural. Si se adoptan posturas inadecuadas de manera repetitiva en el trabajo, se genera fatiga y pueden ocasionar problemas de salud. Así pues, la evaluación de la carga postural o carga estática, y su reducción en caso de ser necesario, es una de las medidas fundamentales a adoptar en la mejora de puestos de trabajo. [32]

Esta herramienta nos permite evaluar el riesgo en un puntaje entre 1 (bajo) a 7 (alto), estos puntajes son agrupados en 4 niveles que proveen una indicación de acción para tomar medidas sobre los riesgos, como se puede evidenciar en la tabla 5.

Tabla 5. Nivel de actuación según puntaje final

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

Fuente: Diego-Mas, José Antonio. Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [Consulta 25-04-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Para llevar a cabo este método se tomaron fotos a los cargos seleccionados y a las posturas más repetitivas y críticas que se observaron. Para el desarrollo de este nos apoyamos en el software que tiene la página de ergonautas (<http://www.ergonautas.upv.es>) para obtener los resultados de las puntuaciones para los cargos de picking y maquila.

- Resultados

Para el análisis y evaluación de las posturas realizadas en los puestos de trabajo se utilizó el software online Ruler [32] para medir los ángulos como se observa en la ilustración 4 y 5 (Ver Anexo 3: Metodología RULA), se tuvieron en cuenta las tareas de empaque y abastecimiento de producto para maquila; para picking chequear los pedidos, transportar el carro estibador y de picking y colocar los pedidos en el carro estibador.

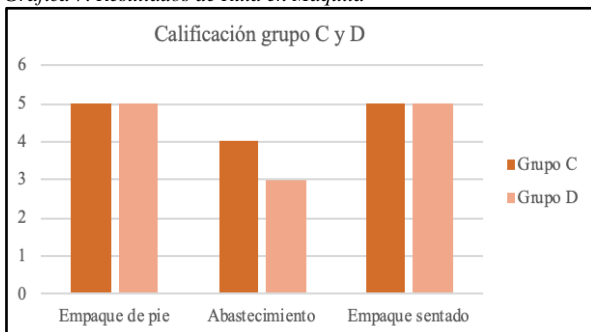
Ilustración 4. Posturas del puesto de maquila



Fuente: Autores

Observando la gráfica 7 se identificó que de los resultados obtenidos de los grupos C y D la calificación de las posturas se encuentra en un nivel de riesgo 3, excepto para la tarea de abastecimiento de producto que tiene un nivel de riesgo 2. Por lo tanto, se demuestra que es necesario rediseñar el puesto de trabajo con el fin de disminuir el riesgo para la mayoría de las posiciones tomadas en el cargo de maquila. Además, observando al detalle las puntuaciones en cada uno de los grupos, se concluye que una de las partes más afectadas en los trabajadores es el cuello, pues su postura en la mayoría de las tareas es inclinada hacia adelante con un ángulo mayor a 30 grados.

Gráfica 7. Resultados de Rula en Maquila



Fuente: Autores

Así mismo, para el puesto de picking se obtuvieron los siguientes resultados en base a las posturas seleccionadas:

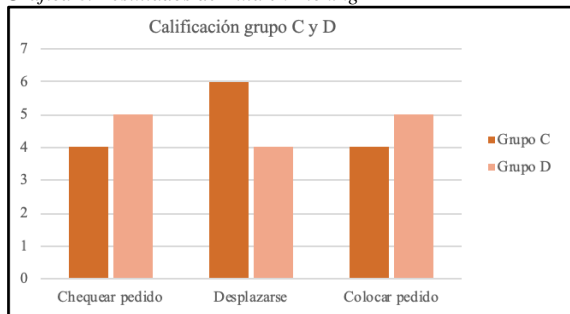
Ilustración 5. Posturas del puesto de picking



Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la gráfica 8, las actividades realizadas en picking tienen un nivel de riesgo tipo 3, por lo que es necesario rediseñar las tareas. Además, con base a los resultados anteriores, en las posturas de alto riesgo las partes del cuerpo más afectadas son los brazos, el cuello y el tronco. Esto se genera porque la postura general del trabajador es constantemente de pie y a causa de sus funciones (como levantar los pedidos de los estantes inferiores) genera mayor fatiga sobre el tronco.

Gráfica 8. Resultados de Rula en Picking



Fuente: Autores

Una vez se analizaron los resultados del método RULA se evidenció que en cada uno de los puestos de trabajo se obtuvo un nivel de riesgo alto según la tabla 5, por lo que se concluyó que es necesario adoptar medidas en ambos cargos para mejorar las posturas de los trabajadores.

4.2.1.2 OCRA

- Metodología

Check List OCRA permite valorar el riesgo asociado al trabajo repetitivo. El método mide el nivel de riesgo en función de la probabilidad de aparición de trastornos músculo-esqueléticos en un determinado tiempo, centrándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores del cuerpo. [31]

Por lo tanto, para realizar este método se evaluó por separado cada uno de los cargos y se hizo uso del formulario (Ver Anexo 4: OCRA Check List) para el cual se recopiló información por medio del jefe de maquila, Hernán Baquero, acerca de datos de la jornada, número de pedidos y las pausas, mientras que la información de fuerzas, el tipo de agarre, entre otros, se obtuvo por medio de los videos e información del análisis observacional realizado.

Este método permite identificar el nivel de riesgo asociado a la actividad con una escala de valoración clasificados en 5 rangos como se muestra en la tabla 6.

