

DISEÑO DEL ÁREA DE DESPACHOS DE LA PLANTA DE GEOSISTEMAS

PAVCO 2019

MARÍA EUGENIA ALBA DÍAZ¹

CLAUDIA MARCELA HERRERA VARELA²

INGRID CAROLINA TRUJILLO GUTIÉRREZ³

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIZACIÓN EN ERGONOMÍA
BOGOTÁ D.C.**

2019

¹ Terapeuta Ocupacional. Especialista en Prevención de Riesgos Laborales. Estudiante Especialización en Ergonomía. Universidad el Bosque.

² Fisioterapeuta, Especialista en Gerencia en Salud Ocupacional. Estudiante Especialización en Ergonomía. Universidad el Bosque.

³ Fisioterapeuta, Especialista en Salud Ocupacional y Riesgos Laborales. Estudiante Especialización en Ergonomía. Universidad el Bosque.

DISEÑO DEL ÁREA DE DESPACHOS DE LA PLANTA DE GEOSISTEMAS

PAVCO 2019

AUTOR (es)

MARÍA EUGENIA ALBA DÍAZ

CLAUDIA MARCELA HERRERA VARELA

INGRID CAROLINA TRUJILLO GUTIÉRREZ

Asesora temática

Dra. DIANA CAROLINA GARZÓN LEAL⁴

Asesora metodológica

Dra. CLARA MARGARITA GIRALDO LUNA⁵

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE MEDICINA

ESPECIALIZACIÓN EN ERGONOMÍA

BOGOTÁ D.C.

AÑO 2019

⁴ Fisioterapeuta. Terapeuta Ocupacional. Especialista en Ergonomía, Salud Laboral y Seguridad Industrial. Magister en Prevención de Riesgos Laborales. Candidata a PHD en Ergonomía y Psicología aplicada.

⁵ Bacterióloga. Especialista en Epidemiología. Magister en Salud Pública y Desarrollo Social.

Nota de Aprobación

Director de Investigaciones

Director División de Posgrados

Director de Programa

Jurado

NOTA DE SALVEDAD DE RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, sólo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de todo corazón al Creador por darnos la fuerza para concluir nuestro proyecto en medio de los afanes de cada día y darnos el privilegio de servir a la sociedad por medio de esta cautivadora y maravillosa profesión.

A cada uno de los miembros de nuestras familias que nos acompañaron en este trasegar día a día, y noche tras noche aportándonos fuerza y palabras de aliento cuando no se veían a aun los frutos esperados.

A la academia por darnos la oportunidad de formarnos en medio de brillantes facilitadores y docentes que hicieron de este proyecto un desafío personal y profesional.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por darnos paciencia y sabiduría para continuar en este proceso y así obtener un logro más en nuestras vidas.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todo este año, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres.

A nuestros esposos e hijos por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

GUÍA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	15
1. Marco Teórico	17
<i>1.1. Marco de antecedentes</i>	17
<i>1.2 Marco conceptual</i>	20
1.2.1. Ergonomía	20
1.2.2. Manipulación de Cargas.....	24
1.2.3. Carga Física.....	28
1.2.4. Postura.....	29
1.2.5. Movimientos	30
1.2.6. Fatiga muscular	30
1.2.7. Fuerza.....	31
1.2.8. Vibración.....	31
1.2.9. Ejes y Planos	33
1.2.10. Enfermedades Laborales	38
1.2.11. Métodos de Evaluación ergonómica	43
1.2.12 Almacenamiento	54
1.2.13 Layout:	57
<i>1.3 Marco contextual:</i>	65
<i>1.4 Marco legal</i>	68
1.4.1. Marco Legal de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	68

1.4.2 Normas técnicas colombianas (NTC)	70
1.4.3. Normas técnicas internacionales	71
2. Problema	72
3. Justificación	76
4. Objetivos	81
4.1 <i>Objetivo general</i>	81
4.2 <i>Objetivos específicos</i>	81
5. Aspectos Metodológicos	82
5.1 <i>Tipo de estudio</i>	82
5.2 <i>Población objeto de estudio</i>	82
5.3 <i>Criterios de selección</i>	82
5.4 <i>Variables</i>	83
5.4 <i>Recolección de la información</i>	87
6. Materiales y Métodos	88
6.1 <i>Caracterización de la población</i>	88
6.2 <i>Caracterización del ausentismo</i>	89
6.3 <i>Descripción de las actividades y tareas que se desarrollan en el proceso</i>	90
6.4 <i>Identificación de los peligros biomecánicos</i>	91
6.5. <i>Comparación de resultados de las herramientas</i>	92
6.6. <i>Diseño de Layout</i>	93
7. Aspectos estadísticos y plan de análisis	94
8. Consideraciones éticas	107
9. Resultados	109

9.1 Caracterización de la población objeto de estudio.....	109
9.2. Caracterización del ausentismo de la población objeto de estudio.....	112
9.3. Actividades y tareas que se desarrollan dentro del proceso.	114
9.4 Identificación de los peligros biomecánicos	117
9.5 Comparación de resultados de las herramientas	127
9.6. Diseño de Layout	131
10. Discusión	139
11. Conclusiones	142
12. Recomendaciones	146
12.1 Para la empresa	¡Error! Marcador no definido.
12.2 Para el trabajador	150
12.3 Para la academia	151
13. Referencias.....	152
Anexos	164

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ejes y movimientos.....	34
Figura 2. Eje longitudinal.....	35
Figura 3. Eje transversal.....	35
Figura 4. Eje sagital.....	36
Figura 5. Plano transversal.....	37
Figura 6. Plano sagital.....	37
Figura 7. Plano frontal.....	38
Figura 8. Localización estándar de levantamiento.....	44
Figura 9. Levantamiento de cargas.....	46
Figura 10. División de segmentos corporales según metodología Reba.....	95
Figura 11. Distribución de la población del área de despachos según edad Pavco 2019.....	108
Figura 12. Distribución de la población del área de despachos según el estado civil Pavco 2019.....	109
Figura 13. Distribución del área de despachos según la antigüedad en la empresa. Pavco 2019.....	109
Figura 14. Distribución de incapacidades según el tipo de diagnóstico de incapacidad Pavco 2019.....	110
Figura 15. Distribución de días perdidos por tipo de incapacidad. Pavco 2019.....	111
Figura 16. Mapa Ergonómico planta de Geosistemas.....	114

Figura 17. Resultado numérico aplicación metodología Reba.....	120
Figura 18. Resultado numérico de las variables de la metodología.....	123
Figura 19. Resultados numéricos aplicación metodología JSI.....	124
Figura 20. Propuesta de mejora circuito de desplazamiento del montacargas.....	133
Figura 21. Propuesta de mejora espina de pescado vista superior.....	134
Figura 22. Propuesta de mejora espina de pescado vista frontal.....	135

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Marco Legal de Seguridad y Salud en el trabajo.....	67
Tabla 2. Normas Técnicas Colombianas.....	69
Tabla 3. Normas Técnicas Internacionales.....	70
Tabla 4. Matriz de operacionalización de las variables de la población objeto de estudio.....	82
Tabla 5. Actividad objetivo uno: Caracterización de la población.....	87
Tabla 6. Actividad objetivo dos: Caracterización del ausentismo.....	88
Tabla 7. Actividad objetivo tres: Descripción de las actividades y tareas que se desarrollan en el proceso.....	89
Tabla 8. Actividad objetivo cuatro: Identificación de los peligros biomecánicos.....	90
Tabla 9. Actividad objetivo cinco: Comparación de resultados de las herramientas....	91
Tabla 10. Actividad objetivo seis: Propuestas de medidas de control y mejoras.....	92
Tabla 11. Cruce de resultados grupo A	96
Tabla 12. Cruce de resultados grupo B	96
Tabla 13. Incremento de puntuación del grupo B con calidad de agarre.....	97
Tabla 14. Incremento de puntuación del grupo A por carga o fuerza ejercida.....	97
Tabla 15. Incremento de puntuación de carga o fuerza brusca.....	98
Tabla 16. Puntuación C.....	98
Tabla 17. Incremento de puntuación C por tipo de actividad muscular.....	99

