

Trabajo de grado en modalidad de aplicación

Diseño de mejoras ergonómicas en la Zona de Picking para el CEDI de Comercial Nutresa en la ciudad de Bogotá.

Gloria Juliana Arias Paredes^{a,c}, Carlos Andrés Rueda Gaitán^{a,c},
Adriana del Pilar Diaz Manrique^{b,c}, Leonardo Augusto Quintana^{b,c}

^a Estudiante de Ingeniería Industrial

^b Profesor, director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

^c Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Resumen de diseño en Ingeniería (En inglés)

The Commercial Logistics Management of Nutresa group, one of the largest producing and marketing food companies in Colombia, was interested in evaluating the ergonomic impact of the new work zone in the Picking Zone in the Distribution Center of Bogotá. Newly, to improve productivity, they made a redistribution of the layout of the Picking Zone. Therefore, the objective of the project was the analysis of the ergonomic conditions of the jobs in the Picking Zone to develop improvement proposals that guarantee good working conditions.

According to the objectives of the project and taking as reference the ISO 13053 of 2012, the following six stages were established for the analysis of ergonomic conditions, development of improvement proposals and their evaluation: 1. Determination of problems or needs; 2. Analysis of ergonomic conditions; 3. Risk identification and analysis; 4. Proposals design improvement; 5. Proposals Simulation and 6. Proposals evaluation. In each stage, tools were used to obtain their information and analysis, in stage one (1), meetings and guided visits were scheduled with the employees of the Distribution Center where the company's needed and the process of enlisting loose units was understood. The process was documented with its respective flow diagram, in such way that the people and resources required to carry out the activity were identified successfully.

For stage two (2), which consists of the analysis of the ergonomic conditions, videos of 30 minutes average were filmed in the three (3) shifts to nine (9) employees from two different angles. And then analyzed in the Actogram Kronos software where the behavior of physical variables was observed over time (displacements, orders, height, and weight) and cognitive variables (mental load). Additionally, the reports of self-discomfort were used to identify, the parts of the body in which the collaborators reported more discomfort. Also, the measurements of the environmental conditions of noise and lighting were made with the sonometer and luxometer respectively to identify if the conditions were adequate.

According to the results obtained from stage two (2), it was determined that OCRA and RULA tools are appropriate to make the identification and analysis of risks. With OCRA and RULA, it was possible to determine the risk exposed by the employees at the time of carrying out a certain activity and to identify if it was necessary to act on the tasks performed. Subsequently, we proceeded to the proposals preparation for the improvement of jobs based on the results obtained in stages two (2) and three (3). The proposals are intended to ensure good working conditions in such way that can reduce the risks of the employees and respond to the needs of the company.

Finally, the evaluation of the proposals was carried out simulating them in the 3DMax program. And again using the RULA and OCRA tools in the simulation. Favorable results were obtained supporting a decrease in the risks identified above.

1. Justificación y planteamiento del problema.

El grupo Nutresa es una de las empresas productoras y comercializadoras de alimentos más grande del país; teniendo en cuenta el consolidado de todos sus productos, su participación en el mercado colombiano alcanza un 60.5% (García, 2016). Además de tener una participación tan importante en el país, Nutresa está presente en

países Latinoamericanos tales como Venezuela, Chile, Perú y Ecuador; también se encuentra en países centroamericanos y del Caribe, y en México, Estados Unidos e incluso Malasia.

Para responder a las necesidades de los consumidores, el Grupo Nutresa cuenta con 46 plantas de producción, repartidas en 14 países. Son más de 45.000 empleados (incluyendo empleados directos, indirectos y aprendices) que hacen posible el funcionamiento de una operación tan grande, donde el 73% de ellos se ubican en Colombia y el 27% en el exterior (García, 2016). La empresa para el 2016 tenía 1.237.000 puntos de venta con presencia nacional e internacional; adicionalmente, ofrece cobertura en 950 municipios de los 1.122 de Colombia en el 2017 (Cadenas y Díaz, 2013). Tal alcance es posible gracias a los más de 12.000 vendedores de la compañía y a la sólida cadena de abastecimiento del Grupo Nutresa que es administrada por Comercial Nutresa. En este sentido, la compañía cuenta con una gran red de centros de distribución y distritos, ubicados estratégicamente en distintas zonas de Colombia y en diferentes países.

En Colombia, el centro de distribución (CEDI) más grande e importante se encuentra en la ciudad de Bogotá (Colombia). Allí llegan productos que no necesitan refrigeración pues la compañía tiene clasificados sus productos por grupos de alimentos, tales como cárnicos, galletas, chocolates, tresmontes Lucchetti (bebidas instantáneas), cafés, alimentos al consumidor, helados y pastas. Los productos provienen de las distintas plantas de producción para luego ser distribuidos a través de los diferentes canales como tienda a tienda (TAT), autoservicios de Bogotá y Provincia, agentes comerciales, industriales y puntos de venta. Este CEDI es importante para Comercial Nutresa ya que almacena 700 referencias aproximadamente, al día se mueven 541 referencias y procesa más de 1.400 pedidos por día. Todas las operaciones que aquí se manejan representan el 43% de las ventas totales en Colombia.

En el CEDI se realizan diferentes actividades tales como Cross-docking para llevar pedidos a los distritos ubicados en Yopal, Duitama y Villavicencio, almacenamiento, control de inventarios y recolección de órdenes. Sin embargo, uno de los procesos más importantes es el alistamiento de pedidos o picking. El picking según Mauleón (2003) es la actividad que desarrolla dentro del almacén un equipo de personal para preparar los pedidos de los clientes; el alistamiento de unidades incluye un conjunto de operaciones destinadas a la recuperación de productos de la zona de almacenamiento en respuesta a una petición específica del cliente. En Comercial Nutresa el sistema de Picking utilizado es Hombre a Producto, es decir, que los alistadores van a la posición de los productos.

De manera general, el alistamiento de pedidos es un proceso clave para lograr un buen nivel de servicio. Esta actividad a lo largo del tiempo se ha convertido en el proceso más importante en diferentes compañías debido a que representa el 50% de los costos totales de almacenamiento, donde el peso de estos costos recae en la mano de obra y la carga de trabajo que requiere. Asimismo, es el proceso más laborioso y consume hasta un 60% de todas las actividades de los almacenes. (Cadenas y Díaz, 2013). Por lo anterior, en el CEDI de Bogotá, el alistamiento de pedidos es considerado como una actividad crítica, ya que es allí donde se alistan los pedidos del canal tradicional que comprende tiendas de barrio y autoservicios. Este canal es muy importante ya que representa el 53,3% de las ventas totales de Grupo Nutresa teniendo en cuenta todos los países en los que hace presencia.

Según lo que menciona Diana Alejandra Mojica Castiblanco (2017), Jefe de Almacenamiento Regional Bogotá, el proceso de alistamiento de unidades sueltas se ha convertido en uno de los más complejos dentro del CEDI por diferentes razones, entre las que sobresale el tipo de pedidos que hacen los clientes, pues la tendencia es pedir lotes más pequeños y con variedad en referencias de manera que son pedidos personalizados. La alta cantidad de órdenes que se deben procesar y el incremento de solicitudes de unidades sueltas han provocado que los desplazamientos y la manipulación manual de cargas se hayan incrementado en la actividad de alistamiento de pedidos. Teniendo en cuenta que en la Zona de Picking se manejan entre 640 y 700 productos dependiendo de la temporada, se han identificado inconvenientes relacionados con el *layout* del área. En respuesta, la compañía recientemente ha realizado una nueva distribución de la Zona de Picking que consiste en aumentar el número de puestos de trabajo (de 9 a 14), con el fin de disminuir los desplazamientos de los alistadores y hacer la zona lo más eficiente posible para lograr cumplir con las metas propuestas y brindar un mejor nivel de servicio al cliente.

De acuerdo con lo anterior, para la compañía es importante medir el impacto de los cambios realizados en la Zona de Picking desde un enfoque ergonómico pues, es relevante para la empresa determinar si las condiciones de trabajo son las apropiadas o requieren realizar cambios adicionales a los ya mencionados previamente. Por otro lado, recientemente se ha venido dando más importancia a la interdependencia entre las condiciones de trabajo y la productividad. En general, los empresarios y/o directivos de compañías de diferentes sectores empezaron a interesarse en esta interdependencia porque se dieron cuenta que los accidentes de trabajo tenían repercusiones económicas; “aunque al principio solo se tuvieron en cuenta los costos directos que estos causan como por ejemplo la asistencia médica e indemnizaciones, más tarde se empezó a prestar especial atención a los costos indirectos que estos causaban (tiempo perdido, testigos e investigadores, interrupciones de producción, etc.) ya que en algunos casos son más elevados que los costos directos”(Kanawaty George, 1996, p. 35). Además de generar insatisfacción en sus empleados disminuyendo la productividad de la compañía y aumentando el indicador de rotación de los trabajadores por las lesiones osteomusculares y la falta de buenas condiciones ergonómicas.

La Asociación Internacional de Ergonomía (IEA por sus siglas en inglés) define la ergonomía como la “disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar, con el fin de optimizar el bienestar humano y el sistema general de actuación”. Así mismo, la IEA hace distinción de dominios de especialización en la disciplina de la ergonomía donde se destacan la ergonomía física y la ergonomía cognitiva. La ergonomía física según la IEA (S.F, What is Ergonomics) “se refiere a las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas del ser humano en lo que se refiere a la actividad física”. Con respecto a la ergonomía cognitiva, la IEA establece que “se enfoca a los procesos mentales, como la percepción, la memoria, el razonamiento y la respuesta motora, ya que afectan las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema”.

Para Nutresa, es valioso evaluar ambos frentes de acción. A través de visitas al CEDI se observaron distintos aspectos que, desde el punto de vista ergonómico, pueden estar generando problemas para los empleados. Por ejemplo, en la Zona de Picking algunos de los productos más pesados se encontraban en cajas ubicadas en el suelo, por lo tanto, por cada orden que llegaba con dichos productos los empleados debían agacharse y realizar un esfuerzo importante para colocar el elemento en la caja de la orden. Otro ejemplo, es que se identificaron desplazamientos largos e innecesarios de los empleados, que impactan los tiempos de esta actividad; esto sucede ya que, una caja u orden no avanza al siguiente puesto de trabajo hasta que los elementos que se deben alistar en un puesto de trabajo estén completos, al ser un proceso en línea hay estaciones en las cuales se acumulan muchas ordenes generando un cuello de botella. Esto provoca que hayan puestos de trabajo donde mientras un alistador se queda sin procesar órdenes, otro (generalmente en los primeros puestos) tenga acumulado gran número de cajas u órdenes por alistar en su puesto de trabajo; para solucionar esto, el alistador que no tiene ordenes por alistar en su puesto de trabajo hace desplazamientos de aproximadamente 4 metros o más hasta la estación que tiene muchas ordenes con el fin de apoyar a su compañero. Al realizar estos movimientos varias veces durante la jornada de trabajo se ven afectada la zona lumbar del cuerpo y las extremidades inferiores.

Con respecto a la ergonomía cognitiva se identificó un importante esfuerzo de carga mental, tema de estudio incluido dentro del área de ergonomía cognitiva y que hace referencia al nivel de actividad mental necesario para desarrollar un trabajo (Sebastián y del Hoyo, 2002). El esfuerzo de carga mental se debe a los cientos de órdenes que procesan día a día cada una con diferentes productos y cantidades, además de la constante verificación en la radiofrecuencia. Así mismo, el desgaste físico y el cansancio tienen un impacto en la carga mental de los trabajadores.

Nutresa está interesada en evaluar el impacto ergonómico de la nueva distribución de los puestos de trabajo con el fin de garantizar unas buenas condiciones de trabajo para los colaboradores, reduciendo las lesiones osteomusculares y la carga mental. A partir de lo anterior se procede a definir la pregunta de investigación:

¿Cómo mejorar las condiciones ergonómicas de la zona de Picking en el CEDI de Bogotá de Comercial Nutresa, a partir de la evaluación de los puestos de trabajo de tal forma que se garantice condiciones óptimas para la actividad?

2. Antecedentes

Dado a la creciente preocupación que las compañías han venido demostrando por las condiciones de trabajo de sus colaboradores en los puestos de trabajo, los estudios y análisis de estos también ha venido incrementando. Ya que, factores como el bienestar de los colaboradores y los costos asociados a lesiones y accidentes de trabajo influyen directamente en la productividad de la compañía. Por lo anterior, en diferentes industrias se han realizado análisis de niveles de riesgo ergonómicos desde enfoques físicos y cognitivos, con el fin de identificar las mejores condiciones y prácticas de trabajo.