Table 6. Escala de valoración del riesgo:

Checklist	Color	Nivel de riesgo
HASTA 7,5	Verde	Aceptable
7,6 - 11	Amarillo	Muy leve o incierto
11,1 - 14	Rojo suave	No aceptable. Nivel leve
14,1 - 22,5	Rojo fuerte	No aceptable. Nivel medio
≥ 22,5	Morado	No aceptable. Nivel alto

Fuente: Ministerio de trabajo e inmigración. Aplicación para la evaluación del riesgo por trabajo repetitivo (2012). (Ver Anexo 4)

- **Resultados**

Una vez diligenciado el formulario, se llevó a cabo el análisis de los resultados donde se pudo evidenciar un puntaje final para Picking de 21,5 correspondiente en ambos extremos superiores y para maquila de 20 y 17 correspondiente al lado derecho e izquierdo respectivamente. Teniendo en cuenta la tabla 6 y los resultados obtenidos en la ilustración 6 (Ver Anexo 4: OCRA Check List), para los dos cargos, aunque cuentan con un puntaje diferente, el nivel de riesgo es no aceptable lo que indica la necesidad de un cambio.

Ilustración 6. Resultados OCRA

Empresa: Newell Brands	Fecha: 43598	Empresa: Newell Brands	Fecha: 43598
Sección:	Puesto: Picking	Sección:	Puesto: Maquila
Descripción: Este puesto se encarga del alistamiento de pedidos		Descripción: Este puesto se encarga del empaque de producto	

Factores de riesgo por trabajo repetitivo		Factores de riesgo por trabajo repetitivo		
	Dch.	Izd.	Dch.	Izd.
Tiempo de recuperación insuficiente:	3	3	3	3
Frecuencia de movimientos:	2,5	2,5	4	1
Aplicación de fuerza:	8	8	0	0
Hombro:	6	6	1	1
Codo:	0	0	4	4
Muñeca:	0	0	0	0
Mano-dedos:	8	8	8	8
Estereotipo:	0	0	3	3
Posturas forzadas:	8	8	11	11
Factores de riesgo complementarios:	0	0	2	2
Factor Duración:	1	1	1	1

Índice de riesgo y valoración		Índice de riesgo y valoración			
	Dch.	Izd.	Dch.	Izd.	
Índice de riesgo:	21,5	21,5	20	17	
No aceptable. Nivel medio		No aceptable. N		No aceptable. Nivel medio	

Fuente: Ministerio de trabajo e inmigración. Aplicación para la evaluación del riesgo por trabajo repetitivo (2012). (Ver Anexo 4)

4.2.2. Mediciones Fisiológicas

4.2.2.1 Electrocardio-frecuencímetro

- **Metodología**

En un estudio publicado por Juan Alberto Castillo Mg, PhD y Ángela Cubillos, Mg. (2014) sobre el uso de la frecuencia del pulso en la estimación de la carga de trabajo hace énfasis en que la frecuencia cardíaca integra en su expresión diferentes factores vinculados a la tarea desarrollada y al entorno donde ésta es ejecutada (trabajo estático, estrés térmico, intensidad del esfuerzo físico). En el ámbito ergonómico se ha usado la frecuencia del pulso como una herramienta para evaluar la demanda de un trabajo y según el método MET (Estimación de la tasa metabólica), existe una relación directa entre la frecuencia cardíaca y el consumo energético.

Se han desarrollado diferentes clasificaciones que permitan interpretar la frecuencia del pulso en la calificación de la intensidad de la carga de trabajo. La tabla 7 muestra la clasificación elaborada por Wells y colaboradores. [36]

Tabla 7. Clasificación de la carga de trabajo de acuerdo con Wells et al.

Fácil	Moderado	Óptimo	Exigente
Debajo de 100 latidos/min	100-120 latidos/min	120-150 latidos/min	Superior a 140 latidos/min
Debajo de 4 kcal/min	4-7 kcal/min	7,5-10 kcal/min	Superior a 10 kcal/min

Fuente: <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v12s1/v12s1a04.pdf>

Teniendo en cuenta lo anterior se tomó la frecuencia cardiaca a los colaboradores de los cargos seleccionados. Para esto, se tuvo en cuenta las actividades que se realizan en el cargo, es decir, para maquila se tuvo en cuenta la realización de una unidad en las siguientes actividades: Empaque en caja, empaque individual y termosellado; Para picking se tuvo en cuenta el alistamiento de un pedido, tanto para hombre como para mujer. Para cada una de estas actividades se realizó la medición de la frecuencia cardiaca al inicio y final del ciclo.

- Resultados

En la tabla 8, se muestran los resultados obtenidos de la medición del pulso cardíaco en los cargos de picking y maquila. A partir de estos datos y teniendo en cuenta la tabla 8 se determinó que maquila tiene una carga de trabajo fácil y picking tiene una carga de trabajo moderada.

Tabla 8. Pulso cardiaco inicio y final de la jornada

Persona	Pulso cardiaco (bpm)			Clasificación de la carga de trabajo	
	Antes de comenzar el trabajo	Después de un ciclo de trabajo	Promedio por ciclo (inicio + final) /2		
Maquila	Mujer 1: Termosellado	78	90	84	Fácil
	Mujer 2: Empaque individual	78	95	86,5	Fácil
	Mujer 3: Empaque en caja	80	93	86,5	Fácil
Promedio Maquila		78,67	92,67	85,67	Fácil
Desviación Maquila		1,15	2,52		
Picking	Mujer	83	105	94	Moderado
	Hombre	100	120	110	Moderado
Promedio Picking		91,5	112,5	102	Moderado
Desviación Maquila		12,02	10,61		
Promedio Total		83,8	100,6	92,2	Moderado
Desviación Total		9,284	12,219		

Fuente: Autores

*Nota: Las mediciones del electromiógrafo no se consideraron necesarias debido a que con los resultados obtenidos anteriormente demostraron que los valores de carga de trabajo están dentro de los límites aceptables.