Tabla 18. Intensidad del esfuerzo	101
Tabla 19. Numero de esfuerzos realizados por minutos.....	102
Tabla 20. Postura mano – muñeca.....	102
Tabla 21. Velocidad de trabajo.....	103
Tabla 22. Duración de la tarea.....	103
Tabla 23. Calculo de los factores multiplicadores.....	104
Tabla 24. Interpretación de los resultados de la metodología Reba.....	121
Tabla 25. Cuadro comparativo de los resultados de las herramientas.....	125

Esta investigación tuvo como objetivo diseñar en el área de despachos de la planta de Geosistemas de la empresa PAVCO, una propuesta en la distribución y forma de los racks, que permitirá mejorar el tránsito del montacargas y las actividades de cargue y descargue del producto terminado. Para ello se caracterizó la población trabajadora del área de despachos, se realizó el análisis de ausentismo por sintomatología osteomuscular, el análisis de los resultados de la herramienta de primer nivel aplicada y entregada por la empresa y el análisis de los factores de riesgo biomecánicos (postura, repetitividad y vibración) con la aplicación de dos herramientas de segundo nivel (REBA y JSI). A su vez se hicieron mediciones del área de la planta de geosistemas tanto en las áreas de tejidos como no tejidos para determinar la capacidad de almacenamiento de producto terminado y el espacio funcional del desplazamiento del montacargas. Se realizó un reconocimiento del proceso, se tomaron videos y registros fotográficos, con el fin de conocer de forma detallada la operación en el área y así proponer el nuevo diseño basado en los resultados obtenidos, lo que permitirá la disminución en los movimientos repetitivos en miembros superiores, las posturas forzadas y el tiempo de desplazamiento en el tránsito del montacargas al movilizar el producto terminado. Teniendo en cuenta las características anteriormente descritas se propone el nuevo diseño del área de despachos de la planta de Geosistemas de la empresa PAVCO.

Palabras Claves: ergonomía, herramientas de II nivel, diseño, layout.

This research had as target to design a proposal on the distribution and shape of the racks in the dispatch area of the Pavco's company Geosystems plant. This design will improve the forklift traffic and the loading and unloading of the final product. For this research, we studied the working population in the dispatch area, we performed an absenteeism analysis due to musculoskeletal symptoms, the analysis of the biomechanical risk factors (posture, repetitiveness and vibration) with the application of two second level tools (REBA and JSI), as well as the analysis of the results of the first level tool applied and delivered by the company. Also, we measured the area of the Geosystems Plant, both the knitting and no knitting areas to determine the storage capacity of the final product and the forklift's mobility functional space. Taking into consideration the items described above, we propose a new design for the dispatch area in the Geosystems Plant. We inspected the processes and took videos and pictures in order to know in detail the operation in the area. The new design translates into a decrease of the repetitive movements in upper limbs, forced postures and the also the travel time of the forklift with the final product.

Keywords: ergonomics, second level tools, Design, Layout.

Introducción

El presente documento tiene como finalidad el diseño del área de despachos de la planta de Geosistemas de la empresa Pavco, soportado en el desarrollo de una investigación donde se identifican los factores de riesgo biomecánico presentes en los trabajadores durante la ejecución de las tareas de cargue y cargue de cargas extra dimensionadas.

En el desarrollo de este trabajo se tendrán en cuenta diferentes aspectos biomecánicos relacionados con el cargue y descargue de producto terminado asociado al uso del montacargas y sus implicaciones en salud que podrían presentarse en los trabajadores por la exposición a los factores de riesgos identificados en el reconocimiento del proceso y confirmados mediante la aplicación de herramientas de primer y segundo nivel respectivamente.

En Colombia y en el mundo entero se evidencian el aumento de enfermedades laborales especialmente las relacionadas por desórdenes musculoesqueléticos, siendo generados por entornos con condiciones subestándar, uso y manipulación de herramientas manuales, tecnología obsoleta, prácticas y comportamientos inseguros entre otros, que inciden en la aparición de patologías que alteran la salud y la calidad de vida de los trabajadores.

Esto ha generado la necesidad de diseñar nuevas estrategias, que mejoren los factores de riesgo identificados en la planta de Geosistemas; esta identificación se realizó inicialmente con la caracterización de los trabajadores del área, el análisis de ausentismo, el

conocimiento del proceso, la aplicación de metodologías de II nivel que confirman los factores de riesgo biomecánicos presentes en las actividades de cargue y descargue de cargas extra dimensionadas, por lo anterior se propone el diseño del área basado en principios ergonómicos que serán de gran utilidad para las actividades diarias que realizan los trabajadores.

1. Marco Teórico

1.1. Marco de antecedentes

A través del tiempo una de las características que ha permitido la sobrevivencia del ser humano, es el uso y desarrollo de la fuerza en todas las actividades cotidianas; cualidad física que se ha perfeccionado en el hombre y es más utilizada en algunas actividades laborales que en otras, como por ejemplo en los sectores económicos que requieren acciones de logística o despacho en las empresas. Gracias a la fuerza se tiene la posibilidad de realizar manipulación manual de cargas, condición que ha generado desordenes musculo esqueléticos de gran importancia en trabajadores que se encuentran expuestos a dichas tareas.

En Colombia los principales problemas de salud en el trabajo están relacionados con desórdenes músculos esqueléticos, representados en un 85% de los casos, según Fasecolda. “Aquellos ámbitos laborales que combinan de manera simultánea el esfuerzo físico y mental, como jornadas laborales extenuantes, movimientos repetitivos y posiciones forzadas son los más propensos a contribuir en la aparición de síntomas de fatiga y desórdenes músculo esqueléticos” (1) En Colombia, el dolor lumbar inespecífico (DLI) y la enfermedad discal (ED) se han encontrado entre las 10 primeras causas de diagnóstico de enfermedad laboral reportadas por EPS. En el 2001 el dolor lumbar representa el 12% de los diagnósticos ocupando el segundo lugar, en el 2003 el 22% y en el 2004 el 15%. La hernia de disco ocupó el quinto lugar en el 2002 con el 3%, subiendo al tercer puesto con el

9% en el 2004. **(2)** Según la OIT cada año se reportan 160 millones de casos nuevos de enfermedades laborales no mortales, que causan enormes costos para los trabajadores y sus familias, así como para el desarrollo económico y social de los países, esta organización estima que los accidentes y las enfermedades laborales originan la pérdida del 4% del producto interno bruto (PIB), es decir, cerca de 2.8 billones de dólares en costos directos e indirectos. **(3)**