Como ejemplo de lo anterior, Calzavara et al (2016) evaluaron la carga de trabajo y niveles de ergonomía para tres opciones de diseño de estanterías en la Zona de Picking para centros de distribución en general. Para la comparación de las alternativas utilizaron el índice de OWAS (*Ovako Working Analysis System*) y la tasa de gasto de energía; ambas pruebas se enfocan en evaluar los niveles de riesgos ergonómicos que generan estos diseños con artículos de diferentes pesos. Se demostró que los métodos mencionados son adecuados para determinar valores ergonómicos que son inherentes a las tareas de preparación de pedidos. Por otro lado, Rodríguez y Ruíz (2011) emplearon los métodos ERIN (Evaluación de riesgo individual) y RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*) para evaluar 5 estaciones de trabajo en una empresa mexicana de autopartes, con el fin de comparar los resultados obtenidos a partir de los métodos utilizados y contrastarlos con el número de enfermedades registradas por sección. Los resultados mostraron coincidencia entre el método RULA y los niveles de riesgos de enfermedades registrados excepto en una estación, sin embargo, se determinó que se pueden realizar propuestas preliminares para disminuir los riesgos musculoesqueléticos.

Otro caso de análisis ergonómico de puestos de trabajo es el de Gonzalez y Ruíz (2011) quienes realizaron un estudio en la empresa colombiana Tempro S.A. especializada en la transformación de vidrio templado, donde desarrollaron métodos encaminados a establecer una dinámica de trabajo que asegure condiciones laborales óptimas desde un enfoque ergonómico. La primera etapa consistió en el diagnóstico ergonómico global de 21 puestos de trabajo aplicando el método LEST (*laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail*), que permitió determinar los factores de riesgo a los que se encuentran mayormente expuestos los operarios. El diagnóstico permitió identificar 11 puestos considerados críticos, para los que se empleó el método RULA en la valoración de posturas y esfuerzos. Para cada puesto de trabajo se realizó la descripción del microentorno requerido para el desarrollo de la actividad en óptimas condiciones, replanteando sus características y contemplando requerimientos de uso, función, estructurales, productivos, informáticos y formales.

Con respecto a Zonas de Picking que es el objeto de estudio del presente proyecto, Espinosa y Mayor (2010) realizaron un estudio de las actividades de alistamiento de productos en una empresa de consumo masivo ubicada en la ciudad de Bogotá. El trabajo elabora un diagnóstico y propuesta de mejora a las condiciones ergonómicas en la operación de distribución de productos. Con el fin de disminuir los impactos en sobreesfuerzos y lesiones óseo-musculares realizaron estimación de los indicadores de carga física, incomodidad, consumo metabólico y fatiga; para ello utilizaron herramientas observacionales, de diagnóstico y de análisis tales como cuestionarios de incomodidad, antropómetro (herramienta que sirve para medir partes del cuerpo), OWAS y el dispositivo portátil Polar s610 para determinar el consumo metabólico a partir del ritmo cardíaco. Una vez analizada toda la información proveniente de los métodos y/o herramientas y determinar conclusiones lograron establecer una serie de recomendaciones desde dos enfoques: propuestas en la tarea y propuestas en el trabajador.

Además, Comercial Nutresa siguiendo con el compromiso de la salud de sus trabajadores realizó un proyecto con el Centro de Estudios de Ergonomía de la Pontificia Universidad Javeriana en el año 2014, con el fin de identificar casusas, consecuencias y comportamientos inseguros que afectan la ergonomía física de los colaboradores. Ejecutado en los CEDI de Bucaramanga, Medellín y Bogotá, el proyecto no se centró en una

zona si no que se elaboró a lo largo de los diferentes procesos que intervienen en los CEDI, es decir, desde el descargue de la mercancía que llega de las plantas de producción hasta el alistamiento de los camiones para el transporte de los productos hacia los clientes. El levantamiento de información se realizó a través de tres etapas o niveles: auto-reportes, herramientas observacionales y medición directa.

Las herramientas de primer nivel (formato de información general y auto-reporte de incomodidad) se aplicaron a todas las actividades de la operación bajo techo y a todos los canales de entrega. Las herramientas observacionales (NIOSH, OWAS, RULA, REBA y OCRA) se aplicaron a las actividades y canales en que se identificó mayor riesgo en especial en fuerza, postura y repetitividad. Y finalmente, las herramientas de tercer nivel que se utilizan para estudiar la actividad muscular (electromiografía) y los movimientos articulares (electro-goniometría) se aplicaron a segmentos musculares seleccionados con base al análisis realizado de los dos primeros niveles. El resultado final, como se mencionó anteriormente, fue la identificación de causas, consecuencias y comportamientos inseguros en los diferentes procesos que participan en los Centros de Distribución.

Por el lado de carga mental, Stanton, N.A (2004) menciona que hay gran cantidad de teorías en las que identifican que los individuos poseen una capacidad atencional finita que puede asignarse a una o dos tareas. La carga mental representa la proporción de recursos requeridos para cumplir con las demandas de las tareas, si la demanda es mayor a la capacidad, incrementa la dificultad para realizar las tareas principales aumentando los requerimientos para el procesamiento mental teniendo efectos psicológicos, fisiológicos y conductuales a corto, mediano o largo plazo (González Munõz, E. L., y Gutiérrez Martínez, R. E. 2006).

Estudios relacionados con ergonomía cognitiva también se han desarrollado en empresas colombianas. El trabajo de Segura (2014), por ejemplo, realizó un análisis de la ergonomía cognitiva en el error humano y el nivel de servicio en el centro de distribución de Comercial Nutresa en la ciudad de Bogotá. Para ello ejecutó una serie de entrevistas a los empleados del CEDI con el fin de identificar las actividades críticas que generan faltantes, sobrantes, avería y troque (material intercambiado o incorrecto). En el trabajo se concluyó que 4 actividades son las que más exigencia mental tienen para los colaboradores, estas son: leer el pedido en la radio frecuencia (cantidad, ubicación y material), confirmar la ubicación del material, acomodar los materiales en contenedor y asegurar el cambio de estación a lo largo de la banda transportadora; y que los elementos cognitivos de mayor importancia son la memoria y la percepción visual.

Para concluir, es importante mencionar que todos los análisis ergonómicos tanto físicos como cognitivos tienen un aspecto en común: el diagnóstico. Este es fundamental ya que no todos los puestos de trabajo tienen las mismas características y que además están sometidos a diferentes condiciones. Se identificaron diferentes métodos y herramientas que ayudan no solo a realizar un diagnóstico sino también al establecimiento de niveles de riesgo y de planes de acción o propuestas de mejora tales como: RULA, OWAS, ERIN, LEST, REBA y OCRA.

Finalmente, en la revisión de antecedentes, se evidenció una cantidad significativa de estudios ergonómicos realizados en diferentes empresas de distintos sectores pues los beneficios ergonómicos son cada vez más notables para las compañías como el caso de Shinde y Jadhav (2012) quienes realizaron un estudio en una estación de ensamblaje de un taller de soldadura, donde mejorando ergonómicamente los puestos de trabajo ayudaron a reducir el estrés en los trabajadores y eliminaron tareas repetitivas reduciendo el tiempo de ciclo de la operación y por lo tanto logrando una mayor productividad.

3. Objetivos

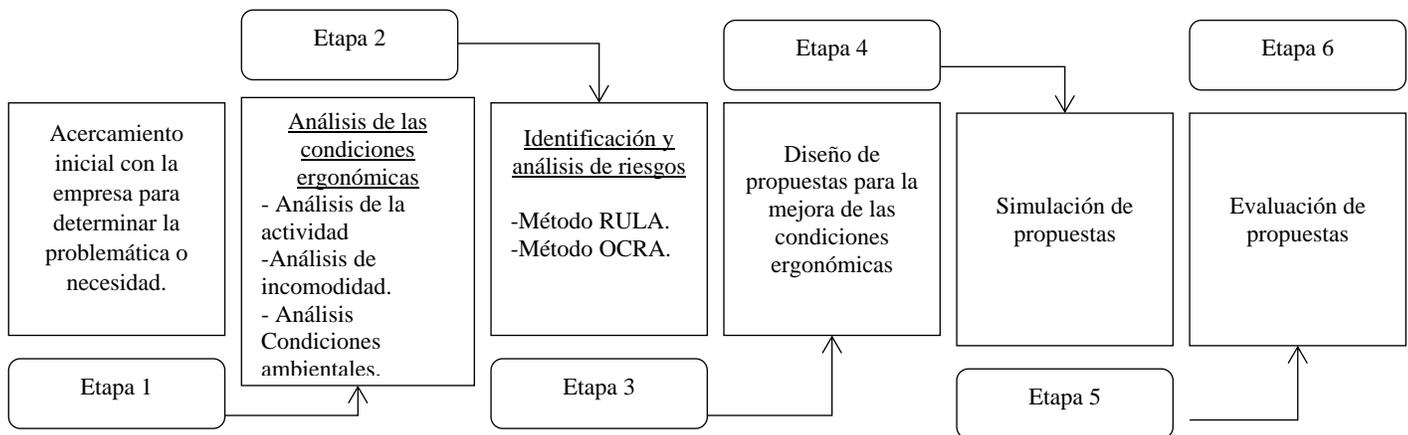
Diseñar propuestas para mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo en la Zona de Picking en el centro de distribución de comercial Nutresa, ubicado en la ciudad de Bogotá, con el fin de que se garanticen buenas condiciones laborales.

- Analizar el proceso de alistamiento de pedidos de unidades sueltas en la Zona de Picking actualmente.
- Evaluar las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo en la Zona de Picking, con base en los procesos de alistamiento y verificación de pedidos.
- Diseñar propuestas de mejora para las rutinas y puestos de trabajo actuales en la Zona de Picking, que garanticen buenas condiciones ergonómicas durante el proceso de alistamiento de unidades sueltas.
- Evaluar el impacto de las propuestas planteadas a través de la comparación de simulaciones de la situación actual y la propuesta.

4. Metodología y resultados

A partir de los objetivos planteados en este estudio y teniendo en cuenta la norma ISO 13053 del año 2012, se determinó la siguiente metodología (ver ilustración 1.) para el desarrollo de este proyecto que tiene como fin el diseño de propuestas para mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo en el proceso de alistamiento de pedidos de unidades sueltas en la Zona de Picking en el CEDI de comercial Nutresa. Estas propuestas pretenden garantizar buenas condiciones laborales para los colaboradores que participan en el proceso. El impacto se medirá mediante la simulación de las propuestas de mejora, donde se determinará si los niveles de riesgo a las cuales se encontraban expuestos los colaboradores disminuyen.

Ilustración 1. Proceso de diseño



Fuente: Autores.

4.1. Objetivo específico 1: analizar el proceso de alistamiento de pedidos de unidades sueltas en la Zona de Picking actualmente.

4.1.1. Metodología.

Con el fin de tener una comprensión clara del proceso de alistamiento de unidades sueltas y realizar una mejor evaluación ergonómica, se realizó una descripción detallada del proceso, así como la elaboración del cursograma analítico y el diagrama de flujo. Para realizar la descripción y los diagramas inicialmente el Analista Logístico facilitó una presentación donde se describía todo el funcionamiento del Centro de Distribución, pero de manera didáctica. Posteriormente, se programó una visita al Centro de Distribución con uno de los 3 coordinadores de turno con los que cuenta Comercial Nutresa. El coordinador dio una visita guiada explicando el paso a paso el funcionamiento del CEDI empezando desde la recepción de los pedidos y finalizando en el cargue de camiones. Entender por completo todas las actividades del CEDI era fundamental pues es importante tener un contexto claro de las actividades anteriores y posteriores al proceso de alistamiento de unidades sueltas.

Por lo tanto, con el resultado de la visita y con el material proporcionado por el Analista Logístico se logró reflejar de la manera más precisa posible a través de la descripción del proceso y los diagramas, los recursos y herramientas necesarias para llevar a cabo la actividad de alistamiento de Unidades Sueltas.

4.1.2. Descripción del proceso

Dentro de la estructura organizacional de grupo Nutresa se encuentra la Gerencia de Logística Comercial que tiene el objetivo de garantizar la propuesta de valor a los canales y segmentos, optimizando el costo logístico, apalancados en tecnología y un equipo desarrollado¹. Una de las actividades a cargo de la gerencia Logística es el alistamiento de unidades sueltas, que es objeto de estudio en el presente trabajo del cual se hará una descripción detallada. Para empezar, es importante mencionar que en el centro de distribución se manejan 3 turnos: mañana (6:00 a.m. a 12:00 p.m.), tarde (1:00 p.m. a 9:00 p.m.) y noche (10:00 p.m. a 6:00 a.m.) y que en su gran mayoría las personas que participan del proceso de alistamiento de unidades sueltas son mujeres. Además, se cuentan con 14 puestos de trabajo en la Zona de Picking.