4.2.2.2 Medidas antropométricas

- Metodología

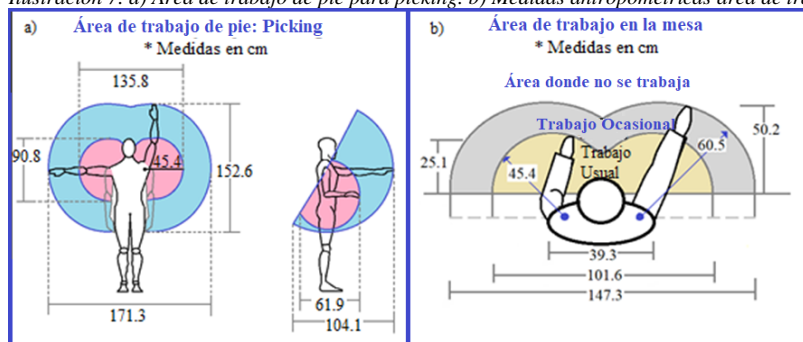
Las medidas antropométricas se realizaron con el fin de estudiar las dimensiones de los trabajadores de maquila y picking. El día en el que se levantó la información (miércoles 3 de abril, temporada baja) se encontraban 4 hombres y 1 mujer en el cargo de picking; En maquila 3 mujeres donde una de ellas se encontraba en estado de embarazo avanzado.

Al tomar las medidas se tuvo en cuenta si para realizar las funciones del cargo el operario debía estar de pie o si podía estar sentado. Por esta razón, para el cargo de picking solo se tomaron las medidas cuando el trabajador está de pie y en maquila en ambas posturas, de pie y sentado.

- Resultados

Teniendo en cuenta los datos recolectados por medio del antropómetro, se calculó el promedio de las medidas de los trabajadores. En la ilustración 7 se muestran los resultados obtenidos que se tuvieron en cuenta para el diseño de los puestos de trabajo en el CEDI. (Ver anexo 5: Medidas antropométricas)

Ilustración 7. a) Área de trabajo de pie para picking. b) Medidas antropométricas área de trabajo para Maquila



Fuente: Autores y la norma NTP 242[33]

4.3. Establecer los diseños ergonómicos para la realización de la tarea en los puestos de trabajo seleccionados que presentan mayor incomodidad.

A partir del análisis realizado de los puestos dentro del CEDI de Newell Brands, por medio de las diferentes herramientas antes descritas y una vez identificado el puesto con mayor incomodidad se presentaron una serie de propuestas ergonómicamente apropiados, que mitigan la exposición del cuerpo a posturas inadecuadas que generan enfermedades a mediano y largo plazo.

En conformidad con la norma Icontec 5655 “Principios ergonómicos en el diseño de puestos de trabajo” y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los apartados anteriores, se realizaron las propuestas de mejora. Adicionalmente, se realizó una valoración preliminar mediante una encuesta a expertos, donde se les pidió evaluar las propuestas de acuerdo a la escala de Borg teniendo presente las variables que se muestran en la tabla 9. Cada variable cuenta con un peso que se estableció según la importancia que tenía para el propósito de este trabajo, con el fin de escoger las propuestas que se evaluarán más a fondo en el siguiente objetivo. (Ver Anexo 7: Evaluación de propuestas por expertos)

Tabla 9. Variables de evaluación

Variable	Descripción	Peso
Fácil uso	La propuesta es fácil de usar para el trabajador una vez ya se ha instalado o ya está puesta en marcha	10%
Mantenimiento	Es fácil de mantener si llega a tener daños o es fácil actualizar (si el puesto de trabajo tiene cambio)	8%
Implementación	Es fácil de poner en marcha o instalarla en el puesto de trabajo	10%
Capacitación	Es sencillo capacitar a los trabajadores en el uso de la propuesta	8%
Durabilidad	La propuesta una vez implementada puede durar mucho tiempo	9%
Ergonomía	El uso de la propuesta hace más cómodo el puesto de trabajo	20%
Seguridad	La propuesta es segura de usar o mejora la seguridad en el puesto de trabajo	15%
Mejora con el estado actual	El puesto de trabajo mejora con la implementación de la propuesta	20%

Fuente: Autores



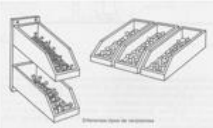
Las propuestas diseñadas fueron las siguientes: (Ver anexo 6: Lista de propuestas)

1. Carro de picking con silla: por medio de esta propuesta se busca generar en el trabajador comodidad a la hora de hacer la tarea de picking. En la encuesta preliminar que se hizo, se pudo evidenciar que una de las áreas más afectadas eran los pies y la espalda debido a la naturaleza de la actividad. Con esto se busca que el trabajador haga la actividad desde un carro que cuenta con estibador, para disminuir el tiempo que este se encuentra de pie y la carga que genera el llevar el estibador junto con el carro de picking por el almacén.
2. Carro picking: con esta propuesta se busca reducir el número de elementos y herramientas necesarias al momento de ejecutar las labores con el fin de facilitar y generar comodidad. Por ejemplo, el tablero al alcance de los ojos para chequear el listado de picking. También, empujar un solo carro y no como se trabaja actualmente que es jalar un carro estibador y empujar un carro de picking.
3. Carro con sistema AGV: este carro busca reducir el esfuerzo que genera en el trabajador el tener que llevar por la bodega el estibador. Cuenta con sistema AGV lo cual por medio de un sensor óptico se encarga de realizar la tarea de transporte sin la necesidad de ser guiada o empujada.

4. Banda transportadora: este sistema de transporte ayuda a reducir la fatiga que se genera en el trabajador al tener que llevar por la bodega el estibador. La banda ubicada a un costado de los Rack tiene como fin llevar el producto para un pedido a un punto de acopio en donde será empacado y distribuido.
5. Zapatos con plantilla antifatiga: esta plantilla tiene como propósito disminuir el cansancio en los pies. Las plantillas pueden utilizarse con cualquier tipo de zapato incluyendo el de seguridad.
6. Cartilla de capacitación: por medio de la cartilla informativa se busca dar a conocer al trabajador los posibles riesgos y/o enfermedades que pueden causar las posturas inadecuadas. De igual forma, educar al personal con las posturas que deben tomar a la hora de realizar sus actividades.
7. Tablet: por medio de la Tablet el trabajador podrá hacer la tarea de picking con la comodidad de tener a la altura de sus ojos el producto a buscar, lo que evita posturas forzadas con la espalda y sin tener la necesidad de utilizar una mesa o imprimir el pedido en una hoja papel. Así mismo, el trabajador podrá tener acceso al inventario de cada producto dentro del almacén y la ubicación exacta de este, verificada por medio de código de barras lo que evita escoger el producto equivocado, entre otros posibles errores.
8. Nuevo puesto de trabajo: por medio de esta propuesta se busca brindar el espacio de trabajo adecuado para llevar a cabo la tarea. Esta mesa cuenta con espacio entre cada uno de los puestos lo que permite la recepción del material de la actividad que precede. De tal forma que se podrá adaptar a las diferentes tareas requeridas y contará con un sistema de reabastecimiento en el cual se podrá poner varias cajas del producto y de esta evitar el desplazamiento innecesario y repetitivo del trabajador.
9. Organización del puesto de trabajo: la organización en los puestos de trabajo es un aspecto fundamental para incrementar el rendimiento, por lo que para la tarea de maquila se podrá hacer uso de cajas organizadoras en las cuales irá el producto al empacar. Estas estarán al alcance del trabajador con las herramientas necesarias y de esta manera se evitará el desorden en los puestos lo cual genera mayor eficiencia.