En 2007 el Ministerio de la Protección Social de Colombia publicó la encuesta nacional de condiciones de salud y trabajo en el Sistema General de Riesgos Profesionales, en el que los factores de riesgo registrados con mayor frecuencia (más del 50%) estaban relacionados con las condiciones ergonómicas, movimientos repetidos de manos o brazos, posturas prolongadas e incómodas que podían producir cansancio o dolor. Según la percepción de los entrevistados, los agentes con mayor prevalencia de exposición durante más de la mitad o toda la jornada laboral, son los relacionados con las condiciones no ergonómicas del puesto de trabajo: movimientos repetidos de las manos y los brazos (51%), mantenimiento de la misma postura (43%) y posiciones que producen cansancio o dolor (24%). Este informe encontró que los desórdenes musculo esqueléticos se encuentran en una proporción 3 a 4 veces más alta que la población general en algunos sectores de la economía, como el de los trabajadores de la salud, la minería, la agricultura y las manufacturas entre otros, con una frecuencia importante en aquellos casos en los cuales hay utilización intensiva de las manos como en los trabajadores de oficina, de aseo y actividades de limpieza y el empaquetado. **(4)** En los 27 estados miembros de la Unión Europea, los desórdenes musculo esqueléticos son los trastornos de salud relacionados con el trabajo más común,

representando el 59% de todas las enfermedades profesionales reconocidas, según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo 2010. La Organización Mundial de la Salud señaló que en 2009 más de 10% de todos los años perdidos por discapacidad correspondían a casos de desórdenes musculo esqueléticos. **(5)**

Para el 2013 dato de la segunda Encuesta Nacional de Condiciones de Salud y Trabajo muestran al riesgo biomecánico entre las siete primeras causas de riesgo laboral en las empresas, así mismo las lesiones musculo esqueléticas representan un 90% de las enfermedades laborales. **(4)** Varios estudios afirman que cerca del 20% de todas las lesiones producidas en los puestos de trabajo son lesiones de espalda, y que cerca del 30% son debidas a sobreesfuerzos. Estos datos proporcionan una idea de la importancia de una correcta evaluación de las tareas que implican levantamiento de carga y del adecuado acondicionamiento de los puestos implicados. Identificar levantamientos peligrosos. **(6)**

De acuerdo a lo anteriormente descrito, se considera pertinente, la aplicación de una herramienta de II nivel para corroborar los factores de riesgo identificados en la herramienta de I nivel, con el fin de validar el riesgo atribuible en la población expuesta y proponer medidas de control y mejora en el área evaluada.

1.2 Marco conceptual

Para el desarrollo de la presente investigación es de vital importancia el conocimiento de la terminología utilizada y su relación con el desarrollo de la misma; se comenzará por definir ergonomía, teniendo en cuenta que es una de las bases de la investigación.

1.2.1. Ergonomía

Ergonomía viene del griego Ergo = trabajo, Nomos = regla, la cual crea una nueva filosofía científica de adaptación del trabajo al hombre, ya que se enfoca en entender el espacio físico de trabajo, los distintos ambientes laborales, las posturas al desarrollar una actividad, la carga mental, entre otros factores los cuales afectan el desempeño, la salud y el equilibrio psicológico del trabajador, en pocas palabras se enfoca en el confort del individuo en su trabajo. Existen muchas definiciones de ergonomía, pero la más completa, según la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés), es la siguiente:

“La ergonomía es la disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con el fin de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema”. (7)

a. Sistema Ergonómico:

El sistema ergonómico (SE) está compuesto por tres elementos:

- Ser humano
- Objeto/Máquina
- Espacio físico

Estos elementos se relacionan entre sí o entre sus partes para cumplir con un propósito (puede ser una actividad o el desarrollo de un trabajo). Ahora bien, si se habla de los elementos se hace referencia al sistema; pero si se habla de las partes o componentes de los elementos se refiere a subsistemas. De acuerdo con la dinámica del sistema ergonómico, se definen los siguientes términos.

- Trabajo: secuencia en tiempo dentro de un espacio que determina la cantidad de tareas desarrolladas por un individuo o un conjunto en un sistema de trabajo. **(8)**

- Trabajo sistemático o sistema de trabajo: comprende a un individuo o a un conjunto en el desarrollo de una actividad específica sobre unas condiciones preestablecidas dentro de una línea de producción. **(8)**

• **Interfaz:** es el campo donde se establece la relación directa entre los elementos del sistema ergonómico o de sus subsistemas, una vez estos se ponen en actividad. **(9)** La interfaz agrupa el conjunto de interacciones entre:

Ser humano 0 “Objeto/Máquina

Ser humano < > Objeto/Máquina

Espacio físico< >Espacio físico

• **Interacción:** La interacción describe una acción y/o conducta específica que se da entre dos de los elementos de un sistema/subsistema y se produce únicamente dentro de la interfaz. Esta acción específica siempre tendrá dos posibles sentidos de causa-efecto o acción-reacción. **(9)**

Teniendo en cuenta que la ergonomía trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, encontramos diferentes tipos de ergonomía que definen los factores que intervienen en dicha interacción conocidos como tipos de ergonomía:

b. Tipos de Ergonomía

• **Ergonomía Cognitiva:** Se encarga de los procesos mentales, tales como la percepción, la memoria, el razonamiento y la respuesta motriz, que afectan las interacciones entre los seres humanos y otros elementos del sistema, y centra su preocupación en la comprensión de los procesos desplegados en situaciones de trabajo con fuertes exigencias mentales.

- **Ergonomía Física:** Se ocupa de los factores fisiológicos, biomecánicos y antropométricos involucrados en las situaciones de trabajo con un fuerte componente físico.

- **Ergonomía Organizacional:** Se concentra en la optimización de los sistemas socio técnicos, en los que se incluyen las estructuras organizacionales, políticas y procesos en lo que se refiere a la capitalización de los conocimientos y la experiencia de la organización.

(10)

Para el abordaje del presente proyecto la ergonomía foco de estudio será la ergonomía física, la cual comprende los siguientes aspectos: La anatomía que se ocupa del estudio de la estructura descriptiva y topográfica de los órganos y aparatos: esqueleto, articulaciones, músculos, vasos y nervios; permite comprender el cuerpo humano en sus partes y como un todo, dado que ningún órgano se halla aislado física ni funcionalmente. **(11)**

La Biomecánica, que investiga el sistema osteoarticular y muscular como estructuras mecánicas sometidas a movimientos y fuerzas, y cuyo objetivo principal es el estudio del cuerpo con la finalidad de obtener un rendimiento máximo, resolver algún tipo de discapacidad o diseñar tareas y actividades para que la mayoría de las personas puedan realizarlas sin riesgo.

c. Tipos de Biomecánica:

- **Biomecánica Estática:** La estática se encarga del estudio de la acción de las fuerzas sobre los cuerpos en reposo o en equilibrio, es decir, en un estado en el que las posiciones relativas de los subsistemas no varían con el tiempo; en otras palabras, es el estudio de las fuerzas que determinan que los cuerpos se mantengan en equilibrio. Con base en lo anterior puede establecerse que la biomecánica estática es el estudio de los cuerpos que permanecen en reposo o equilibrio como resultado de las fuerzas que actúan sobre ellos. **(12)**

- **Biomecánica Dinámica:** La dinámica es la rama de la mecánica que estudia el movimiento de los cuerpos bajo la acción de las fuerzas y describe el movimiento de los cuerpos y su evolución en el tiempo; en otras palabras, es el estudio de las fuerzas que provocan el movimiento. De lo anterior se deduce que la biomecánica dinámica es el estudio de los cuerpos en movimiento. **(12)**

1.2.2. Manipulación de Cargas

La manipulación manual de cargas es cualquier actividad en la que se necesite ejercer el uso de fuerza por parte de una o varias personas, mediante las manos o el cuerpo, con el objeto de elevar, bajar, transportar o agarrar cualquier carga. **(13)** La manipulación manual de cargas incluye la acción sincronizada y biomecánicamente segura de piernas, columna y brazos con la sujeción e la carga de las manos u otras partes del cuerpo, como la espalda o el hombro, e incluso lanzar la carga de una persona a otra. **(14)** De acuerdo con Serrano y

Sobrino, se denomina carga a cualquier objeto animado o inanimado que se caracterice por un peso, una forma, un tamaño y un agarre. Incluye personas, animales y materiales que requieran del esfuerzo humano para moverlos o colocarlos en su posición determinada. **(13)**

En la manipulación el peso de la carga se vuelve parte del peso total de la persona que la mueve. **(14)**

a. Factores de riesgo relacionados con la manipulación manual de cargas

Los factores de riesgo se asocian con la manipulación de la carga, son:

- **Características de la carga:** Es demasiado pesada o grande, es voluminosa o difícil de sujetar, está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse, está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco con torsión-inclinación del mismo, la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

- **Características de la tarea:** Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral o periodo insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación, distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no puede modular.