El proceso comienza cuando el Operario Logístico recibe las etiquetas que contiene la información de los pedidos de los clientes y se encarga de pegarlas en los contenedores (del tamaño asignado) y ubicarlos en la banda transportadora. La banda transportadora se encarga de transportar los contenedores a lo largo de los puestos de trabajo y la Zona de Picking. Cuando un contenedor llega al primer puesto de trabajo el alistador lee el serial de la etiqueta con la Radio Frecuencia (RF).

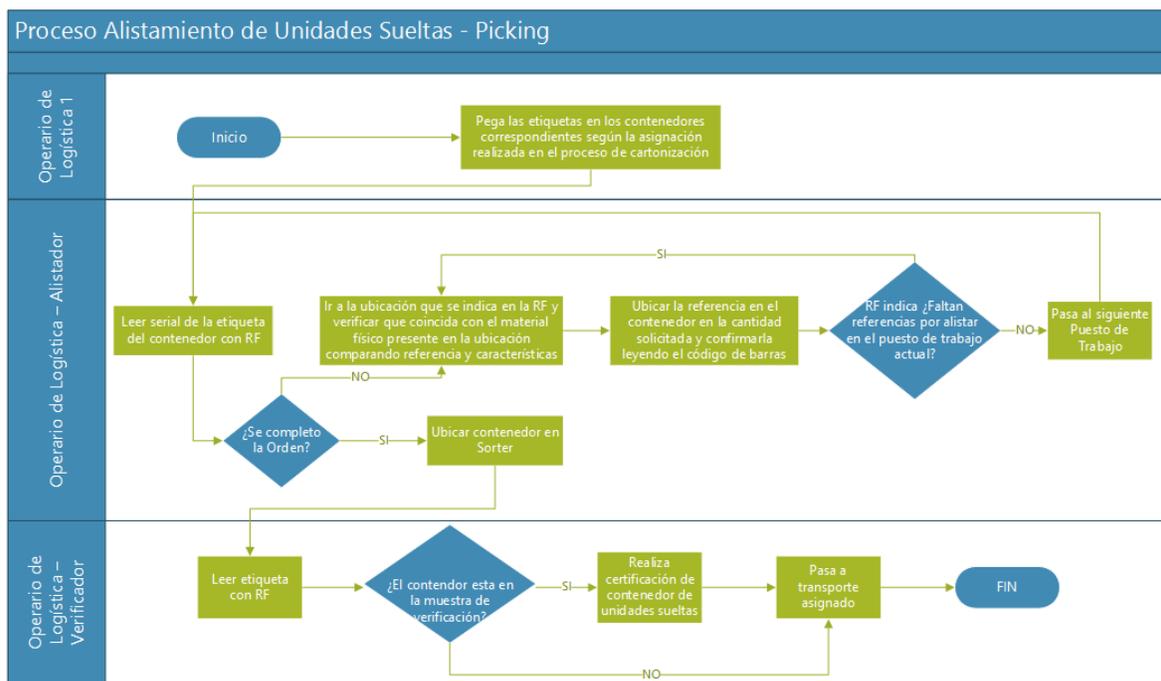
La RF le indica al colaborador los productos que debe alistar con su respectiva ubicación y cantidad (número de unidades). El operario debe dirigirse a la ubicación mostrada en la pantalla de la RF y verificar que coincida con el material físico comparando referencia y características. Luego toma la referencia y la ubica en el contenedor en la cantidad solicitada de forma ordenada para evitar daños o deterioros. Además, el operario debe confirmar el producto leyendo el código de barras que se encuentran en el empaque del mismo y asegurar que no faltan más productos por alistar en su puesto de trabajo, de lo contrario debe realizar el mismo procedimiento hasta que la RF indique que puede pasar al siguiente puesto de trabajo o que la orden ya ha sido completada.

El mismo ciclo mencionado se realiza a lo largo de los diferentes puestos de trabajo (14) hasta que la RF al momento de leer el código de barras de la etiqueta de los contenedores, muestre que la orden ha sido completada, en ese caso el operario cierra el contenedor y lo ubica en el “Sorter” que es la parte de la banda transportadora que se encarga de llevar los contenedores a los muelles donde fueron asignado para su transporte. Sin embargo, antes de que los contenedores salgan de la Zona de Picking el verificador va leyendo el código de las etiquetas de todos los contenedores para garantizar que todos los productos del pedido han sido confirmados, y en caso de que haya un faltante se devuelve para que el pedido sea completado.

Así mismo, el sistema aleatoriamente selecciona una muestra de contenedores para que el verificador no solo lea la etiqueta, sino que también realice una verificación total del contenedor, es decir, abrirlo por completo y verificar que estén los productos solicitados en las cantidades correctas. Finalmente, para una mejor comprensión del proceso se realizó el cursograma analítico (**ver anexo 1.**) y a continuación, se muestra el diagrama de flujo de este (ver diagrama 1.)

¹ Información proporcionada por Comercial Nutresa.

Diagrama 1. Diagrama de Flujo del proceso de Alistamiento de Pedidos de Unidades Seltas



Fuente: autoría propia

4.2. Objetivo específico 2: evaluación de las condiciones ergonómicas actuales con base en los procesos de alistamiento y verificación de pedidos.

Teniendo en cuenta el alcance del proyecto, para la identificación y análisis de las condiciones ergonómicas actuales con base en los procesos de alistamiento y verificación de pedidos, fue necesario dividir el análisis en dos fases (ver tabla 1.):

Tabla 1. Etapa 2 y 3 del proceso de diseño.

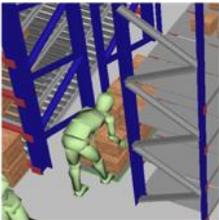
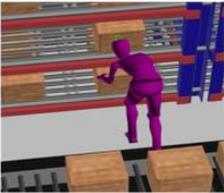
Fases	Análisis	Herramienta
1. Análisis de las condiciones ergonómicas	Actividad (carga mental y carga física)	Actogram Kronos
	Incomodidad física	Cuestionario de incomodidad
	Condiciones ambientales (Ruido)	Sonómetro
	Condiciones ambientales (Iluminación)	Luxómetro
2. Identificación y análisis de riesgo	Análisis de las posturas corporales y fuerzas de miembros superiores (MMSS).	RULA
	Análisis de las posturas del cuerpo y fuerzas para tareas repetitivas	OCRA

Fuente: Autores.

4.2.1. Metodología - Análisis de la actividad.

Para realizar el análisis de la actividad se identificaron dos tipos de puestos diferentes para la actividad de alistamiento y uno de verificación (ver tabla 2), esto con el fin de que el análisis abarcara todos los puestos de trabajo de la Zona de Picking.

Tabla 2. Puestos de trabajo.

Puesto de trabajo	Ilustración	Descripción
1		Este puesto de trabajo es la combinación entre estibas (almacenan los productos que tienen una mayor demanda) y estanterías.
2		En este puesto de trabajo los productos se encuentran ubicados solamente en las estibas.
3		El verificador cuenta con una mesa donde realiza el chequeo aleatorio de los pedidos que se van alistando

Fuente: Autores.

Dado a que contábamos con tres diferentes puestos de trabajo se monitorearon durante un día completo por un tiempo promedio de 30 minutos (Simões, R. R., y Figueiredo, V. G. C., 2012), mediante una cámara Go Pro® ubicada en el pecho (ver ilustración 2.) y una cámara de video desde un ángulo frontal (ver ilustración 3.), es decir que se realizaron 6 videos en cada uno de los turnos (mañana, tarde y noche).

Ilustración 2. Vista Go Pro®



Fuente: Autores.

Ilustración 3. Vista ángulo frontal



Fuente: Autores.

Para el levantamiento de los videos se siguió con el siguiente cronograma (ver tabla 3).

Tabla 3. Cronograma de levantamiento de información videos Actogram Kronos 2

Cronograma levantamiento de videos							
Turno	Franja horaria	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Mañana (6:00 am -12:00pm)	Inicio (6:00am)				2		
	Mitad (9:00am)		2				
	Final (12:00pm)	2					
Tarde (1:00 pm- 9:00pm)	Inicio (1:00pm)	2					
	Mitad (5:00pm)			2			
	Final (9:00 pm)				2		
Noche (10:00pm - 6:00am)	Inicio (10:00pm)				2		
	Mitad (1:00am)					2	
	Final (6:00am)			2			

Fuente: Autores.

Luego del levantamiento de la información se realizó el análisis de los videos mediante el software Actogram Kronos 2 que fue desarrollado con el propósito de responder a las necesidades de los ergónomos y psicólogos para proyectos de análisis de la actividad, que hace visible la evolución de la actividad laboral a lo largo del tiempo. Para esto es necesario que el investigador cree un protocolo de descripción y clases de observables. El protocolo de descripción consiste en una tabla de códigos de eventos definido por el observador para leer sus variables. Este protocolo permite organizar las observables en estructuras jerárquicas que se subdividirán en subcategorías (Rocha, R, 2015).

Para efectos de este estudio se consideraron dos clases de observables: carga mental (Organizando o contando, leyendo RF, escaneando código y otras actividades como levantar cajas, etc.) que fue definida con base a los resultados obtenidos del estudio de Segura. nombrado en antecedentes en el literal 2 y carga física con 4 variables (desplazamiento, altura, peso y pedido); para mayor detalle de las variables ver **anexo 2**.

Como se mencionaba anteriormente el software Actogram Kronos 2 permite realizar el análisis de la actividad bajo el protocolo de variables previamente definido. Para esto, fue necesario ver cada uno de los videos 3 veces (36 horas aproximadamente) con el fin de cubrir todas las variables establecidas para el estudio de la actividad, pues era complicado realizar el análisis de todas las variables en una sola visualización. A partir de esto se obtuvieron los siguientes resultados que fueron divididos en cada una de las variables observables.

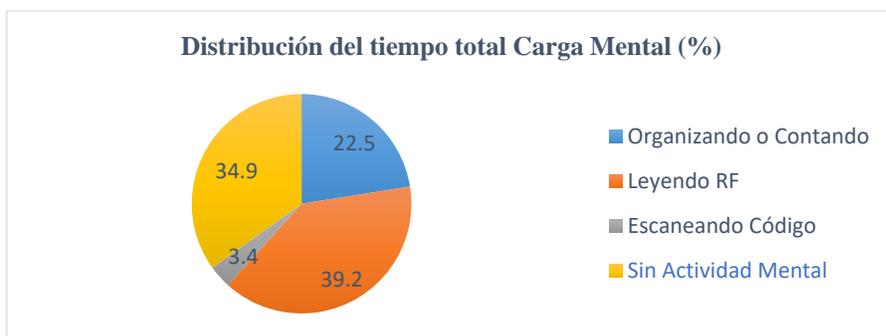
4.2.2. Resultados - Análisis de la actividad.

- *Carga mental.*

Al realizar la compilación de los resultados obtenidos de Actogram de todos los turnos relacionados con la variable de carga mental, se observa en la gráfica 1. que el 39,2% del tiempo están mirando la RF y el 22,5% del tiempo están organizando o contando los productos de las diferentes órdenes. Se concluye que los elementos cognitivos de memoria a corto plazo (al momento de leer la RF y memorizar posiciones, referencia y cantidad) y percepción visual (al momento de organizar los productos en los contenedores) son los que mayor actividad tienen dentro de la actividad de alistamiento de unidades sueltas. Con el resultado se confirma la afirmación de Segura, Tatiana (2014) en el trabajo que realizó en el Centro de Distribución de Comercial Nutresa en 2014 relacionado con Ergonomía Cognitiva, cuando determinó que los elementos cognitivos con mayor influencia en el proceso de alistamiento de unidades sueltas son la memoria a corto plazo y la percepción visual.

Los resultados son una clara evidencia del permanente esfuerzo cognitivo que los colaboradores están realizando a lo largo de la jornada laboral (8 horas), pues es la RF su herramienta de trabajo es la que les indica si deben alistar o no en un puesto de trabajo determinado, las posiciones y la referencia con su respectiva cantidad. En la visualización de los videos grabados se observaba que había colaboradores que se quedaban viendo la RF periodos de tiempos prolongados con el fin de memorizar la ubicación y la referencia. Sin embargo, cuando olvidaban la información o tenían dudas de esta debían volver a mirar la RF para evitar cometer errores.