Las propuestas 1 a la 4 y la 7 están enfocadas solamente al área de picking, mientras que la 5 y 6 están enfocadas a maquila como a picking y las propuestas 8 y 9 solamente para el área de maquila. A continuación, en la tabla 10 se muestran imágenes que dan un acercamiento a las propuestas planteadas, así como el periodo de tiempo en el que están pensadas

Tabla 10. Imágenes propuestas iniciales

1 Carro de picking con silla Largo plazo 	2 Carro de picking Mediano plazo 	3 Banda transportadora Largo plazo 
4 Carro con sistema AGV Largo plazo 	5 Plantilla anti-fatiga Corto plazo 	6 Cartilla de capacitación Corto plazo 
7 Tablet Mediano plazo 	8 Nuevo puesto de trabajo Largo plazo 	9 Organización del puesto de trabajo Corto plazo 

Fuente: Autores

Según los resultados obtenidos de la encuesta a expertos (*Ver Anexo 7: Evaluación de propuestas por expertos*), se llegó a la conclusión de presentar para su debida implementación en el CEDI de Newell Brands las siguientes cuatro propuestas, tabla 11. (*Ver Anexo 8: Propuestas elegidas*)

Tabla 11. Propuestas finales

Área	Descripción	Imagen
Maquila	Dado que las dos propuestas, 8 y 9 mencionadas anteriormente, dieron resultados similares en las encuestas a expertos y teniendo en cuenta los planes que se están desarrollando en la empresa de poner un tapete antifatiga para cubrir todos los puestos de trabajo del área y sillas para trabajo de pie, se decidió combinar las propuestas planteadas para dar una propuesta más completa a esta área dando como resultado el siguiente puesto de trabajo. La mesa está diseñada de acuerdo a las medidas antropométricas previamente tomadas, adicionalmente tuvimos en cuenta algunas disposiciones del lugar de trabajo y simplificación de movimientos según el libro Introducción al estudio de trabajo por la OIT (1996) las cuales enunciamos a continuación: cuando el operario vaya a seleccionar el material este debe hacerlo, siempre que sea posible, sin necesidad de mover la cabeza; el trabajo terminado debe dejarse caer en vertederos o deslizaderos y colocarse en un recipiente donde el operario siguiente pueda recogerlo fácilmente, si se trata de una operación intermedia, por último, que el material esté dispuesta de manera tal que los movimientos de la mano queden reducidos al mínimo. [34]	
Picking	Teniendo en cuenta la disposición del puesto de trabajo actual, los puntajes y comentarios de la encuesta a expertos, para el área de picking se decidió desarrollar la siguiente propuesta. Dicha propuesta es un estibador eléctrico, imagen adjunta, en donde el operario se mantendrá en movimiento y esto es preferible que una inmovilidad prolongada, según la norma ICONTEC 5655. Adicionalmente cuenta con un soporte ajustable a la altura de cada operario, en el cual se podrá colocar la hoja del pedido o tablet, si es necesario en un futuro, con lo que se fusiona los dos carros actualmente utilizados (estibador y carro de picking), reduciendo el número de elementos que utiliza el operario y que son necesarios para realizar la tarea. Además, al ser un estibador como el que se propone no habrá necesidad de cambiar al operario a uno certificado para manejar esta maquinaria y tampoco existe el riesgo de la propuesta 2 mencionada en la anteriormente de volcamiento por los pesos que se manejan.	
Maquila y picking	En cuanto a la cartilla, se decidió diseñar una infografía llamativa sobre higiene postural que sea fácil de entender y aplicar para el operario. Se busca mostrar tips y posturas adecuadas al estar de pie, sentado y para levantamiento de cargas. Esta infografía tiene como objetivo ayudar a disminuir los riesgos de dolores y lesiones músculo esqueléticas de una forma educativa y que se encuentre en el CEDI en un lugar visible para mayor recordación.	
Maquila y picking	Según un estudio realizado por Luis González (2004) publicado en la revista Latinoamericana de la Salud en el trabajo sobre los beneficios de las plantillas y los tapetes antifatiga, las personas que permanecen de pie un 45-50% de su jornada de trabajo presentan molestias en pies y piernas, y los que permanecen más de un 25% de su jornada de pie presentan lumbalgia. Por lo que una de las estrategias utilizadas para disminuir estos efectos son las plantillas antifatiga pues se ha demostrado que pueden reducir hasta un 68% las molestias en los pies provocadas por estar trabajando de pie o caminando [33].	

Fuente: Autores

4.4. Evaluar las propuestas de diseño planteadas a través de la comparación de simulaciones de la situación actual y la propuesta.

- Puesto de trabajo maquila y picking

Con el fin de evaluar la efectividad de las propuestas finales uno y dos, se realizó la simulación con el uso de los programas SolidWorks y 3DMax, para luego ser evaluadas a través del método RULA. En la tabla 12,

se presentan los resultados de la evaluación de los puestos de maquila y picking con la mesa y el estibador, respectivamente.