- **Características individuales:** La falta de aptitud física para realizar la tarea, la inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales, la insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación y la existencia previa de patología dorso lumbar.

- **Características del entorno:** El espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad o el suelo es irregular y puede dar lugar a tropiezos o es resbaladizo para el calzado que lleva el trabajador, la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta, el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes, el suelo o el punto de apoyo es inestable, la temperatura, humedad, circulación del aire son inadecuados, la iluminación es inadecuada y exposición a vibraciones. **(13)**

- **Factores biomecánicos:** relacionados con las demandas externas y se enfocan en predecir respuesta muscular. Según estudios de modelos estáticos se debe estudiar la magnitud y dirección de la fuerza ejercida durante el trabajo, localización de actuación de fuerza externa sobre el cuerpo, postura requerida para realizar el trabajo y dinámica del movimiento. Adicionalmente se debe tener en cuenta el peso de la carga, la localización y la postura en flexión del tronco; estudios dinámicos plantean que se puede evaluar frecuencia, velocidad del levantamiento, asimetría y ángulos de flexión.

• Factores Psicofisiológicos: miden respuestas subjetivas al trabajo, como disconfort o fatiga, evalúan las respuestas de trabajadores a demandas de trabajo distribuidas a lo largo de la jornada. A través de dichas respuestas, se calcula el peso máximo (PM) y la fuerza máxima (FM) que los trabajadores consideran que pueden ejercer en las actividades de levantamiento, empuje o arrastre de cargas. Aunque los desórdenes musculo esqueléticos descritos anteriormente no son causados exclusivamente por el trabajo, impactan de manera significativa la calidad de vida del trabajador y son las patologías más reclamadas como de origen laboral 25 en varios países incluidos Colombia, ocasionando altos Índices de ausentismo laboral, altos costos en atención secundaria y terciaria; por tanto fueron evaluadas, determinando repercusiones en el estado de salud y desempeño laboral de los trabajadores con el fin de obtener beneficios para empleadores y trabajadores, disminuyendo la incidencia y prevalencia, tiempo y recursos para el diagnóstico médico y trabajo terapéutico e incentivando al reintegro laboral temprano, lo cual logra reducir directamente costos por enfermedad laboral al Sistema Riesgos Laborales. (12)

a. Actividades que implican manipulación manual de cargas

- Levantar, Descarga, movilizar una carga en sentido vertical de una altura a otra.
- Transportar, desplazar, moviliza una carga en sentido horizontal.

b. Fases de la manipulación manual de cargas:

Levantar, trasportar y descargar, durante las cuales se establecen límites de peso diferentes para preservar la salud de la columna. Para el levantamiento se estipula un menor peso en la carga debido a mayor requerimiento de fuerza. **(14)**

1.2.3. Carga Física

Se define como "el conjunto de requerimientos físicos a los que está sometido el trabajador durante la jornada laboral; ésta se basa en los tipos de trabajo muscular, que son el estático y el dinámico". **(13)** La carga estática viene determinada por las posturas, mientras que la carga dinámica está determinada por el esfuerzo muscular, los desplazamientos y el manejo de cargas.

a. Esfuerzo muscular estático: se da una contracción muscular es continua, mantenida durante un tiempo, por ejemplo, contracciones isométricas.

b. Esfuerzo muscular dinámico: se produce por una sucesión periódica de contracción y relajación muscular periódica (contracción muscular isotónica). Estas acciones requieren de elementos energéticos y oxígeno para realizarse y producen residuos que se deben evaluar. Determinadas demandas físicas, como andar o correr, obligan a que el músculo se contraiga (acorte) y estire (alargue) rítmicamente. A este tipo de contracción muscular se la denomina isotónica. El trabajo o ejercicio realizado recibe el nombre de dinámico.

Ejemplos: andar: trabajo dinámico para los músculos de las extremidades inferiores;
levantar un peso de una mesa: trabajo dinámico para las extremidades superiores. **(13)**

1.2.4. Postura:

Se define como la relación de las diferentes partes del cuerpo en equilibrio. **(13)** Kendall y Kendall (1985) definen postura como la composición de las posiciones de todas las articulaciones del cuerpo humano en todo momento. Aguado y cols. (2000) definen postura desde un punto de vista mecánico como el posicionamiento del cuerpo, entendido como una estructura multisegmentaria. Andújar y Santonja (1996) definen postura correcta como "toda aquella que no sobrecarga la columna ni a ningún otro elemento del aparato locomotor", y postura viciosa "la que sobrecarga a las estructuras óseas, tendinosas, musculares, vasculares, etc., desgastando el organismo de manera permanente, en uno o varios de sus elementos, afectando sobre todo a la columna vertebral". Aguado (1995) se refiere al término buena postura como "aquella que satisfaga ciertas especificaciones estéticas y mecánicas". **(15)**

a. Postura Prolongada: Cuando se adopta la misma postura por el 75% o más de la jornada laboral (6 horas o más)

b. Postura Mantenido: Cuando se adopta una postura biomecánica mente correcta por 2 o más horas continuas sin posibilidad de cambios. Si la postura es biomecánica mente incorrecta, se considerará mantenido cuando se mantiene por 20 minutos o más.

c. **Postura Forzada:** Cuando se adoptan posturas por fuera de los ángulos de confort.

d. **Posturas Anti gravitacionales:** Posicionamiento del cuerpo o un segmento en contra de la gravedad.