Gráfica 1. Distribución total de variable carga mental



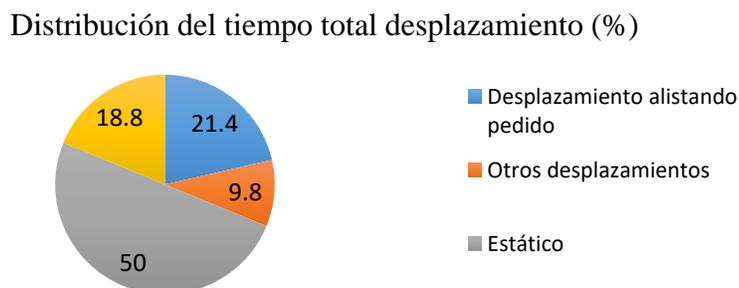
Fuente: Autores.

- *Carga física*
 - *Desplazamientos*

Detallando el consolidado de todos los turnos de los resultados relacionados con la variable de Desplazamiento. Se determina que de acuerdo con la gráfica 2, los alistadores la mayor parte del tiempo están en estado estático, esto quiere decir que en general los alistadores pasan más tiempo leyendo la RF, escaneando las etiquetas con la RF, acomodando los productos en los contenedores o tomando las cantidades necesarias de las referencias en las posiciones indicadas.

La finalidad de analizar los desplazamientos realizados es determinar si la distancia recorrida es un factor relevante en las condiciones ergonómicas de los colaboradores. Si bien el tiempo de desplazamientos es significativo, es importante enfocarse en las posturas que adoptan los colaboradores cuando no están en movimiento pues uniendo las subvariables “estático y estático con carga corporal” pasan el 69% del tiempo en dicho estado.

Gráfica 2. Distribución total de variable desplazamiento.



Fuente: Autores.

- *Pedidos.*

Detallando el consolidado de todos los turnos de los resultados relacionados con la variable de Pedidos. Se determina que de acuerdo con la gráfica 3, los alistadores la mayor parte del tiempo se encuentran alistando pedidos (60,6%). Es decir que gran parte del tiempo de la jornada de los colaboradores corresponde a ir a las posiciones indicadas por las RF, recoger productos y acomodarlos en el contenedor. Es importante aclarar que el tiempo de alistar pedidos se analizó desde el momento que la RF le indica a el colaborador que tiene referencias por alistar en su puesto de trabajo hasta el momento en el que el alistador confirma todas las referencias correspondientes al puesto de trabajo.

El fin de este análisis es identificar las actividades en las que el colaborador emplea la mayor parte del tiempo, es importante ya que es allí donde se puede observar la repetitividad del proceso, así mismo es un buen indicador que ayuda a verificar la funcionalidad y/o productividad del proceso pues no tendría sentido haber evidenciado que la mayor parte del tiempo los alistadores no están realizando la actividad principal de su proceso.

Gráfica 3. Distribución total variable de pedidos.

Distribución del tiempo total pedidos (%)



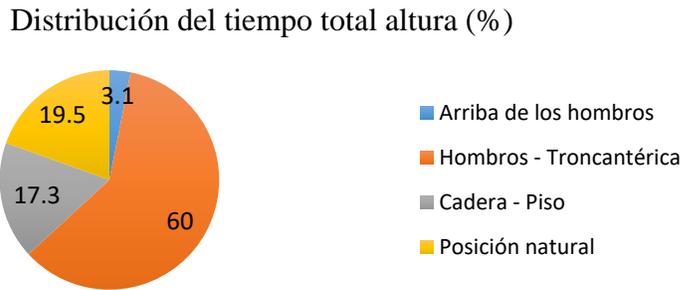
Fuente: Autores.

- *Altura.*

Detallando el consolidado de todos los turnos de los resultados relacionados con la variable de Altura. Se determina que de acuerdo con la gráfica 4, los alistadores la mayor parte del tiempo se encuentran trabajando en el plano medio (60%), es decir hombros – trocánterica. En la visualización de los videos se observaba esta posición al momento de la manipulación de la RF y a la hora de tomar referencias en posiciones medias de los racks.

El análisis de esta variable es con el fin de identificar el porcentaje de tiempo que los alistadores están realizando movimientos que requieren mayor exigencia corporal pues agacharse y/o realizar alcances por largos periodos de tiempo no son convenientes para la ergonomía de los colaboradores. En ese sentido los resultados son satisfactorios ya que trabajar en el plano medio es lo más conveniente para la disminución de lesiones, además se evidencia la consideración del parámetro de altura al momento de realizar el Slotting de los productos en la Zona de Picking.

Gráfica 4. Distribución variable total de altura



Fuente: Autores.

- *Peso*

Detallando el consolidado de todos los turnos de los resultados relacionados con la variable de Peso. Se determina que de acuerdo con la gráfica 5, los alistadores la mayor parte del tiempo están trabajando con cargas entre 0 y 2 kilogramos (92%). En la visualización de los videos se observaba que normalmente los empleados mueven referencias livianas, sin embargo, en ocasiones debían coger gran cantidad de productos manipulando cargas de más de 2 kg, así mismo, se alzaban cantidades importantes de peso cuando debían retirar contenedores enteros por novedades presentadas durante el proceso de alistamiento.

El fin de realizar el análisis de peso es determinar si la manipulación de cargas asociada con el peso es un factor determinante para la ergonomía del alistador. Pero teniendo en cuenta los resultados y los acontecimientos donde solo se mueven cantidades de peso significativas ocasionalmente, se concluye que no es una variable influyente dentro del proceso de alistamiento de unidades sueltas.

Gráfica 5. Distribución total variable de peso.



Fuente: Autores.

A partir de los análisis realizados de las diferentes variables estudiadas se logra concluir que:

- Las variables de desplazamiento y peso tienen resultados satisfactorios, pues tanto el desplazamiento (estático o estático con carga corporal) como las cargas (2 a 5 Kg) se encuentran en un nivel aceptable la mayor parte del tiempo. Por otro lado, es importante mencionar que se rechaza la hipótesis inicial de que los colaboradores tenían que recorrer grandes distancias en un turno.
- La variable de altura se observa un factor importante que es la repetitividad y la postura que adoptan los colaboradores en los diferentes puestos de trabajo (3).
- La variable de carga mental maneja un factor de memoria a corto plazo y la percepción visual, lo que se traduce en fatiga mental.

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó realizar cuestionarios de incomodidad para identificar la sintomatología de los colaboradores por posturas adoptadas y la repetitividad de la actividad, para luego medir el nivel de riesgo mediante los métodos RULA y OCRA.

4.2.3. Metodología - Análisis de incomodidad.

El análisis de incomodidad se ejecutó con el fin de determinar cuál era la sintomatología presentada en los colaboradores en los diferentes turnos (mañana, tarde y noche) y en diferentes franjas horarias (inicio, mitad y final). La herramienta empleada fue el cuestionario de incomodidad desarrollado por los investigadores del Centro de Ergonomía de la Universidad de Michigan. Estos son utilizados para recopilar datos sobre la exposición en el lugar de trabajo a factores físicos y psicosociales. También se puede recopilar información demográfica, síntomas informados, que incluyen dolor y molestias posturales, y / o niveles de esfuerzo subjetivo (David, G. C., 2005).

Para este estudio se empleó el formulario del **anexo 3**, donde los colaboradores debían reportar el nivel de incomodidad o molestia que presentaban en el momento que diligenciaban el auto-reporte, valorando las diferentes partes del cuerpo de acuerdo con la escala de la tabla 4. Antes de su implementación, se realizó una reunión con los colaboradores de Zona de Picking, en la cual se explicó el objetivo y la forma correcta de diligenciar los campos de la encuesta a través de ejemplos, aclarando con ello dudas que podían conllevar a resultados equívocos.

Tabla 4. Escala de calificación auto-reportes de incomodidad.

Índice	Interpretación
0	Nada
1	Ninguna molestia
2	Extremadamente débil
3	Muy débil
4	Débil
5	Moderado
6	Fuerte
7	
8	Muy fuerte
9	
10	Extremadamente fuerte

Fuente: adaptación de escala de Borg

Actualmente la Zona de Picking cuenta con 25 colaboradores contratados específicamente para la actividad de alistamiento de unidades sueltas en los tres turnos. Por lo general, Comercial Nutresa selecciona entre 29 a 31 colaboradores (3 a 5 colaboradores en la mañana, 13 en la tarde y 13 en la noche) para apoyar el área; especialmente cuando no se ha cumplido el objetivo de alistar 1.400 contenedores en cada turno. En el momento que se realizó el cuestionario de incomodidad se encontraban asignadas 34 personas en total, en los 3 turnos (ver tabla 5).

Tabla 5. Cronograma de levantamiento de información auto-reporte de incomodidad

Cronograma levantamiento de información auto-reporte de incomodidad							
Turno	Franja horaria	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Mañana (6:00 am -12:00pm)	Inicio (6:00am)				6		
	Mitad (9:00am)				6		
	Final (12:00pm)				6		
Tarde (1:00 pm- 9:00pm)	Inicio (1:00pm)			8			
	Mitad (5:00pm)			8			
	Final (9:00 pm)			8			
Noche (10:00pm - 6:00am)	Inicio (10:00pm)			20			
	Mitad (1:00am)				20		
	Final (6:00am)				20		

Fuente: Autores.

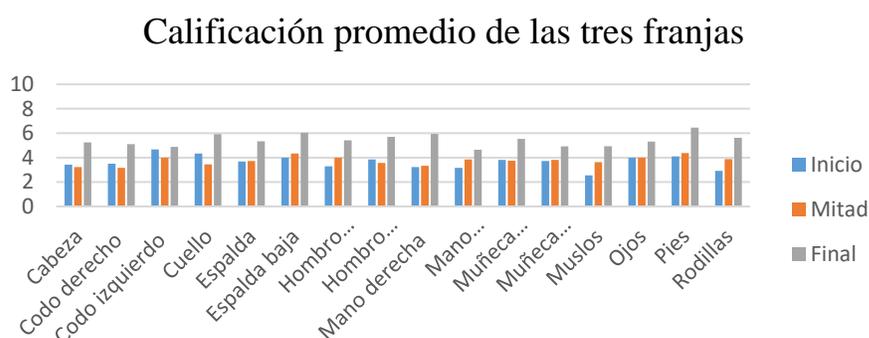
4.2.4. Resultados - Análisis de incomodidad.

- Análisis de los 3 turnos en las tres franjas (inicio, mitad y final).

Se realizó el análisis promedio de la calificación en cada una de las partes del cuerpo en los tres turnos (ver gráfica 6) y a partir de esto se puede evidenciar que al final de la tarde es cuando presentan una mayor incomodidad en general; los puntos del cuerpo más destacados con una calificación mayor fueron los pies con un promedio de calificación de 5.1, espalda baja con 4.91 y cuello con 4.63.

Según lo observado se puede decir que la calificación obtenida de estas tres partes del cuerpo (pies, espalda baja y cuello) se debe que los colaboradores permanecen por lo menos 7.5 horas del turno de pie. Por este motivo, se presentan las incomodidades en los pies y espalda baja. Además de esto, se percibió que los colaboradores pasan una parte significativa del tiempo en la banda transportadora organizando los productos en los contenedores lo que se puede traducir igualmente en incomodidad en espalda baja y cuello.

Gráfica 6. Calificación promedio de las 3 franjas



Fuente: Autores.

A continuación, se presenta el análisis individual de cada una de las franjas horarias (inicio, mitad y final del turno) con el fin de determinar diferencias significativas o confirmar los resultados obtenidos mediante el consolidado de los auto-reportes.

- *Análisis 3 turnos, inicio de jornada.*

Al inicio de la jornada se evidenció que por lo menos hay un colaborador con sintomatología o lesión, dado a que ya hay reportado alguna incomodidad sin iniciar aún la actividad de alistamiento (ver gráfica 7). Las regiones del cuerpo que presentan una mayor calificación son: codo izquierdo, cuello y pies con 4.67, 4.33 y 4.11 respectivamente.

Gráfica 7. Calificación promedio de inicio de jornada.

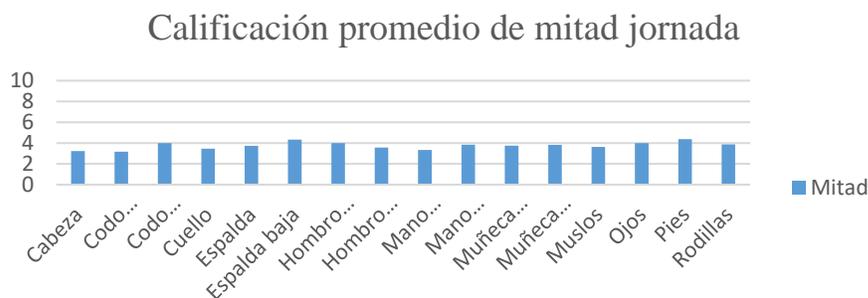


Fuente: Autores

- *Análisis 3 turnos, mitad de jornada.*

En la franja de la mitad del turno presentaron incomodidad especialmente en los pies, espalda baja y ojos (ver gráfica 8). Como se mencionaba en el análisis consolidado del auto-reporte de los 3 turnos y en las tres franjas (inicio, mitad y final) la actividad de alistamiento permanece la mayor parte del tiempo de pie y una parte importante del tiempo organizando productos en la banda transportadora y leyendo la radio frecuencia. Por este motivo se puede explicar la incomodidad en estas zonas. La calificación promedio fue de: 4.37, 4.33 y 4.0 respectivamente.