Tabla 12: Resultados evaluación método Rula

Puesto	Actividad	Puntaje Final	Nivel de Riesgo
Maquila	Empaque de pie	3	2
	Abastecimiento	3	2
	Empaque sentado	3	2
Picking	Chequear pedido	3	2
	Desplazarse	4	2
	Colocar pedido	3	2

Fuente: Autores

A partir del análisis y la comparación del estado actual y lo propuesto se identificó que el nivel de riesgo en los dos puestos de trabajo, principalmente en picking, disminuyó con las propuestas y posturas presentadas (Ver anexo 9: Evaluación de propuestas elegidas).

- *Infografía de higiene postural*

Para la evaluación de la cartilla se realizó una encuesta de usabilidad, esta consistió inicialmente en enseñar la infografía al encuestado y posteriormente él la calificaba con una escala del 1 a 5 con respecto a los criterios establecidos en la tabla 13, siendo 1 que no cumple con el criterio y 5 que satisface en su totalidad con este. La encuesta se realizó a dos grupos de personas, aquellas que tenían conocimiento en temáticas de ergonomía o seguridad industrial y aquellas que no estaban relacionadas con estos temas con el fin de evaluar la claridad de los datos presentados en la infografía. (Ver anexo 9: Evaluación de propuestas elegidas).

Tabla 13. Resultados encuesta de usabilidad

Criterio de evaluación	Escala de evaluación					Puntaje promedio
	1	2	3	4	5	
La apariencia general del documento es agradable	0%	0%	0%	36%	64%	4,636
Las imágenes son fáciles de entender	0%	9%	0%	27%	64%	4,455
El texto es fácil de comprender	0%	0%	9%	18%	73%	4,636
Las imágenes concuerdan con su enunciado	0%	9%	0%	0%	91%	4,727
El documento tiene una estructura y organización clara	9%	0%	9%	27%	55%	4,182
El objetivo del documento es claro	0%	0%	0%	36%	64%	4,636

Fuente: Autores

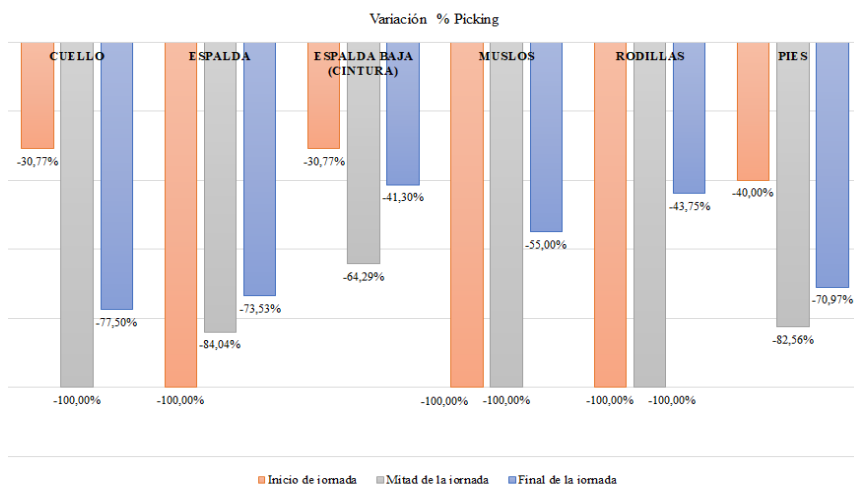
En la tabla 13 se puede observar el porcentaje de puntuación, así como el puntaje promedio que obtuvo cada criterio de evaluación de la infografía con lo que podemos concluir que los datos que se presentan en esta son claros y transmiten correctamente la información al usuario.

- *Plantillas antifatiga*

Para evaluar las plantillas antifatiga, se compraron dos (2) pares de estas para el uso de un operario de maquila y uno de picking con el fin de tener un acercamiento preliminar a escala pequeña de la implementación de la propuesta en base a una prueba piloto, valorando la viabilidad, el desempeño y el porcentaje de mejora en los cargos a los que va dirigida esta. La prueba se realizó durante 3 días consecutivos, de miércoles a viernes, en la que tenían que usar estas durante toda la jornada laboral. Se realizó encuestas de incomodidad nuevamente en tres momentos de la jornada (inicio, mitad y final) para comprobar la efectividad de las plantillas en el cuello, espalda, rodillas y pies puesto que son las áreas donde se disminuye la fatiga según la información de la plantilla. (Ver anexo 9: Evaluación de propuestas elegidas).

Una vez analizados y contrastados los resultados de la encuesta con la inicial, se pudo evidenciar que para el cargo de maquila las plantillas no mejoraron el nivel de incomodidad expresado por los operarios, lo contrario en el cargo de picking. En la gráfica 9, se muestra la variación porcentual obtenida para picking en comparación con los resultados obtenidos al inicio de este trabajo en la encuesta de incomodidad.

Gráfica 9. Variación porcentual picking



Fuente: Autores

Como se puede ver en la gráfica 9, los resultados de incomodidad con las plantillas tuvieron una variación negativa de al menos 30%, lo que significa que éstas realmente mitigan la incomodidad inicial presentada por los operarios de picking.

Finalmente, se llevó a cabo el análisis financiero de las propuestas planteadas (*Ver anexo 10: Evaluación financiera*), con el propósito de valorar la inversión y determinar la viabilidad económica en Newell Brands. Por lo tanto, se inició con la cotización de cada una de estas y se estimó el número de unidades necesarias a implementar como se puede ver en la tabla 14.