1.2.5. Movimientos:

El movimiento es la esencia del trabajo y se define por el desplazamiento de todo el cuerpo o de uno de sus segmentos en el espacio. **(16)**

Movimiento Repetitivo: está dado por los ciclos de trabajo cortos (ciclo menor a 30 segundos o 1 minuto) o alta concentración de movimientos (> del 50%), que utilizan pocos músculos (Silverstein y col, 1987). **(16)**

1.2.6. Fatiga muscular:

Es la disminución de la capacidad física del individuo después de haber realizado un trabajo durante un tiempo determinado. Es un fenómeno complejo que se caracteriza porque el operario baja el ritmo de actividad, nota cansancio, los movimientos se hacen más torpes e inseguros, se acompaña de malestar e insatisfacción y una bajada del rendimiento tanto en cantidad como en calidad. La fatiga muscular es un proceso fisiológico que afecta al músculo o músculos implicados en el esfuerzo y se recupera con el reposo de los

mismos. Si este reposo no se realiza, o es insuficiente para la recuperación de la fatiga muscular, pueden llegar a desarrollarse trastornos musculoesqueléticos. **(17)**

1.2.7. Fuerza:

Se refiere a la tensión producida en los músculos por el esfuerzo requerido para el desempeño de una tarea. Existe la posibilidad de riesgo derivado de la fuerza cuando se superan las capacidades del individuo, se realiza el esfuerzo en carga estática, se realiza el esfuerzo en forma repetida y los tiempos de descanso son insuficientes. Para localizar los movimientos de los diferentes segmentos corporales, vamos a situar el cuerpo dentro de un sistema de referencia tridimensional, el cual parte del centro de gravedad humano, quinta vértebra lumbar aproximadamente, que es el punto de intersección de las tres dimensiones. **(13)**

1.2.8. Vibración:

Es todo movimiento transmitido al cuerpo humano por estructuras (suelo, empuñaduras, asientos, etc.) sólido capaz de producir un efecto nocivo o cualquier tipo de molestia sobre el trabajador.

a. **Vibración Mano brazo:** vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o Musculares.

b. **Vibración cuerpo entero:** vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.

c. **Valores límites de exposición:**

- **Mano-Brazo**

Valor límite de exposición para 8h 5 m/s^2

Valor de exposición que da lugar a una acción para 8h $2,5 \text{ m/s}^2$

- **Cuerpo Entero**

Valor límite de exposición para 8h

Valor de exposición que da lugar a una acción para 8h

$1,15 \text{ m/s}^2$, $0,5 \text{ m/s}^2$

Este movimiento genera una energía que el cuerpo absorbe. Dependiendo de su intensidad y zona de incidencia, las vibraciones pueden causar lesiones y trastornos. La magnitud de las vibraciones mecánicas analiza el desplazamiento que producen las mismas. Se opta por tener en cuenta la aceleración por ser el parámetro más preciso. Las unidades de medida son metros por segundo (m/s). La frecuencia es el número de veces que el elemento vibra por segundo. Se mide en hercios (Hz). **(18)**

La dirección en que se aplique la energía va a determinar la zona afectada del cuerpo y va a producir distintos efectos en él. Normalmente, en el entorno laboral, existen: Vibraciones mecánicas que afectan a todo el cuerpo, ya que el trabajador se sitúa sobre una superficie vibrante y vibraciones mecánicas que inciden en la mano-brazo: la energía se concentra en la mano y brazo generalmente al manejar una herramienta.

Se clasifican en:

Muy baja frecuencia: < 1 Hz,

Baja frecuencia: entre 1 y 20 Hz,

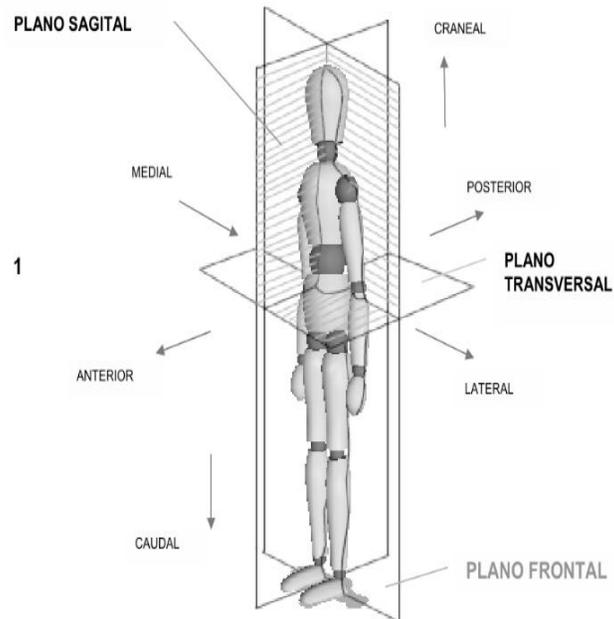
Alta frecuencia: entre 20 y 1.000 Hz. **(18)**

1.2.9. Ejes y Planos

a. Eje:

Es una línea sobre la cual gira la articulación, y plano como la superficie que se halla perpendicular al eje sobre la cual se mueve el segmento. Partimos de la posición anatómica del cuerpo, por definición: en bipedestación, talones juntos, brazos pegados al cuerpo y palmas dirigidas hacia delante (supinación) y la cabeza erguida.

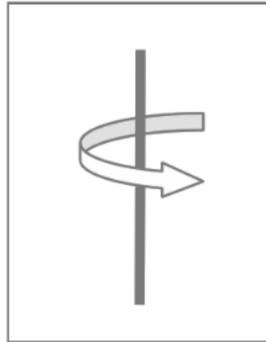
Figura 1. Ejes y movimientos



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>

El Eje longitudinal está situado a lo largo del eje mayor del cuerpo. En posición anatómica coincide con la línea de gravedad del cuerpo, por eso algunos autores lo conocen como eje vertical.

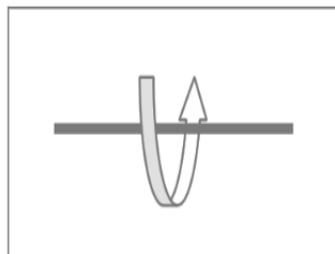
Figura 2. Eje Longitudinal



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>

El Eje transversal va de derecha a izquierda o viceversa, formando ángulo recto con el vertical.

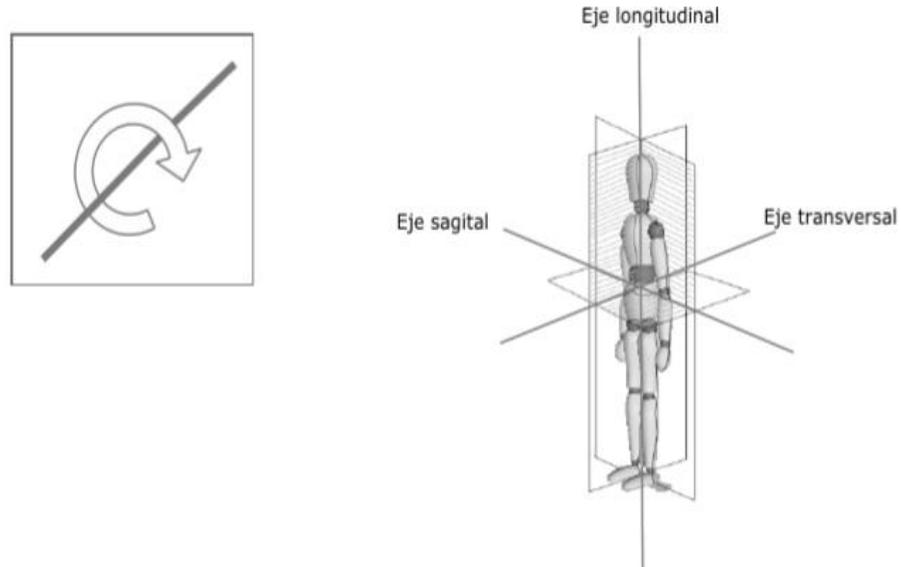
Figura 3. Eje transversal



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

El Eje sagital cruza el cuerpo de delante atrás, por lo que se conoce también como eje anteroposterior.

Figura 4. Eje sagital



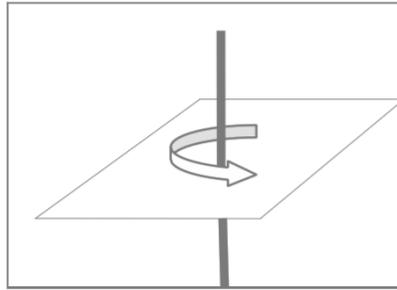
Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

b. Planos de Movimiento:

Todos los movimientos del cuerpo pueden reducirse a tres planos y quedan determinados por las modificaciones de la magnitud de los ángulos articulares.