Gráfica 8. Calificación promedio de mitad de jornada.



Fuente: Autores.

- *Análisis 3 turnos, final de jornada.*

Al final de la jornada es la franja donde se presenta una mayor de incomodidad en los pies, espalda baja y mano derecha con una calificación promedio de 6.46, 6.05, y 5.93 respectivamente (ver gráfica 9). Se observa que en esta parte de la jornada se presentó con sintomatología la mano derecha, lo que se podría decir que es por la constante manipulación de la radio frecuencia.

Gráfica 9. Calificación promedio final de jornada.



Fuente: Autores.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de incomodidad reflejan que efectivamente los colaboradores presentan sintomatología en la espalda baja, pies y cuello especialmente. Sin embargo, se pudo observar que una persona reporto molestia en el codo izquierdo al inicio del turno lo que quiere decir que ya se presentan algunas molestias o lesiones por la actividad.

Dado a que es importante determinar el nivel del riesgo a cuál se exponen especialmente en las posturas que conllevan a tener molestias en la espalda baja y cuello se procede a realizar la identificación y análisis de riesgo mediante el método RULA y OCRA.

4.2.5. Metodología - Condiciones ambientales.

Para elaborar un análisis integral de las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo, es importante la identificación de factores de riesgos ambientales. Estos hacen referencia por lo general a las condiciones ambientales (ruido e iluminación) a las que están sometidos los colaboradores en sus puestos de trabajo. Por lo tanto, se realizó una medición directa de iluminación por medio del luxómetro y ruido con el sonómetro en la Zona de Picking, con el fin de identificar si las condiciones son las apropiadas o se requieren realizar cambios. Se establecieron los puntos de medición, los cuales fueron seleccionados teniendo en cuenta las posiciones de fuente de ruido (banda transportadora) y luz (luminarias).

4.2.6. Resultado - Condiciones ambientales.

- *Ruido*

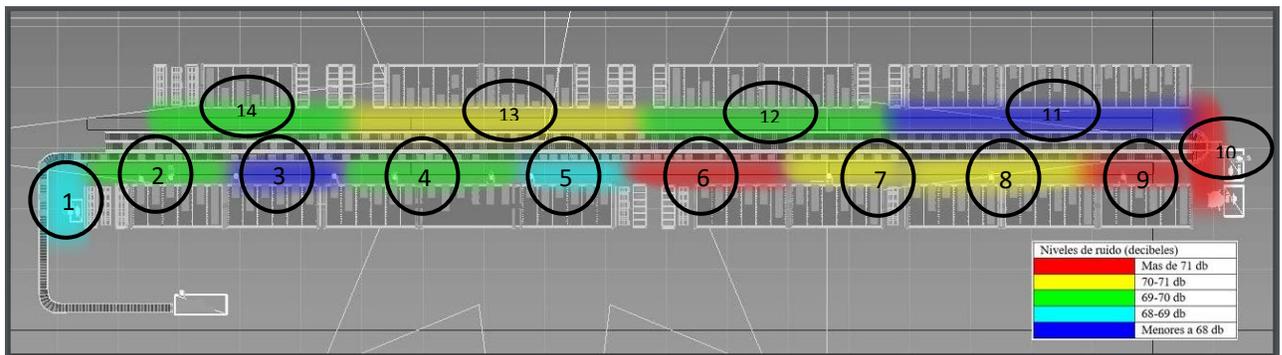
La consideración inicial para seleccionar los puntos de medición fue la fuente principal generadora de ruido, que en el caso de la Zona de Picking es la banda transportadora. En general los alistadores están siempre muy cerca a lo banda pues es la encargada de movilizar los contenedores a través de los diferentes puestos de trabajo. Otros elementos de generación de ruido en la zona de Picking son las RF al momento de escanear los códigos de barras o los montacargas que se estan trasladando constantemente por el CEDI. En la tabla 6 se observan los lugares donde fueron tomados los datos con el sonometro junto con los resultados de las mediciones y en la ilustración 4 el mapa de ruido realizado en la Zona de Picking con la identificación de cada uno de los puntos.

Tabla 6. Resultados de medición de ruido.

Lugar	Punto	Ruido (min-max dBA)
Inicio Zona Picking Cajas	1	67 – 70,3
Split 1	2	69 – 73,9
Split 2	3	65,7 – 69,3
Split 3	4	67 - 70,6
Split 4	5	66,4 – 71,2
Split 5	6	71,1 - 76
Split 6	7	68,8 – 72,9
Split 7	8	68,4 – 72,7
Split 8	9	68,8 – 73,6
Verificador	10	71,3 – 74,4
Split 12	11	66,5 – 70,2
Split 13	12	68,5 – 73,3
Split 14	13	68,7 - 72
Zona Recuperación Cajas	14	70,5 – 74,8

Fuente: Autores.

Ilustración 4. Mapa de Ruido de la Zona de Picking



Fuente: Autores.

De acuerdo a los datos obtenidos se concluye que el ruido en los puestos de trabajo es un ruido de tipo estable pues según José Maria Cortés los ruidos estables son aquellos que la diferencia de valores máximos y mínimos son menores a 5dB una vez realizada la medición con el sonómetro. En ese sentido, el autor presenta en la tabla 7 un cuadro comparativo de diferentes criterios donde se incluyen los valores de exposición permisibles en dBA para diferentes periodos de exposición al día. Como se observa los niveles de ruido de los puestos de trabajo y en general en la Zona de Picking cumplen con los diferentes criterios, pues el dato de mayor registro fue en la zona de recuperación de cajas donde la medida fue de 74,8 dBA y el tiempo de exposición de 8 horas al día que corresponde a la jornada laboral de los alistadores.

Tabla 7. Exposición permisible en dBA para diferentes periodos de tiempo.

Exposición permisible en dBA para diferentes periodos de tiempo			
Duración h/día	Criterio OSHA	Criterio ISO	Criterio ACCIH (TLVs)
8	90	90	85
4	95	93	90
2	100	96	95
1	105	99	100
0,5	110	102	105
0,25	115	105	110
0,125	115	108	115
Techo	115	115	115

Fuente: Autores.

- *Iluminación*

Los puntos de medición de la iluminación fueron los mismos tenidos en cuenta para la medición del ruido, pues corresponde a los puestos de trabajo donde los alistadores diariamente realizan sus actividades. Es importante identificar las condiciones lumínicas del centro de distribución pues una deficiencia en la misma puede producir un aumento de la fatiga visual, una reducción en el rendimiento, aumento de errores y en ocasiones accidentes laborales². En la tabla 8 se evidencian los resultados obtenidos a través del luxómetro y en la ilustración 5 el mapa de iluminación realizado en la Zona de Picking con la identificación de cada uno de los puntos seleccionados.

Tabla 8. Resultados medición de iluminación

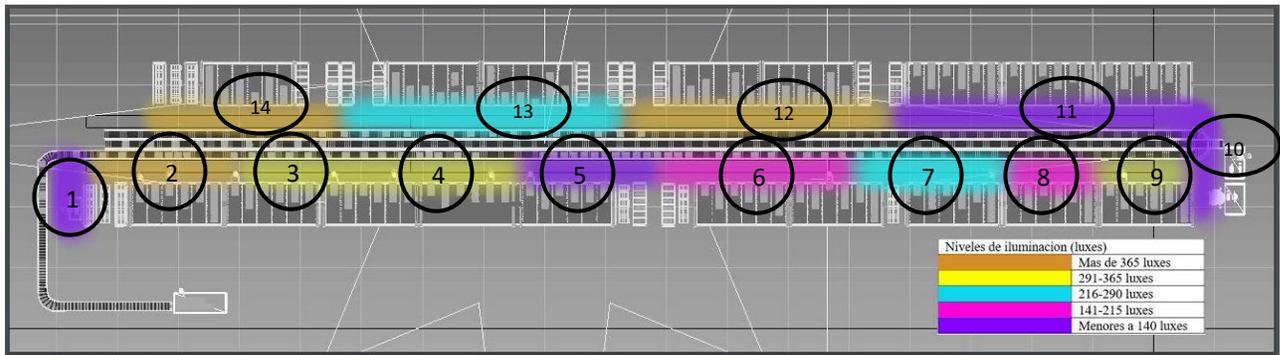
Lugar	Punto	Iluminación promedio (Lux)
Inicio Zona Picking	1	117,2
Split 1	2	435,7
Split 2	3	305,6
Split 3	4	359,1
Split 4	5	65,8
Split 5	6	184,4
Split 6	7	287,5
Split 7	8	181,5
Split 8	9	311,7
Verificador	10	99,7
Split 12	11	101,2
Split 13	12	403,1
Split 14	13	248,2
Zona Recuperación Cajas	14	364,3
Mínimo		65,8
Máximo		435,7
Promedio		247,5

Fuente: Autores.

²Fuente:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Iluminacion%20en%20el%20puesto%20de%20tra bajo.pdf>

Ilustración 5. Mapa de iluminación de la Zona de Picking



Fuente: Autores.

Para realizar la evaluación de los datos se tomó como referencia los niveles de iluminación recomendados en la guía técnica del ICONTEC GT-08 “Principios de Ergonomía Visual, Iluminación para ambientes de Trabajo en Espacios Cerrados”. Para cada tarea se determinan intervalos de tres valores de iluminación, interpretados de la siguiente manera (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008):

- **Valoración Máxima:** se aplicará cuando la labor a realizar presenta condiciones donde la productividad y la exactitud de la tarea se considera de gran importancia, o cuando la capacidad visual de la persona así lo requiere.
- **Valoración Mínima:** se usará para comparar los valores obtenidos en sitios donde la velocidad y exactitud de trabajo no son importantes, o las labores que allí se realizan son ocasionales.
- **Valoración Media o Recomendada:** se aplica para labores de trabajo normal y condiciones no muy exigentes o cuando la persona o personas que se encuentran en el área de trabajo no reportan malestar o disconfort con las condiciones halladas.

Se determinó que la actividad de alistamiento de unidades sueltas es una tarea con requisitos visuales medianos pues si bien las referencias o productos son fácilmente identificables los colaboradores constantemente deben estar leyendo la RF, para leer la posición de los productos, asegurar la confirmación de estos y cambiar de puestos de trabajo. El dispositivo no tiene una pantalla muy amplia y su letra no es muy grande. Además, se tiene en cuenta la valoración máxima del tipo de tarea con requisitos medianos dado a que una mala lectura puede hacer que los alistadores coloquen productos que no están solicitados en las órdenes y afectar su productividad.

Definidas las características de la actividad se concluye que los niveles de iluminación en la Zona de Picking del centro de distribución están por debajo de las recomendaciones realizadas por el ICONTEC, pues de acuerdo a la tabla xx la recomendación la luminancia para el tipo de actividad debe ser de 500lux mínimo y 750lux máximo y los registrados en las mediciones muestran un máximo de 435,7 lux y un mínimo de 65,8 por lo que es necesario revisar la distribución e intensidad de las luminarias en los puestos de trabajo en la Zona de Picking.

Tabla 9. Niveles recomendados de iluminación.

TIPO DE AREA, TAREA O ACTIVIDAD	INTERVALOS DE ILUMINANCIA (Lux)		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Circulación exteriores y áreas de trabajo general	20	30	50
Áreas uso no continuo a propósitos de trabajo	100	150	200
Tareas con requisitos visuales simples	200	300	500
Tareas con requisitos visuales medianos	300	500	750
Tareas con requisitos visuales exigentes	500	750	1.000
Tareas con requisitos visuales difíciles	700	1.000	1.500
Tareas con requisitos visuales especiales	1.000	1.500	2.000
Realización de tareas visuales muy exactas	Más de 2.000		

Fuente: ICONTEC

4.2.7. Identificación y análisis de riesgo.

- RULA

A partir de los resultados de los cuestionarios de incomodidad y el análisis de los videos realizados mediante el software Actogram Kronos 2 se determinaron las posturas más frecuentes y críticas para ser evaluadas a través del método RULA. El estudio se realizó a los mismos colaboradores (9) de los tres turnos que participaron y apoyaron en la realización de los videos (mañana, tarde y noche).