Tabla 14. Costos propuestas

Propuesta	Valor	Cantidad	Total	Total propuesta	En miles de pesos
1	Cajas organizadoras	32	\$120.672	\$5.120.672	\$121
	Mesa	2	\$5.000.000		\$5.000
2	Estibador	4	\$77.435.092	\$77.435.092	\$77.435
3	Cartilla	2	\$40.000	\$40.000	\$40
4	Plantillas	15	\$1.120.500	\$1.120.500	\$1.121
Total			\$82.575.764	\$82.575.764	\$82.576

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta los datos de estados financieros proporcionados por la empresa, se realizó un análisis en base a un flujo de caja con el fin de valorar la inversión de cada una de las propuestas planteadas. A continuación, en la tabla 15 se presentan los datos asociados:

Tabla 15. Tasa interna de retorno

Propuesta	TIR	
1	Cajas organizadoras	54556%
	Mesa	
2	Estibador	3758%
3	Cartilla	6962971%
4	Plantillas	248591%
5	Total proyecto	3531%

Fuente: Autores

Como se puede evidenciar en la tabla 15, los valores asociados a la tasa interna de retorno (TIR) de cada una de las propuestas son porcentajes altos debido a que la utilidad neta anual de la empresa es elevada en comparación con la inversión.

*Nota: se tomaron los valores anuales del total empresa debido a que no se tenía el valor discriminado por área.

- *Maquila*

El costo de 2 mesas y 32 cajas organizadoras es de \$ 5.120.672 COP y teniendo presente que hay 10 operarios en el área, el periodo estimado para la recuperación de la inversión es de 21 meses.

Tabla 16. Periodo de recuperación propuesta 1

	Option 1	Mesa y cajas
Total first-year cost of control:	\$ 5,120,672	
Annually recurring costs:		
Estimated annual benefits:	\$ 2,932,500	
Estimated payback period:	1.75 years	
Estimated net benefits after one year:	\$ (2,188,172)	
Estimated net benefits after 3 years:	\$ 3,676,828	
Estimated net benefits after 5 years:	\$ 9,541,828	

Fuente: Original calculator developed by Washington State Department of Labor and Industries [37]

- *Picking*

El costo de la inversión para el área de picking es de \$ 77.435.092 COP por 4 estibadores y \$1.120.500 COP por 15 pares de plantillas antifatiga.

Tabla 17. Periodo de recuperación propuesta 2 y 4

	Option 1	Carro estibador	Option 2	Plantillas
Total first-year cost of control:	\$ 77,435,092		\$ 1,120,500	
Annually recurring costs:				
Estimated annual benefits:	\$ 5,865,000		\$ 1,466,250	
Estimated payback period:	13.20 years		0.76 years	
Estimated net benefits after one year:	\$ (71,570,092)		\$ 345,750	
Estimated net benefits after 3 years:	\$ (59,840,092)		\$ 3,278,250	
Estimated net benefits after 5 years:	\$ (48,110,092)		\$ 6,210,750	

Fuente: Original calculator developed by Washington State Department of Labor and Industries [37]

- *Maquila y Picking*

La infografía es la propuesta de menor costo (\$ 40.000 COP) diseñada para el beneficio de ambos puestos de trabajo, por lo que el periodo de recuperación de la inversión es en 4 días aproximadamente.

Tabla 18. Periodo de recuperación propuesta 3

	Option 1	Infografía
Total first-year cost of control:	\$ 40,000	
Annually recurring costs:		
Estimated annual benefits:	\$ 2,932,500	
Estimated payback period:	0.01 years	
Estimated net benefits after one year:	\$ 2,892,500	
Estimated net benefits after 3 years:	\$ 8,757,500	
Estimated net benefits after 5 years:	\$ 14,622,500	

Fuente: Original calculator developed by Washington State Department of Labor and Industries [37]

5. Conclusiones

- A partir de los resultados obtenidos de la encuesta de incomodidad se pudo identificar que los pies, espalda, espalda baja y cuello, son las partes más afectadas no solo al final de la jornada sino a lo largo

del día. Adicionalmente se pudo identificar a partir de esta, que los cargos dentro del CEDI en los cuales los operarios reportaron mayor índice de incomodidad fueron los de picking y maquila.

- Con la ayuda de los videos grabados y los resultados obtenidos del análisis de las variables en el software Actogram Kronos, se pudo corroborar que la incomodidad generada en los operarios de picking y maquila es debido a la falta de organización en el puesto de trabajo y que realizan una gran cantidad de actividades dinámicas durante la jornada laboral. Así mismo, no cuentan con tiempos de descanso apropiados para aliviar la carga física que conlleva el alistamiento de pedidos y el empaquetamiento de productos.
- Con el método RULA se pudo evidenciar los niveles de riesgo asociados a las posturas adoptadas por los operarios, teniendo como resultado del análisis un nivel de riesgo para maquila de 3 en el empaquetamiento de producto sentado y de pie; Para picking las actividades como chequear el pedido, desplazarse dentro de la bodega y colocar el pedido en la estiba presentaron un riesgo nivel 3.
- Por medio del método OCRA se obtuvieron los resultados asociados al nivel de riesgo en los miembros superiores debido al trabajo repetitivo realizado por los operarios de picking y maquila, en el cual se tuvo un puntaje para maquila de 20 y 17 correspondiente al lado derecho e izquierdo respectivamente, mientras que para picking un puntaje de 21,5 para ambos lados. Dichos resultados indican un nivel de riesgo medio el cual significa que no es aceptable, por lo que se recomienda hacer una modificación en el puesto y entrenamiento [31].
- Se realizaron mediciones de frecuencia cardiaca en donde se obtuvo como resultado una clasificación de carga de trabajo fácil para maquila y moderado para picking, según la escala de Wells. Mediante las cuales se pudo evidenciar que más que hacer un cambio en la tarea, era necesario realizar modificaciones en el puesto de trabajo, por lo que se decidió realizar mediciones antropométricas para el diseño de las propuestas.
- Al analizar los puestos de trabajo a través de los métodos de RULA y OCRA, se evidencio que era necesario hacer cambios en estos, por lo cual se diseñaron propuestas enfocadas en disminuir los riesgos a posibles enfermedades y trastornos músculo esqueléticos.
- El diseño inicial de las propuestas se realizó por el análisis de los resultados del estudio ergonómico realizado en el CEDI de Newell Brands, usando como referencia el libro *Introducción al estudio de trabajo por la OIT (1996)* y la norma ICONTEC 5655. Posteriormente, con ayuda de la encuesta a expertos se permitió un mejor desarrollo de estas, que podrían generar beneficios tanto al operario al mejorar las condiciones ergonómicas, como a la empresa.
- Una vez analizados los resultados del estudio ergonómico, se desarrolló una lista de propuestas que fue sometida a una evaluación de expertos con el fin de obtener retroalimentación y escoger las mejores de estas. De esta lista salieron 4 propuestas: la mesa de trabajo, el carro estibador eléctrico, las plantillas antifatiga y la infografía de higiene postural.
- A partir de la evaluación de las propuestas (mesa de trabajo y carro estibador eléctrico) con el método RULA, se obtuvo como resultado una disminución en el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores de los cargos evaluados.
- Una de las formas de disminuir los riesgos en el trabajo es a través de la información y la concientización de las posiciones correctas que se deben tomar mientras se realiza la labor. Por lo tanto, es necesario que la forma de transmitir esta información sea clara y fácil de comprender. Según la encuesta de usabilidad, la infografía cumple correctamente con el objetivo ya que el puntaje promedio de esta fue de 4.53 sobre 5.
- Al evaluar la efectividad de las plantillas por medio de la encuesta de incomodidad se comprobó que estas mejoran en un 71% la incomodidad general de las partes evaluadas que se reportó en los operarios de picking.
-