El Plano transversal corta al cuerpo horizontalmente en dos partes, una superior (o cefálica) y otra inferior (o caudal) sobre el cual se producen los movimientos de rotación que son vistos desde arriba o desde abajo.

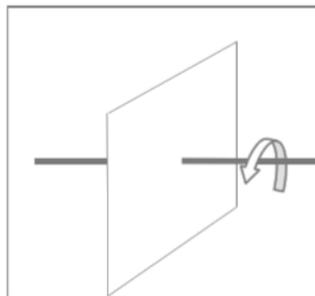
Figura 5. Plano transversal



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>

El Plano sagital es el que divide al cuerpo en dos mitades simétricas una izquierda y otra derecha. Sobre el que se producen los movimientos de flexión y extensión, visibles en la persona de perfil.

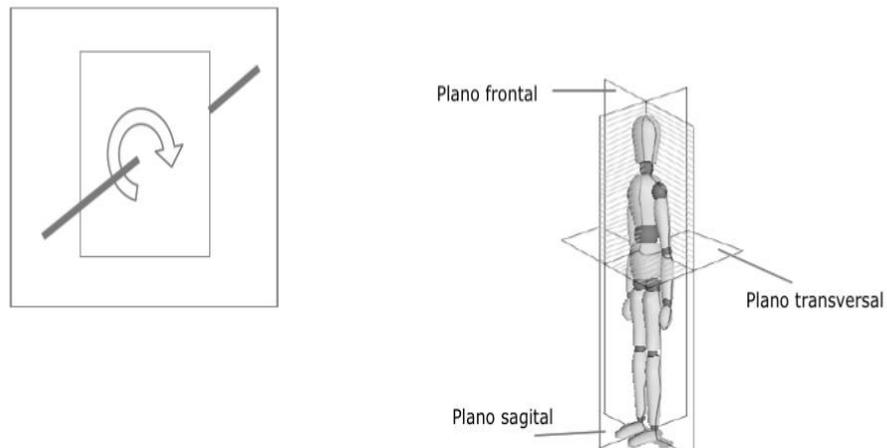
Figura 6. Plano sagital



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>

El Plano frontal divide al cuerpo en dos partes, una posterior y otra anterior, forma con el sagital un ángulo de 90 grados sobre el cual se producen los movimientos de abducción y aducción, visibles en la persona de frente. **(19)**

Figura 7. Plano frontal



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

1.2.10. Enfermedades Laborales

De acuerdo a la Ley 1562 de 2012 se entiende “enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar” **(20)**, que para el caso de este estudio están asociadas a desordenes musculo esqueléticos, según Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia se definen como las lesiones que “comprenden un grupo heterogéneo de diagnósticos que incluyen alteraciones de músculos, tendones, vainas tendinosas, síndromes de atrapamientos nerviosos, alteraciones articulares y neurovasculares”. **(16)**

A continuación, se relacionan algunas de las enfermedades asociadas a desórdenes músculo esquelético:

El síndrome del túnel del carpo (CIE 10 G560): Neuropatía por compresión del nervio mediano en el túnel del carpo, ocasiona sintomatología de dolor, parestesias y entumecimiento en recorrido del nervio mediano. Los factores de riesgo ocupacional que demuestran asociación con su aparición son:

- a. Posturas en flexión y extensión de dedos, mano y muñeca.
- b. Desviación ulnar o radial que implique agarre, pronación y supinación combinada con movimiento repetitivo en ciclos de trabajo.
- c. Fuerza ejercida en trabajo dinámico por manipulación de pesos en extensión y flexión de los dedos y la mano.
- d. Vibración segmentaria derivada del uso de herramientas vibratorias. **(16)**

La enfermedad de Quervain (CIE 10 M654): Teno sinovitis estenosante del primer compartimiento dorsal de la muñeca, comprometiendo los tendones del abductor largo y extensor corto del pulgar. Los factores de riesgo ocupacional que han demostrado estar asociados con su aparición son: a. Postura forzada de muñeca asociada a movimiento de alta repetición. Las ocupaciones con mayor riesgo de padecer dicho desorden son: operarios de conmutador, pianistas, golfistas, digitadores. La prevalencia de la misma se da en industria costurera y ensamble de vehículos. **(16)**

Epicondilitis Medial (CIE 10 M770): Lesión en epicóndilo medial en inserción de tendones de flexores de muñeca y dedos, pronadores de antebrazo. Los factores de riesgo ocupacional que han demostrado estar asociados con la aparición de la epicondilitis son:

- a. Posturas en flexión y extensión de codo.
- b. Posturas en pronación, supinación, extensión y flexión de muñeca combinada con el movimiento repetitivo en ciclos de trabajo.
- c. Fuerza ejercida en trabajo dinámico en extensión y flexión del antebrazo.

Los desórdenes de codo tienen mayor incidencia en aquellas ocupaciones con alta demanda de trabajo en ambientes dinámicos como: mecánicos, carniceros, trabajadores de construcción. Dentro de la etiología de desórdenes musculo esqueléticos de miembro superior tenemos factores asociados a condiciones de trabajo: Posturas, fuerza, movimientos repetitivos; factores organizacionales: jornadas, horarios, pausas, ritmos, cargas y tipos de procesos, características de una actividad y costo cognitivo; factores relacionados con el puesto y sistemas de trabajo: vibración, temperatura. **(16)**

Epicondilitis Lateral (CIE 10 M771): Corresponde a una lesión tendino perióstica de la inserción del tendón común de los músculos extensor radial cortó del carpo (ERCC) y del extensor común de los dedos (ECD). **(16)**

Hombro Doloroso: es un desorden musculo esquelético relacionado con el trabajo, que comprenden un grupo heterogéneo de diagnósticos dentro de los cuales se incluyen:

Tendinitis del manguito rotador. Se incluyen las patologías agudas y crónicas que afectan el tendón en sus cuatro componentes o a cada uno de ellos en forma aislada. Se presentan dos tipos de manifestaciones: a. Agudas: se presentan a cualquier edad, manifestándose con dolor, deterioro funcional ocasional, o ambos; adicionalmente se puede presentar inflamación de tejidos blandos con un mínimo compromiso estructural, e irritación extrema por avulsión completa que genera marcado compromiso estructural. **(16)**

Tendinitis Bicipital. Es un dolor localizado en la parte anterior del hombro, que puede irradiarse a lo largo del tendón bicipital dentro del antebrazo, se asocia frecuentemente con síndrome de pinzamiento o ruptura del manguito rotador. Se sospecha si las pruebas de Yergason y Speed son positivas y el diagnóstico es soportado por sensibilidad sobre el canal bicipital. **(16)**

Bursitis: Dolor asociado con la inflamación de la bursa subacromial, adicionalmente pueden inflamarse las bursas subdeltoidea, subescapular y subcoracoidea. El dolor puede extenderse al tercio superior del brazo debido a la extensión subdeltoidea de la bursa subacromial. Se limita la abducción activa y pasiva. Dentro de los factores de riesgo ocupacional que se asocia sintomatología de hombro doloroso encontramos los ligados a las condiciones de trabajo: fuerza, posturas y movimientos; los organizacionales: jornadas, horarios, pausas, ritmo y carga de trabajo; los relacionados con condiciones ambientales de los puestos de trabajo: temperatura, vibración. Pueden presentarse de manera independiente o de forma combinada, lesionan los tejidos peri articulares de hombro. Por lo general afectan a trabajadores que desempeñan labores en el sector industrial caracterizadas por

manipulación repetitiva de materiales, trabajo manual con herramientas vibrantes, utilizar teclado o conducir por periodos prolongados de tiempo. **(16)**