El método RULA fue desarrollado por los doctores McAatamney y Corlett de la Universidad de Nottingham en 1993 para la evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgos que originan una elevada carga postural que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo. Este método evalúa posturas individuales y no en conjuntas, dividiendo el cuerpo en dos grupos de segmentos: el grupo A (brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca) y B (cuello, tronco y piernas). Por ello es necesario que se determine las posturas que serán evaluadas entre las que adopta el trabajador (Diego-Mas, Jose Antonio, 2015).

Para realizar la evaluación de las posiciones adoptadas por lo colaboradores se utilizó la herramienta Ruler (Diego-Mas y Jose Antonio, 2015), que permite medir el ángulo de la postura mediante fotografías. A partir del ángulo generado por el programa se le asigna la puntuación de la parte del cuerpo estudiada, y esta a su vez determina la calificación del riesgo total siguiendo la tabla 10.

Tabla 10. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida RULA

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

Fuente: *Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación postural mediante el método RULA.* Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015.

Las posturas seleccionadas para realizar los respectivos análisis fueron³:

- Organizar productos en la banda transportadora.
- Leer la RF.
- Tomar productos en la estantería en la parte de arriba.
- Tomar productos en la estantería o estibas en la parte de abajo.

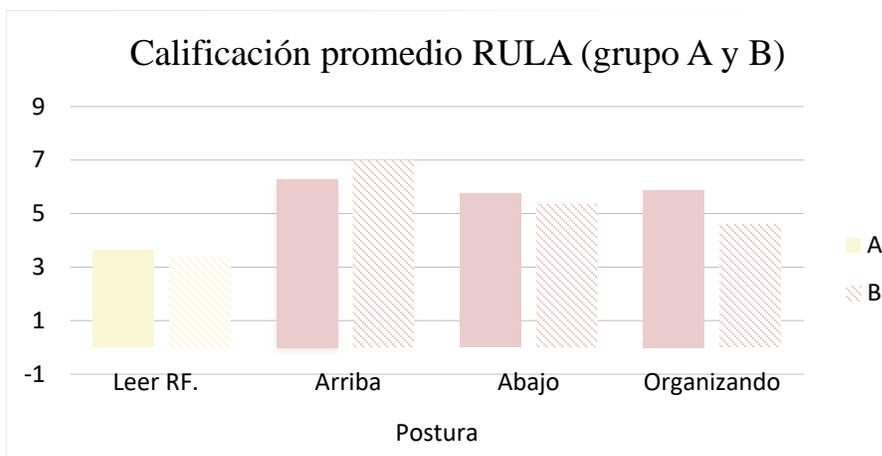
³ El análisis del riesgo por el método RULA individual se encuentran en los **anexos 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.**

Al realizar el análisis de los dos grupos A y B se identificó que en general la calificación de las posturas se encuentra en el nivel de riesgo 3 y 4 a excepción de la actividad de leer la RF que se encuentra en un nivel de riesgo 2.

Como se puede observar en la gráfica 10 la calificación más alta es cuando deben alcanzar productos en la parte superior del estante. Sin embargo, en la variable de alturas realizado previamente solo el 3,1 % del tiempo se encuentra tomando productos arriba de los hombros. Por este motivo, no se consideró relevante debido al poco tiempo de exposición.

Por otro lado, para la postura que adoptan en el momento que se encuentran organizando los productos en los contenedores y tomando productos abajo si se debe realizar un rediseño de la tarea debido a que el porcentaje del tiempo que los colaboradores se encuentran en esta posición es mucho mayor aumentado el nivel del riesgo o la probabilidad de que tengan lesiones osteomusculares.

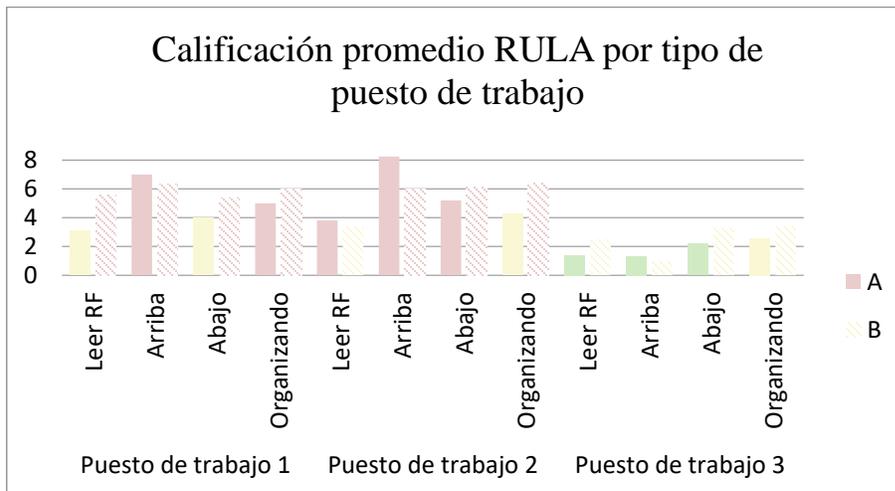
Gráfica 10. Calificación promedio método RULA (grupo A y B)



Fuente: Autores.

Al observar la calificación del método RULA dividida por tipo de puesto de trabajo se evidencia que esta tiene la misma tendencia que la del consolidado general (ver gráfica 11); donde la puntuación más alta corresponde a alcanzar los productos de la parte superior del estante, seguido de las posturas que adoptan cuando se encuentran organizando. Por otro lado, para el puesto 3 que corresponde al verificado este obtiene las puntuaciones más bajas y se debe a que este cuenta con un lugar fijo de puesto de trabajo y no debe buscar los productos en las estanterías.

Gráfica 11. Calificación promedio RULA por tipo de puesto de trabajo.



Fuente: Autores.

- OCRA

Con el fin de complementar la evaluación de las condiciones ergonómicas actuales se aplicó la herramienta OCRA, la cual está diseñada para analizar la exposición de los trabajadores a tareas que representa diversos factores de riesgo en la parte superior (repetitividad, fuerza, postura y movimiento incómodos, falta de períodos de recuperación y otros, definidos como “adicionales”), prediciendo el riesgo de trastornos músculo-esqueléticos en las poblaciones expuestas de una forma más detallada (Stanton, N. A, 2004).

Para realizar la evaluación se adaptó un formato del **anexo 12**, donde se realizó la calificación del riesgo de 3 trabajadores por cada uno de los turnos (mañana, tarde y noche). Igualmente, para definir el lado (izquierdo o derecho) a el cual se le iba a realizar la evaluación del riesgo, se halló la frecuencia del movimiento en cada una de las manos y la que tuviera una cantidad mayor de movimientos por minuto, sería la seleccionada para ser evaluada. La calificación del nivel de riesgo y la acción recomendada se determinó a partir de la siguiente escala (ver tabla 11).

Tabla 11. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida OCRA

Nivel de Riesgo	Acción recomendada	Índice OCRA equivalente	Índice OCRA equivalente
≤5	Óptimo	No se requiere	≤ 1.5
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere	1.6 - 2.2
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto	2.3 - 3.5
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	3.6 - 4.5
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	4.6 - 9
>22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	> 9

Fuente: Diego-Mas, Jose Antonio. *Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocr.* Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015.

Como se observa en la tabla 12 todas las calificaciones dieron un nivel de riesgo inaceptable alto, especialmente por la repetitividad de la actividad⁴. La acción recomendada por este método es que se debe realizar una intervención inmediata para la mejora del puesto de trabajo, supervisión médica y entrenamiento.

Tabla 12. Nivel de riesgo método OCRA.

Turno	Lado evaluado	Calificación	Nivel de riesgo
Mañana 1	Derecho	25,175	Inaceptable alto
Mañana 2	Derecho	30,875	Inaceptable alto
Mañana 3	Izquierdo	25,175	Inaceptable alto
Tarde 1	Izquierdo	25,175	Inaceptable alto
Tarde 2	Izquierdo	30,875	Inaceptable alto
Tarde 3	Derecho	25,175	Inaceptable alto
Noche 1	Izquierdo	27,075	Inaceptable alto
Noche 2	Izquierdo	30,875	Inaceptable alto
Noche 3	Derecho	28,975	Inaceptable alto

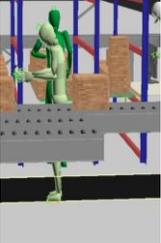
Fuente: Autores.

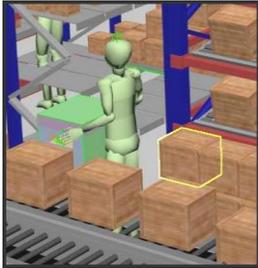
4.3. Objetivo específico 3: Diseñar propuestas de mejora para las rutinas y puestos de trabajo actuales en la Zona de Picking, que garanticen buenas condiciones ergonómicas durante el proceso de alistamiento de unidades sueltas.

A partir del análisis de las condiciones ergonómicas y la identificación de riesgos se determinaron las siguientes propuestas para la mejora de la ergonomía de los puestos de trabajo en la Zona de Picking en el CEDI de Comercial Nutresa ubicado en la ciudad de Bogotá.

⁴ Los análisis individuales por el método OCRA se encuentran en los anexos 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21

Ítem	Origen de la propuesta	Propuesta	Imagen	Descripción
1	Análisis de la actividad e identificación y análisis de riesgos (OCRA)	Sistema de Picking - Pick to Light.		<p>Consiste en implementar dispositivos que estarán situados en los racks. Esta funciona igualmente con la FR, donde en primer lugar deben leer el código de barras de la etiqueta del contenedor para que se active el dispositivo ubicado en el rack que dirige a el colaborador mediante señales ópticas hacia la ubicación donde debe realizar el alistamiento del producto y en la pantalla le indica la cantidad que debe tomar. Después de la extracción, el colaborador debe confirmar la tarea pulsando un botón y el indicador se apaga.</p> <p>Las principales ventajas de este sistema es que logra simplificar el proceso, acorta tiempos de trabajo, elimina errores, agiliza el flujo del proceso y productos y disminuye la repetitividad de movimiento. Además de esto, es importante mencionar que este sistema mantiene el control de inventario actualizado en tiempo real y se puede conectar con cualquier sistema informático de gestión que esté usando la empresa, en este caso SAP.</p>
2	Análisis de la actividad e identificación y análisis de riesgos (OCRA)	Uso de ganchos para identificar el contenedor que se está alistando.		<p>Esta propuesta es una práctica que ya emplean algunos alistadores de la Zona de Picking, sin embargo, es importante extenderla a todos los colaboradores pues esto evita el daño de información importante de los pedidos (para identificar el contenedor que están alistando cambian la etiqueta de lugar) y disminuye los movimientos realizados. Los ganchos son utilizados para que los colaboradores identifiquen fácilmente el contenedor el cual están alistando pues al ser un proceso en línea en ocasiones los contenedores se desplazan del lugar inicial donde empezaron a ser alistados</p>
3	Identificación y análisis de riesgos (RULA)	Estibador Ajustable		<p>Consiste en implementar en las estaciones de trabajo que cuentan con estibas se implemente un elevador de estibas con el fin de que cuando el producto de estas vaya disminuyendo siempre se garantice el trabajo en el plano hombros-trocantérica y así poder evitar posturas inadecuadas e incomodidades en la espalda baja. Este debe contar con un sistema de ajuste para una sola persona.</p>

4	Identificación y análisis de riesgos (RULA)	Altura banda transportadora		<p>Se identificó que los colaboradores pasan un gran porcentaje del tiempo organizando los productos en los contenedores y al realizar la evaluación mediante el método RULA de esta actividad se encontró que cuenta con un nivel del riesgo alto, requiriendo un rediseño del puesto de trabajo. La propuesta planteada para disminuir el nivel de riesgo a el cual se encuentran expuestos es elevar la banda transportadora de 50 cm a una altura de 72,6 cm</p>
5	Condiciones ambientales (iluminación)	Configuración del alumbrado		<p>En la iluminación en la Zona de Picking se identificó variabilidad en las medidas tomadas en los diferentes puntos (ver ilustración 5 – Mapa de Iluminación de la Zona de Picking) además, se identificó que la distancia de las luminarias de la Zona no era uniforme, es decir, unas estaban más cerca que otras. Por lo tanto, se realizaron los cálculos de instalaciones de alumbrado donde se obtuvieron los siguientes resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Altura de las luminarias: 1,16m con respecto al plano de trabajo que es de 1,23m · Numero de luminarias: teniendo en cuenta que la Zona de Picking tiene un largo aproximado de 40m y un ancho de 4m, el resultado obtenido de luminarias necesarias para cumplir con la norma de ICONTEC es de 39 luminarias fluorescentes con 2 bombillos de 2800 lúmenes de potencia, si tiene más potencia es necesario menos luminarias. · Distancia entre luminarias: 1,03m.
6	Otras propuestas.	Ampliar los pasillos de la Zona de Picking de tal manera que permitan el transporte bidireccional:		<p>Los pasillos y corredores libres de obstáculos son importantes para el movimiento suave de materiales y trabajadores disminuyendo el riesgo de accidentes. Los pasillos que son demasiado estrechos o que tienen obstáculos en ellos obstaculizan en gran medida el flujo de trabajo y causan una considerable pérdida de tiempo</p>