6. Recomendaciones

- Debido al alcance de este proyecto se recomienda realizar este tipo de estudios a todos los cargos que se encuentran dentro del CEDI de Newell Brands debido a la importancia que puede generar los resultados, ya que la intervención de estos en la operación logística puede generar beneficios no solo al trabajador en la parte ergonómica sino a la empresa en eficiencia y productividad lo que se ve reflejado en términos económicos.

- Basándonos en los resultados obtenidos de las evaluaciones realizadas en este estudio, se recomienda diagnosticar periódicamente los niveles de riesgo para mantenerlos controlados dentro de un margen aceptable.
- Se recomienda realizar la inversión de las propuestas planteadas en este proyecto para la implementación de estas en un futuro, con el fin de disminuir los niveles de riesgo a los que están expuestos los trabajadores actualmente.
- Para que la infografía de higiene postural tenga un mayor impacto, se recomienda que esta se coloque en los puestos de trabajo para que sea más accesible al trabajador mientras realiza su tarea y con esto fomentar la recordación de esta. Por ejemplo, colocar en la mesa de trabajo en el área de maquila o en el carro de picking una impresión en tamaño reducido de esta. Además, se aconseja instalar un poster de la infografía de higiene postural en otros puntos estratégicos de alta visibilidad y recurrencia.

7. Glosario

- DME - Desórdenes Músculo Esqueléticos
- RULA - En inglés Rapid Upper Limb Assessment: Método de evaluación valoración de las posturas del cuello, tronco, brazos y piernas, enfocado en el número de movimientos y la fuerza muscular ejercida. [29]
- OCRA - En inglés Occupational Repetitive Action: Método que evalúa los movimientos repetitivos en los miembros superiores con el fin de analizar el riesgo de sufrir DME [30]
- REBA - En inglés Rapid Entire Body Assessment: Método basado en RULA que evalúa tareas repetitivas que conlleva cambios inesperados de postura [17]
- Carga Física: Según el Ministerio de Protección Social, “Cuantificación de la diferencia entre las exigencias del trabajo y el costo físico del mismo (fatiga). Se mide a partir de indicadores fisiológicos y se puede manifestar a corto plazo como un accidente de trabajo o se manifiesta a largo plazo como efectos sobre la salud (enfermedad profesional). La evaluación de la carga física de trabajo incluye la postura, los movimientos repetitivos y la aplicación de fuerzas.” [8]
- Puesto de trabajo: Según el Ministerio de Protección Social, “Unidad de producción que es posible aislar a partir de las características materiales (materias primas, herramientas, máquinas), físicas (espacio de trabajo), ambientales (temperatura, vibración, ruido, calidad de aire), de la tarea (objetivos, procesos, métodos, resultados) y de información (Interfaces, guías, asistencia).” [8]
- Sintomatología osteomuscular: Síntomas que se presentan en el sistema óseo y/o muscular. Para el desarrollo del proyecto, serán los síntomas causados por el DME.
- Se recomienda aplicar el estudio realizado a todos los cargos de la empresa con el propósito de obtener un análisis más amplio de la situación en la que se encuentra el CEDI de Newell Brands.

Referencias

- [1] «Newell Brands Announces Second Quarter 2018 Results». [En línea]. Disponible en: <http://ir.newellbrands.com/investor-relations/press-releases/press-release-details/2018/Newell-Brands-Announces-Second-Quarter-2018-Results/default.aspx>. [Accedido: 26-sep-2018].
- [2] E. Grosse, C. Glock, y W. Neumann, «Human factors in order picking: A content analysis of the literature», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 55, may 2016.
- [3] D. Battini, A. Persona, y F. Sgarbossa, «Innovative real-time system to integrate ergonomic evaluations into warehouse design and management», *Comput. Ind. Eng.*, vol. 77, pp. 1-10, nov. 2014.
- [4] N. Hofstra, B. Petkova, W. Dullaert, G. Reniers, y S. de Leeuw, «Assessing and facilitating warehouse safety», *Saf. Sci.*, vol. 105, pp. 134-148, jun. 2018.
- [5] E. H. Grosse, C. H. Glock, M. Y. Jaber, y W. P. Neumann, «Incorporating human factors in order picking planning models: framework and research opportunities», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 53, n.º 3, pp. 695-717, feb. 2015.
- [6] Sociedad colombiana de Ergonomía, «scergonomia | ERGONOMÍA», *scergonomia*. [En línea]. Disponible en: <https://www.sociedadcolombianadeergonomia.com/ergonomia>. [Accedido: 05-sep-2018].