Dolor lumbar inespecífico (DLI): Incluye alteraciones de músculos, tendones, vainas tendinosas, síndromes de atrapamientos nerviosos, alteraciones articulares y neurovasculares. Se presenta como una sensación de dolor o molestia localizada entre el límite inferior de las costillas y el límite inferior de los glúteos, su intensidad varía en función de las posturas y la actividad física. Suele acompañarse de limitación de movimiento por dolor, y en ocasiones puede asociarse a dolor referido o irradiado. El diagnóstico de lumbalgia inespecífica implica que el dolor no este causado por fracturas, traumatismos, o enfermedades sistémicas como espondilitis, afecciones infecciosas o vasculares, neurológicas, metabólicas, endocrinas o neoplásicas y que no existe compresión radicular demostrada, ni indicación de tratamiento quirúrgico.

Lesiones Discales: pueden asociarse a:

- a. Protrusión discal: el anillo está intacto, pero se encuentra engrosado o abultado.
- b. Extrusión discal: el núcleo pulposo ha penetrado el anillo fibroso y puede alojarse debajo del ligamento longitudinal posterior o romperlo.
- c. Disco secuestrado: el material nuclear ha roto su contención en el anillo, el ligamento y los fragmentos libres entran en contacto con la raíz nerviosa.
- d. La hernia del núcleo pulposo ocurre en un 90% de los casos en los espacios L5-S1 o L4-L5. Se presenta como dolor lumbar agudo o quemante, que puede irradiarse al miembro inferior cuando existe compromiso radicular. El dolor aumenta con la flexión, sedestación o

aumento de la presión abdominal, disminuye con la bipedestación no prolongada y la marcha. **(13)**

1.2.11. Métodos de Evaluación ergonómica

Herramientas de I y II nivel: La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de presencia, en los puestos evaluados, de factores de riesgo para la aparición, en los trabajadores que los ocupan, de problemas de salud de tipo disergonómico. Existen diversos estudios que relacionan estos problemas de salud de origen laboral con la presencia, en un determinado nivel, de dichos factores de riesgo. Es por lo tanto necesario llevar a cabo evaluaciones ergonómicas de los puestos para detectar el nivel de dichos factores de riesgo. Es obligación de las empresas identificar la existencia de peligros derivados de la presencia de elevados riesgos ergonómicos en sus puestos de trabajo.

La evaluación ergonómica de un puesto de trabajo permite medir la existencia de factores de riesgo que pueden provocar trastornos en la salud de los trabajadores que lo ocupan. En general existen dos niveles de análisis: el análisis de las condiciones de trabajo para la identificación de riesgos (Primer nivel), y la evaluación de los riesgos ergonómicos en caso de ser detectados (Segundo nivel).

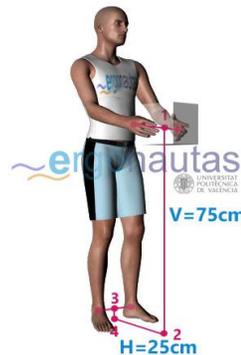
a. Evaluación de Manipulación manual de cargas

Niosh: con esta ecuación es posible evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga. El resultado de la aplicación de la ecuación es el Peso Máximo Recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que se define como el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda. Además, a partir del resultado de la aplicación de la ecuación, se obtiene una valoración de la posibilidad de aparición de trastornos como los citados dadas las condiciones del levantamiento y el peso levantado. Los resultados intermedios obtenidos durante la aplicación de la ecuación sirven de guía para establecer los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento.

Básicamente son tres los criterios empleados para definir los componentes de la ecuación: biomecánico, fisiológico y psicofísico. A partir de los criterios expuestos se establecen los componentes de la ecuación de Niosh. La ecuación parte de definir un levantamiento ideal, que sería aquél realizado desde lo que Niosh define como localización estándar de levantamiento y bajo condiciones óptimas; es decir, en posición sagital (sin giros de torso ni posturas asimétricas), haciendo un levantamiento ocasional, con un buen asimiento de la carga y levantándola menos de 25 cm. La localización estándar de levantamiento (Figura 8) es la posición considerada óptima para llevar a cabo el izado de la carga; se considera que cualquier desviación respecto a esta referencia implica un alejamiento de las condiciones ideales de levantamiento. Esta postura estándar se da cuando

la distancia (proyectada en un plano horizontal) entre el punto agarre y el punto medio entre los tobillos es de 25 centímetros y la vertical desde el punto de agarre hasta el suelo de 75.

Figura 8. Localización estándar de levantamiento



Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

En un levantamiento ideal el peso máximo recomendado es de 23 kg. Este valor, denominado Constante de Carga (LC) se basa en los criterios psicofísico y biomecánico, y es el que podría ser levantado sin problemas en esas condiciones por el 75% de las mujeres y el 90% de los hombres. Es decir, el Peso Límite Recomendado (RWL) para un levantamiento ideal es de 23 kg. Otros estudios consideran que la Constante de Carga puede tomar valores mayores (por ejemplo 25 Kg).

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

Ecuación de Niosh

En la Ecuación de Niosh LC es la constante de carga y el resto de los términos del segundo miembro de la ecuación son factores multiplicadores que toman el valor 1 en el caso de tratarse de un levantamiento en condiciones óptimas, y valores más cercanos a 0 cuanto mayor sea la desviación de las condiciones del levantamiento respecto de las ideales. Así pues, RWL toma el valor de LC (23 kg) en caso de un levantamiento óptimo, y valores menores conforme empeora la forma de llevar a cabo el levantamiento. **(21)**

GINSHT: desarrolla el procedimiento de evaluación del riesgo por levantamiento de carga publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, España) en su guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. Esta guía es un documento cuya finalidad es facilitar el cumplimiento de la legislación vigente sobre prevención de riesgos laborales derivados de la manipulación manual de cargas. El método contempla, además de las disposiciones sobre seguridad y salud relativas a manipulación de cargas españolas (Real Decreto 487/1997-España), las indicaciones que al respecto establecen organismos internacionales como el Comité Europeo de Normalización (Norma CEN - prEN1005 - 2) y la International Estandarización Organization (Norma ISO - ISO/CD 11228). **(22)**

Figura 9. Levantamiento de cargas



Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ginsht/ginsht-ayuda.php>

El objetivo de GINSHT es valorar el grado de exposición del trabajador a dicho riesgo en los casos de levantamiento y transporte de carga, estableciendo si el nivel de riesgo detectado cumple con las disposiciones mínimas de seguridad y salud reconocidas como básicas por la legislación, las entidades citadas anteriormente y por la mayoría de especialistas en la materia. La aplicación del método permite preservar al trabajador de posibles lesiones derivadas del levantamiento, evaluando con especial cuidado los riesgos que afectan más directamente a la espalda, en especial a la zona dorso-lumbar. Los motivos que más comúnmente originan trastornos de salud en los trabajadores al realizar manipulaciones de carga son las condiciones ergonómicas inadecuadas (cargas inestables, sujeción inadecuada, superficies resbaladizas), las características propias del trabajador que la realiza (falta de información sobre las condiciones ideales de levantamiento, atuendo inadecuado) o por el levantamiento de peso excesivo. Todos estos aspectos a valorar quedan recogidos por el método GINSHT, que, a partir de información de fácil

recopilación, proporciona resultados que orientan al evaluador sobre el riesgo asociado a la tarea y la necesidad o no de tomar medidas correctivas para la mejora del puesto. **(22)**