7	Otras propuesta.	Proporcionar buenos agarres o buenos puntos de sujeción para todos los paquetes y contenedores.		<p>Se propone implementar en las cajas un punto de agarre con el fin de disminuir las flexiones en el cuerpo, reducir la fuerza muscular necesaria para sostener la carga, lesiones y tensión muscular en las extremidades superiores. Con un buen agarre se reducen las posibilidades de que se caiga la carga y por tanto se evitan daños en los materiales, además permiten una sujeción más rápida y fácil</p>
8	Otras propuesta.	Promoción de una cultura de orden y limpieza		<p>Se recomienda utilizar la estrategia de las 5s de Kaizen el cual promueve la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras. Es decir, se trata de brindar mayor calidad en el trabajo que permita hacer la labor diaria más simple y más satisfactoria (Uribe, C. E. V, 2006). Las 5s son de origen japonés creadas por Maasaki Imai y significan lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SEIRI: Organizar/Clasificar - SEITON: Orden - SEISO: Limpieza. - SEIKETSU: Estandarización/Salud - SHITSUKE: Disciplina/Autodisciplina <p>Este sistema permite simplificar el trabajo diario, dinamizar el entorno de trabajo de manera que sea más agradable y organizado, su sencillez permite la participación de todo el personal de trabajo, reduce movimientos innecesarios, entre otros.</p>

4.4. Objetivo específico 4: Evaluar el impacto de las propuestas planteadas a través de la comparación de simulaciones de la situación actual y la propuesta.

Para la evaluación de las propuestas planteadas se realizó la simulación de la situación actual. Para esto se contó con la ayuda del diseñador Daniel Francisco Hoyos miembro del centro de estudios de ergonomía de la Pontificia Universidad Javeriana, quien había realizado el modelado en 3D de la Zona de Picking del año 2014.

Debido a que Comercial Nutresa ha realizado diferentes cambios en estos 4 años se realizaron los ajustes correspondientes para reflejar el modelado actual de la Zona de Picking (ver **anexo 22, 23, 24 y 25**). Estos cambios fueron realizados por los autores del proyecto. La simulación se realizó en el programa 3DS MAX, que es un software de modelado, animación y renderización en 3D. A partir de esto, se procedió a realizar los cambios propuestos para la Zona de Picking de Comercial Nutresa (ver **anexo 26, 27, 28 y 29**), para luego volver a emplear las herramientas de evaluación de riesgo ergonómico y determinar si estos disminuyeron.

Los cambios simulados y evaluados en 3DMAX fueron:

- Organizar productos en la banda transportadora.
- Tomar productos de las estibas.
- No leer la RF.

A partir de las posiciones simuladas se calculó nuevamente el nivel de riesgo por el método RULA (ver **anexo 30**) y OCRA ⁵ (ver **anexo 31**).

A continuación se presentan los resultados obtenidos por estos dos métodos (ver tabla 13 y 14).

Tabla 13. Resultados nivel de riesgo método RULA.

Resultado Método RULA				
Actividad.	Grupo de estudio	Puntaje	Nivel	Actuación
Tomar productos de las estibas (puesto de trabajo 1)	Grupo A	2	1	Riesgo aceptable
	Grupo B	3	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es convenientes profundizar en el estudio.
Organizar productos	Grupo A	3	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es convenientes profundizar en el estudio.
	Grupo B	3	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es convenientes profundizar en el estudio.
No leer la RF	Grupo A	3	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es convenientes profundizar en el estudio.
	Grupo B	3	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es convenientes profundizar en el estudio.

Fuente: Autores.

Tabla 14. Resultados nivel de riesgo método OCRA.

Resultados Método OCRA	
Nivel de riesgo	Inaceptable Medio
Acción recomendada	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Índice OCRA equivalente	4.6 - 9

Fuente: Autores.

⁵ Se realizó solamente una evaluación de OCRA dado a que en esta se incluyen todos los movimientos del proceso.

A partir de los análisis obtenidos se identificó que el nivel de riesgo por el método RULA en los dos puestos de trabajo (1 y 2) disminuyó con los cambios sugeridos, pues las posiciones adoptadas tuvieron un cambio significativo. Por otro lado, en el método OCRA se evidenció la disminución de la frecuencia de movimientos, pero sigue con un nivel inaceptable medio con la misma acción recomendada que en la situación actual.

Igualmente, se realizó el análisis de costos de las propuestas planeadas y el *payback* de cada una de estas. Debido a que no se tiene un cálculo exacto de la disminución de movimientos y tiempo de exposición en cada una de estas propuestas, para esto se empleó el formato creado por *ergonmics plus* donde permite calcular el retorno de la inversión teniendo en cuenta el resultado general a el cual se quiere llegar ej. Eliminar las posturas. A continuación se presentan los cálculos respectivos.

- *Uso de ganchos para identificar el contenedor que se está alistando.*

El costo de una caja de 24 unidades es de \$13.000 COP aproximadamente, teniendo en cuenta que hay 14 puestos de trabajo las 10 unidades restantes se pueden guardar como repuesto en caso de daños o pérdidas.

Tabla 15. Costos de ganchos.

Producto	Precio	Cantidad	Total
Caja 24 unidades - Sujeta documentos	\$13.000	1	\$13.000

Fuente: Autores.

Tabla 16. *Payback period* uso de ganchos.

	Uso de ganchos	
Total first-year cost of control:	\$	105.660
Annually recurring costs:	\$	-
Estimated annual benefits:	\$	63.336
Estimated payback period:		1,67
Estimated net benefits after 1 year:	\$	(42.324)
Estimated net benefits after 3 years:	\$	84.347
Estimated net benefits after 5 years:	\$	211.019

- *Estibador ajustable.*

El costo del estibador de la ilustración 8 es de aproximadamente \$4.000 USD incluyendo el envío lo que es equivalente a \$11'505.800 COP, al ser 3 puestos de trabajo con estibas es necesaria una inversión total de \$34'517.400 COP. Es una inversión importante sin embargo hay que tener en cuenta la disminución de los niveles de riesgos ergonómicos y los aportes que esta herramienta de trabajo puede traer a otras actividades del centro de distribución.

Tabla 17. Costo estibador ajustable.

Producto	Precio	Cantidad	Total
Estibador Ajustable	\$ 11.505.800	3	\$34.517.400

Fuente: Autores.

Tabla 18. Payback period estibador ajustable.

	Estibador ajustable	
Total first-year cost of control:	\$	11.798.460
Annually recurring costs:	\$	-
Estimated annual benefits:	\$	748.338
Estimated payback period:		15,77
Estimated net benefits after 1 year:	\$	(11.050.122)
Estimated net benefits after 3 years:	\$	(9.553.447)
Estimated net benefits after 5 years:	\$	(8.056.772)

- *Configuración de alumbrado.*

Se cotizó el costo de los tubos fluorescentes y el costo de las lámparas en una de las tiendas más importantes de Colombia y se determinó que la inversión necesaria para realizar el ajuste en la iluminación es de \$1'800.000 COP. Adicional a esto es importante tener en cuenta el costo de los electricistas que se encargarían de realizar la instalación del alumbrado, al investigar se identificó que el promedio el salario de los electricistas en Colombia es de \$1'500.000 COP sin embargo este puede variar dependiendo de la complejidad del trabajo. Con base a lo anterior para realizar el ajuste es necesario una inversión total aproximada de \$4'887.600 COP.

Tabla 19. Costos configuración de alumbrado.

Producto	Precio	Cantidad	Total
Tubos Fluorescentes - 36W	\$ 4.200	78	\$327.600
Lámpara fluorescente electrónica	\$ 40.000	39	\$ 1.560.000
Electricista	\$ 1.500.000	2	\$ 3.000.000
		Total	\$4.887.600

Fuente: Autores.

Tabla 20. Payback configuración de alumbrado.

	Configuración de alumbrado	
Total first-year cost of control:	\$	4.887.600
Annually recurring costs:	\$	-
Estimated annual benefits:	\$	748.338
Estimated payback period:		6,53
Estimated net benefits after 1 year:	\$	(4.139.262)
Estimated net benefits after 3 years:	\$	(2.642.587)
Estimated net benefits after 5 years:	\$	(1.145.912)

- *Ampliar la Zona de Picking.*

Para realizar este proyecto es necesario un equipo de trabajo especializado en infraestructuras para mover los estantes. Por lo tanto, el costo es equivalente a la mano de obra necesaria para realizar la modificación que corresponde a un líder del proyecto donde en Colombia su salario promedio mensual es de \$2'500.000 COP y

el equipo de trabajo de aproximadamente 10 personas cada uno cobrando un salario mensual de \$1'000.000 COP. Considerando lo anterior es necesaria un inversión aproximada de \$12'500.000 COP.

Tabla 21. Costos ampliar la Zona de Picking.

Mano de obra	Precio	Cantidad	Total
Líder de Proyecto	\$2.500.000	1	\$2.500.000
Operarios	\$ 1.000.000	10	\$ 10.000.000
		Total	\$12.500.000

Fuente: Autores.

Tabla 22. Payback period ampliar los pasillos de la zona de picking.

	Option 1	Ampliar los pasillos
Total first-year cost of control:	\$	105.660
Annually recurring costs:	\$	-
Estimated annual benefits:	\$	63.336
Estimated payback period:	1,67	
Estimated net benefits after 1 year:	\$	(42.324)
Estimated net benefits after 3 years:	\$	84.347
Estimated net benefits after 5 years:	\$	211.019

- *Proporcionar agarres o buenos puntos de sujeción para todos los paquetes y contenedores.*

Se realizó la cotización de la caja con la modificación sugerida con la empresa Cartones de Bogotá, y es necesaria una inversión aproximada de \$1.470 COP + IVA por caja. Dado que en promedio por cada turno se alistan 1.200 contenedores es necesario una inversión de \$1.770.000 COP por turno.

Tabla 23. Costos de cajas con agarre.

Producto	Precio	Cantidad	Total
Caja con agarre	\$1.480	108000	\$159.840.000

Fuente: Autores

Tabla 24. Payback period cajas con agarres.

		Agarres para caja
Total first-year cost of control:	\$	159.840.000
Annually recurring costs:	\$	-
Estimated annual benefits:	\$	748.338
Estimated payback period:	213,59	
Estimated net benefits after 1 year:	\$	(159.091.662)
Estimated net benefits after 3 years:	\$	(157.594.987)
Estimated net benefits after 5 years:	\$	(156.098.312)

A lo largo del proyecto se presentaron las siguientes restricciones:

- *Variabilidad de la demanda*: a lo largo del año se presenta variabilidad en la demanda de los productos debido a las diferentes temporadas tales como: amor y amistad, navidad, Halloween, etc. Por lo tanto, puede que las propuestas planteadas no se ajusten a los picos que se presentan durante el transcurso del año.
- *Proyecto OASIS*: es un proyecto que está desarrollando actualmente Comercial Nutresa, donde se definirán los tipos de productos que van en cada puesto de trabajo y su distribución. El diseño de propuestas de mejoras estará sujeto a este.
- *Disponibilidad de la empresa*: para el levantamiento de la información la empresa presentó diferentes situaciones en las cuales no nos permitió realizar ninguna actividad, ni levantamiento de información. Esto es debido a sobre carga de trabajo, cierre de mes, inventario o emergencias que debían atender.

El cumplimiento de estas restricciones se presenta en el diseño de las propuestas de mejora de las condiciones ergonómicas, donde se tuvo en cuenta en primer lugar las modificaciones realizadas mediante el proyecto OASIS y en segundo lugar las diferentes temporadas o épocas del año.

Cumplimiento del estándar:

Para el desarrollo de ese proyecto se tuvo en cuenta la normativa técnica sobre trabajos repetitivos y de manipulación manual de cargas. Ahora bien, el cumplimiento de estas se hace evidente en la metodología y etapas del diseño.

- *UNE-EN 1005-5:2007 seguridad de las máquinas*. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: evaluación de riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia: debe considerarse factores de riesgo que incluyen frecuencia de las acciones, fuerza, las posturas, la duración, la carencia de recuperación y otros factores adicionales.
- *Norma ISO 11228-Ergonomics- Manual handling*: establece recomendaciones ergonómicas tareas de manipulación manual de cargas: levantamiento y transporte, empuje y tracción y manipulación de pequeñas cargas a frecuencias elevadas.