- [7] International Organization for Standardization, «ISO 6385:2016 Ergonomics principles in the design of work systems».
- [8] Ministerio de la Protección Social, «Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional», República de Colombia, 2011.
- [9] S. González y T. Valeria, «Análisis comparativo del impacto de la ergonomía cognitiva en el error humano y el nivel de servicio antes y después del mecanizado en el centro de distribución de Bogotá de comercial Nutresa», nov. 2015.
- [10] P. Mondelo, P. B. Bombardo, J. B. Busquets, y E. G. Torada, *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo*. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica, 2004.
- [11] FISO, «Aumento de la productividad – El aporte de la Ergonomía».
- [12] L. Arenas-Ortiz y Ó. Cantú-Gómez, «Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos crónicos laborales», *Med. Interna México*, vol. 29, n.º 4, pp. 370-379, 2013.
- [13] H. Piedrahita, «Evidencias epidemiológicas entre factores de riesgo en el trabajo y los desórdenes músculo-esqueléticos», *Rev. MAPFRE Med.*, vol. 15, n.º 3, pp. 212-221, 2004.
- [14] A. C. Laurell, «El estudio del proceso de trabajo y salud: análisis crítico de tres propuestas metodológicas», *Rev. Mex. Sociol.*, vol. 49, n.º 1, pp. 191-211, 1987.
- [15] W. S. Marras y W. Karwowski, *Fundamentals and Assessment Tools for Occupational Ergonomics*. New York, NY, USA: CRC Press, 2006.
- [16] D. Battini, M. Faccio, A. Persona, y F. Sgarbossa, «New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design», *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 41, n.º 1, pp. 30-42, ene. 2011.
- [17] S. Hignett y L. Mcatamney, «Rapid entire body assessment (REBA)», *Appl. Ergon.*, vol. 31, pp. 201-5, may 2000.
- [18] E. Occhipinti y D. Colombini, «Metodo OCRA: aggiornamento dei valori di riferimento e dei modelli di previsione della frequenza di patologie muscolo-scheletriche correlate al lavoro degli arti superiori (UL-NVMSDs) in popolazioni lavorative esposte a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori», *Med. Dei Lav.*, vol. 95, n.º 4, pp. 305-319, 2004.
- [19] E. Occhipinti, «Risk evaluation and redesign of repetitive work in ISO/CEN standards perspective: OCRA method», *IV Congr. Comunidad Valencia. Congr. Eur. Segur. Salud En El Trab.*, pp. 13-24, 2005.
- [20] M. M. Martínez y R. A. Muñoz, «Validación del Cuestionario Nórdico Estandarizado de Síntomas Musculo-esqueléticos para la población trabajadora chilena, adicionando una escala de dolor», *Rev. Salud Pública*, vol. 21, n.º 2, pp. 43-53, sep. 2017.
- [21] I. Benítez y J. R. Cortés, «Propuesta de mejoramiento de las condiciones de trabajo mediante la distribución en planta y la aplicación de métodos de la ergonomía física en el taller de metalmecánica de la empresa Comerdic Ltda.», Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., Colombia, 2017.
- [22] A. Camacho-García, R. Llinares, J. Miró, y P. Bernabeu, «Análisis de señales de acelerometría en Biomecánica», p. 4.
- [23] Ministerio de Salud, «Indicadores de riesgos laborales». [En línea]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/RiesgosLaborales/Paginas/indicadores.aspx>. [Accedido: 05-sep-2018].
- [24] Fondo de Riesgos Laborales, «Consolidado estadísticas accidentes y enfermedades laborales - 2017». [En línea]. Disponible en: <http://fondoriesgoslaborales.gov.co/seccion/informacion-estadistica/estadisticas-2017.html>. [Accedido: 03-oct-2018].
- [25] International Organization for Standardization, «ISO 11228-1:2003 - Ergonomics -- Manual handling -- Part 1: Lifting and carrying».
- [26] O. Rincón Becerra y D. Lizeth Asprilla Pinzón, «Ergonomía y normatividad en Colombia: avances y perspectivas», 2009.
- [27] G. J. Arias Paredes y C. A. Rueda Gaitán, «Diseño de mejoras ergonómicas en la Zona de Picking para el CEDI de Comercial Nutresa en la ciudad de Bogotá.», Pontificia Universidad Javeriana, 2018.
- [28] International Organization for Standardization, «ISO 13053-2:2011 - Quantitative methods in process improvement -- Six Sigma -- Part 2: Tools and techniques».
- [29] M. García-García, A. Sánchez-Lite, A. M. Camacho, y R. Domingo, «Análisis de métodos de valoración postural en las herramientas de simulación virtual para la ingeniería de fabricación», *DYNA*, vol. 80, n.º 181, pp. 5-15, sep. 2013.
- [30] A. S. Lite, M. G. García, y M. Á. M. del Campo, «Métodos de evaluación y herramientas aplicadas al diseño y optimización ergonómica de puestos de trabajo», *XI Congr. Ing. Organ.*, pp. 0239-0250, sep. 2007.

- [31] D. Mas, J. Antonio, «Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra.» Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php> [Accedido: 25-may-2019]
- [32] D. Mas, J. Antonio, «Evaluación postural mediante el método RULA.» Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php> [Accedido: 01-jun-2019]
- [33] «NTP 242: Ergonomía: análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas». [En línea]. Disponible en: https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_242.pdf.
- [34] G. Kanawaty, «Introducción al estudio de trabajo» Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo. [En línea]. <https://higieneysseguridadlaboralcv.s.files.wordpress.com/2012/08/introduccion3b3n-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
- [35] «NTP 177: La carga física de trabajo: definición y evaluación». [En línea]. Disponible en: https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_177.pdf
- [36] J. Castillo, Á. Cubillos, «Uso de la frecuencia del pulso en la estimación de la carga de trabajo Evaluación de una actividad de movilización de cargas» Revista Ciencias de la Salud, 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v12s1/v12s1a04.pdf> [Accedido: 02-mar-2019]
- [37] ErgoPlus «Original calculator developed by Washington State Department of Labor and Industries». Disponible en: <https://www.ergo-plus.com/cost-justify-ergonomics/>