5. Conclusiones y recomendaciones.

- A Través de visitadas al CEDI y con guía de los colaboradores se logró realizar una descripción detallada del proceso de alistamiento de unidades sueltas, identificando las personas y recursos necesarios para que las actividades de este puedan ser desarrolladas de la mejor manera. Adicionalmente, el proceso pudo ser documentado realizando el cursograma analítico y el diagrama de flujo.
- Se identificó un esfuerzo importante de carga mental por parte de los colaboradores, gracias al análisis de las variables de carga mental en el software Actogram Kronos 2. Allí se evidencia que los elementos cognitivos de memoria a corto plazo y percepción visual son los que mayor demanda requieren. Con este análisis se ratificaron las conclusiones realizadas por Segura, Tatiana en el 2014 que realizó un análisis de la ergonomía cognitiva desde el error humano y el nivel de servicio en todo el CEDI y los resultados de la Zona de Picking coinciden con los realizados con Actogram.
- A diferencia de como se pensaba y se observó inicialmente los colaboradores no pasan la mayor parte de su tiempo realizando desplazamientos. Con la ayuda del software Actogram Kronos se identificó que en las ventanas de tiempo donde los colaboradores fueron grabados, estos pasan el 68,8% del tiempo en estado estático.
- Se determinó que la manera en que se realiza el Slotting de productos en la Zona de Picking está bien diseñada pues tiene en cuenta parámetros de rotación y peso de los productos. Esto se logró confirmar con el análisis de las variables de Peso y Altura, donde la mayor parte de tiempo los colaboradores realizan manipulación de cargas de objetos con peso no mayor a 2kg y trabajan a la altura del plano medio del cuerpo.
- El proceso de alistamiento de pedidos de unidades sueltas genera incomodidad principalmente en los pies, la espalda baja y el cuello, como resultado de la duración y frecuencia de las posturas a los que los colaboradores están expuestos debido a la naturaleza de sus actividades. De ahí se destaca la importancia de implementar sistemas o herramientas que faciliten la ejecución de las tareas al estar acorde con las buenas condiciones ergonómicas y al flujo del proceso.

- Con respecto al análisis realizado de condiciones ambientales, se determinó que para los niveles de exposición al ruido recomendados por diferentes criterios Comercial Nutresa en la Zona de Picking cumple con las recomendaciones. Sin embargo, para el nivel de luxes recomendado de acuerdo con el tipo de actividad y expuesto en la norma ICONTEC GT-08 las recomendaciones no se llegan a cumplir. Por lo tanto, se realizó una propuesta de iluminación realizando cálculos de instalaciones eléctricas con el fin de que se llegue a cumplir el estándar de ICONTEC.
- Se utilizó la herramienta RULA con el fin de identificar el riesgo de las posturas que más adoptan los colaboradores en la Zona de Picking. En el análisis se identificó que 3 de 4 posturas analizadas representan un riesgo significativo para los colaboradores estas son: Cuando toman productos en la parte de arriba de los racks, cuando realizan posturas para tomar productos que están en la parte de debajo de los racks o cuando los productos están sobre estibas y cuando los colaboradores están organizando los productos en los contenedores. Para la primera postura no se realizaron recomendaciones o propuestas pues en el análisis realizado con Actogram se determinó que los colaboradores no pasan un tiempo significativos en dicha postura, a diferencia de las otras dos donde sí se realizaron propuestas.
- El nivel de riesgo obtenido en OCRA para todos los casos fue un riesgo inaceptablemente alto de acuerdo con la escala de la metodología, esto se da principalmente por la repetitividad de la actividad. Se realizaron propuestas de tal manera que se reduzca la frecuencia de movimientos y se disminuya el tiempo de ciclo.
- Gracias al empleo de las diferentes herramientas y métodos a lo largo del proyecto se logró diseñar propuestas de mejora para los puestos de trabajo en la Zona de Picking del CEDI de Comercial Nutresa en la ciudad de Bogotá, de tal manera que se garanticen buenas condiciones de trabajo y vayan en línea con las necesidades de la compañía.
- Los hallazgos del proyecto demuestran la importancia de tener un entorno de trabajo adecuado, basado en lineamientos ergonómicos que propendan por el bienestar general de las personas.
- La implementación de las propuestas podría generar beneficios económicos para la empresa, sin embargo, es necesario considerar otros beneficios intangibles, como lo son la reducción de riesgos laborales y un mayor grado de sentido de pertenencia de los trabajadores hacia la compañía, como consecuencia del interés mostrado por brindar un ambiente adecuado para la ejecución de las tareas.
- Se recomienda aplicar el mismo estudio en los Centros de Distribución local o Distritos a nivel nacional, con el fin de establecer y aplicar mecanismos que beneficien la salud de los colaboradores y el desempeño de los procesos en los que se realice.
- Realizar periódicamente valoraciones médicas a los equipos de trabajo, con el fin de mantener un seguimiento de la salud de los colaboradores e ir dando recomendaciones personalizadas a los mismos.
- A partir de los cambios sugeridos, el nivel de riesgo por el método RULA y OCRA disminuyó en promedio un nivel, igualmente se mantiene la recomendación de valoraciones médicas periódicamente.

6. Glosario

Cross docking: sistema de distribución donde las unidades logísticas son recibidas en una plataforma de alistamiento y no son almacenadas si no preparadas para ser enviadas de la manera más inmediata. “Cross docking” (2016).

Distritos: centros de distribución complementarios al CEDI, que soportan la operación de Comercial Nutresa en diferentes regiones, sin embargo, estos procesan menor cantidad de pedidos y referencias de productos.

Ergonomía: conjunto de disciplinas que estudia la organización del trabajo para la adecuación de los productos, sistemas y entornos a las necesidades, limitaciones y características de los usuarios para su seguridad y bienestar. Picking: (Álvaro, T. R. 2012).

Layout: es un término de la lengua inglesa que no forma parte del diccionario de la Real Academia Española (RAE). El concepto puede traducirse como “disposición” o “plan” y tiene un uso extendido en el ámbito de la tecnología. La noción de layout suele utilizarse para nombrar al esquema de distribución de los elementos dentro un diseño. Porto & Gardei (2011).

Pick to Light: sistema de picking que permiten al operario conocer de forma rápida e intuitiva la ubicación y la cantidad exacta de la operación a llevar a cabo (pick/put) a través de LED luminosos y displays, mostrando la cantidad demandada y forzando la confirmación de cada recogida o pick del artículo. (ULMA Handling System, 2018)

Picking: conjunto de actividades destinadas a la recogida y almacenamiento de mercancía solicitada por los clientes, nueva colocación del almacén tras la retirada, y actualización del control de la mercancía tras el proceso. Picking: (Álvaro, T. R. 2012).

Slotting: es la forma, metodología o criterio de cómo se ubica estratégicamente los productos en el almacén. Es decir, es una herramienta que se encarga de acomodar la mercancía considerando las características de cada producto y las necesidades del negocio.

Splits: estaciones o puestos de trabajo.

Referencias

- Asensio-Cuesta, S., Ceca, M. J. B., & Más, J. A. D. (2012). *Evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. Editorial Paraninfo.
- Cadena, J & Díaz, C. (2013). *Decisiones fundamentales para estudiar el proceso de alistamiento de pedidos: Revisión de literatura*. Colombia. pp 2.
- Calzavara, M., Glock, C. H., Grosse, E. H., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2016). *Models for an ergonomic evaluation of order picking from different rack layouts*. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1715-1720.
- Carantón, A. (2017). *Visita industrial Centro de almacenamiento CEDI de la ciudad de Bogotá*. Colombia.
- Cross docking: “Cross docking” (2016). En: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/log%C3%ADstica/cross-docking/> Consultado: 8 de octubre de 2017.
- David, G. C. (2005). *Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders*. *Occupational medicine*, 55(3), 190-199.
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European journal of operational research*, 182(2), 481-501.
- DÍAZ BOHÓRQUEZ, C. E., & CADENA HERNÁNDEZ, J. A. (2013). *Decisiones fundamentales para estudiar el proceso de alistamiento de pedidos: Revisión de literatura*. *Gerencia Tecnológica Informatica*, 12(34).
- Diego-Mas, Jose Antonio. *Evaluación postural mediante el método RULA*. *Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia*, 2015. [consulta 05-06-2018] . Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Ergonomía: “Ergonomía” (s.f.). En: Significados.com. Disponible en: <https://www.significados.com/ergonomia/> Consultado: 8 de octubre de 2017.
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2008). *Iluminación – Protocolo Laboratorio de condiciones de trabajo*.
- García, S. (2016). *Informe integrado 2016*. Colombia. Grupo Nutresa. pp. 10. Disponible en: http://informe2016.gruponutresa.com/pdf/Informe_Integrado_2016.pdf. Consultado: 22 de septiembre del 2017.
- Grosse, E. H., & Glock, C. H. (2015). *The effect of worker learning on manual order picking processes* doi:<http://dx.doi.org.ezproxy.javeriana.edu.co:2048/10.1016/j.ijpe.2014.12.018>

- Grosse, E. H., Glock, C. H., Jaber, M. Y., & Neumann, W. P. (2015). *Incorporating human factors in order picking planning models: framework and research opportunities*. *International Journal of Production Research*, 53(3), 695-717.
- Hendrick, H. W., & Kleiner, B. (Eds.). (2016). *Macroergonomics: theory, methods, and applications*. CRC Press. pp 2.
- International Ergonomics Association. (2010). *Ergonomic Checkpoints*. Prepared by the International Labour Office in collaboration with the International Ergonomics Association
- J. E. (2016). *EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE UN PUESTO DE TRABAJO EN EL SECTOR METALMECÁNICO*. *Revista Ingeniería Industrial*, 15(1), 69-83
- JARVIS, J.M., y MCDOWELL, E.D. (1991). «*Optimal product layout in an order picking warehouse*». *IIE Transactions*, 23 (1), pp. 93-102.
- Koster, R. B. M., Le-Duc, T., & Zaerpour, N. (2012). Determining the number of zones in a pick-and-sort order picking system. *International Journal of Production Research*, 50(3), 757-771. doi:10.1080/00207543.2010.543941
- León González-Ariza, Á., & Ruiz-Bacca, M. Á. (2011). *Modelo de diseño ergonómico para puestos de trabajo en pymes. Caso de estudio en Barranquilla*, Colombia. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 86(4).
- Melacini, M., Perotti, S., & Tumino, A. (2011). *Development of a framework for pick-and-pass order picking system design*
- MIKEL, M. (2007). *Sistemas de almacenamiento y picking*. Díaz De Santos. Segunda edición. Madrid.
- Nogareda, C. (1986). NTP 179: La carga mental del trabajo: definición y evaluación. *Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España*.
- Picking: Álvaro, T. R. (2012). *Preparación de pedidos* (MF1326_1). Málaga, ES: IC Editorial. Retrieved from <http://www.ebrary.com>.
- Rocha, R. (2015). *Kronos. Laboreal*, 11(1), 115-118.
- Rodríguez-Ruiz, Y., & Guevara-Velasco, C. (2011). *Empleo de los métodos ERIN y RULA en la evaluación ergonómica de estaciones de trabajo*. *Ingeniería Industrial*, 32(1).
- Roodbergen, K. J., Sharp, G. P., & Vis, I. A. (2008). Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouses. *IIE Transactions*, 40(11), 1032-1045. doi:10.1080/07408170802167639.
- Shinde, G. V., & Jadhav, V. S. (2012). *Ergonomic analysis of an assembly workstation to identify time consuming and fatigue causing factors using application of motion study*. *Int J Eng Technol*, 4(4), 220-227.
- Stanton, N. A. (2004). *Human factors and ergonomics methods*. In *Handbook of human factors and ergonomics methods* (pp. 27-38). CRC press.
- Uribe, C. E. V. (2006). *Siete retos de la educación colombiana para el período 2006–2019*. *Pedagogía y saberes*, (24), 33-41.
- Venda, V. F., Trybus, R. J., & Venda, N. I. (2000). *Cognitive Ergonomics: Theory, Laws, and Graphic Models*. *International Journal Of Cognitive Ergonomics*, 4(4), 331-349.
- Venkatadri, U., Vardarajan, V., & Das, B. (2014). *Product placement within a fast-picking tunnel of a distribution centre*. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 10p. doi:10.1007/s00170-014-6389-z

Weisner, K., & Deuse, J. (2014). *Assessment methodology to design an ergonomic and sustainable order picking system using motion capturing systems. Procedia CIRP*, 17, 422-427.