Tablas de *Snook* y Ciriello: En total son 9 tablas (levantamiento para hombres, levantamiento para mujeres, descarga para hombres, descarga para mujeres, arrastre para hombres, arrastre para mujeres, empuje para hombres, empuje para mujeres y transporte para hombres/mujeres) que brindan directrices para la evaluación y el diseño de tareas con manipulación manual de cargas considerando las limitaciones y capacidades de los trabajadores, asimismo contribuyen a la reducción de las lesiones lumbares, pues definen el mayor peso que una persona puede levantar a una frecuencia dada y durante determinado tiempo, sin llegar a estresarse o a cansarse excesivamente. **(23)**

b. Métodos de evaluación de Posturas:

RULA: El método RULA fue desarrollado en 1993 por McAtamney y Corlett, de la Universidad de Nottingham (*Institute for Occupational Ergonomics*), con el objetivo de evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural y que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo. Para la evaluación del riesgo se consideran en el método la postura adoptada, la duración y frecuencia de ésta y las fuerzas ejercidas cuando se mantiene. Para una determinada postura RULA obtendrá una puntuación a partir de la cual se establece un determinado Nivel de Actuación. El Nivel de Actuación indicará si la postura es aceptable o en qué medida son

necesarios cambios o rediseños en el puesto. En definitiva, RULA permite al evaluador detectar posibles problemas ergonómicos derivados de una excesiva carga postural. (24)

REBA: es uno de los métodos observacionales para la evaluación de posturas más extendido en la práctica. De forma general REBA es un método basado en el conocido método RULA, diferenciándose fundamentalmente en la inclusión en la evaluación de las extremidades inferiores (de hecho, REBA es el acrónimo de *Rapid Entire Body Assessment*). El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Para desarrollar el método sus autores, apoyados por un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, valoraron alrededor de 600 posturas de trabajo. Para la definición de los segmentos corporales, se analizaron tareas simples con variaciones en la carga y los movimientos.

Además de la postura en sí misma, se valoran otros aspectos influyentes en la carga física como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador (tanto posturas estáticas como dinámicas). REBA es un método de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculoesquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. (25)

OWAS: permite la valoración de la carga física derivada de las posturas adoptadas durante el trabajo. A diferencia de otros métodos de evaluación postural como Rula o Reba, que valoran posturas individuales, Owas se caracteriza por su capacidad de valorar de forma global todas las posturas adoptadas durante el desempeño de la tarea. Como contrapartida, Owas proporciona valoraciones menos precisas que los anteriores. Es esta capacidad de considerar múltiples posturas a lo largo del tiempo, la que hace que Owas, a pesar de ser un método relativamente antiguo, continúe siendo en la actualidad uno de los más empleados en la evaluación de la carga postural. A lo largo del tiempo un gran número de estudios científicos han avalado los resultados proporcionados por el método en ámbitos laborales tan dispares como la medicina, la industria petrolífera o la agricultura, y los análisis de validación de resultados han demostrado que estos son correctos si se cumplen las condiciones de aplicación. **(26)**

Evaluación postural rápida: Para la evaluación del riesgo asociado a esta carga postural en un determinado puesto se han desarrollado diversos métodos, cada uno con un ámbito de aplicación y aporte de resultados diferente. EPR no es en sí un método que permita conocer los factores de riesgo asociados a la carga postural, si no, más bien, una herramienta que permite realizar una primera y somera valoración de las posturas adoptadas por el trabajador a lo largo de la jornada. Si un estudio EPR proporciona un nivel de carga estática elevado el evaluador debería realizar un estudio más profundo del puesto mediante métodos de evaluación postural más específicos como RULA, OWAS o REBA. El método mide la carga estática considerando el tipo de posturas que adopta el trabajador y el tiempo que las mantiene, proporcionando un valor numérico proporcional al nivel de carga. A partir del

valor de la carga estática el método propone un Nivel de Actuación entre 1 y 5. EPR emplea el sistema de valoración de la carga estática del método LEST, desarrollado por *F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire de Economie et Sociologie du Travail (L.E.S.T.), del C.N.R.S., en Aix-en-Provence. (27)*

c. Métodos de evaluación movimientos repetitivos:

Job Strain Index: JSI es un método de evaluación de puestos de trabajo que permite valorar si los trabajadores que los ocupan están expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos. Así pues, se implican en la valoración la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo. El método se basa en la medición de seis variables, que una vez valoradas, dan lugar a seis factores multiplicadores de una ecuación que proporciona el *Strain Index*. Este último valor indica el riesgo de aparición de desórdenes en las extremidades superiores, siendo mayor el riesgo cuanto mayor sea el índice. Las variables a medir por el evaluador son: la intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclo de trabajo, el número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca respecto a la posición neutra, la velocidad con la que se realiza la tarea y la duración de la misma por jornada de trabajo. Las variables y puntuaciones empleadas se derivan de principios fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos. Tratan de valorar el esfuerzo físico que sobre los músculos y tendones de los extremos distales de las extremidades superiores supone el desarrollo de la tarea, así como el esfuerzo psíquico derivado de su realización. Las variables intensidad del esfuerzo y postura mano-muñeca

tratan de valorar el esfuerzo físico, mientras que el resto miden la carga psicológica a través de la duración de la tarea y el tiempo de descanso. Las variables que miden el esfuerzo físico valoran tanto la intensidad del esfuerzo como la carga derivada a la realización del esfuerzo en posturas alejadas de la posición neutra del sistema mano-muñeca.

El método permite evaluar el riesgo de desarrollar desórdenes musculoesqueléticos en tareas en las que se usa intensamente el sistema mano-muñeca, por lo que es aplicable a gran cantidad de puestos de trabajo. Fue propuesto originalmente por *Moore y Garg* del Departamento de Medicina Preventiva del *Medical College de Wisconsin*, en Estados Unidos. (28)

Check List OCRA: permite valorar el riesgo asociado al trabajo repetitivo. El método mide el nivel de riesgo en función de la probabilidad de aparición de trastornos musculoesqueléticos en un determinado tiempo, centrándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores del cuerpo. *Check List OCRA* es una herramienta derivada del método OCRA desarrollado por los mismos autores. El método OCRA (*Occupational Repetitive Action*) considera en la valoración los factores de riesgo recomendados por la IEA (*International Ergonomics Association*): repetitividad, posturas inadecuadas o estáticas, fuerzas, movimientos forzados y la falta de descansos o periodos de recuperación, valorándolos a lo largo del tiempo de actividad del trabajador. Considera otros factores influyentes como las vibraciones, la exposición al frío o los ritmos de trabajo. Por ello, existe consenso internacional en emplear el método OCRA para la valoración del riesgo por

trabajo repetitivo en los miembros superiores, y su uso es recomendado en las normas ISO 11228-3 y EN 1005-5.

A pesar de resultar el método de referencia para la valoración del trabajo repetitivo, la aplicación del método OCRA es complicada y laboriosa. El nivel de detalle de los resultados de OCRA, es directamente proporcional a la cantidad de información requerida y a la complejidad de los cálculos necesarios. El método abreviado *Check List* OCRA permite, con menor esfuerzo, obtener un resultado básico de valoración del riesgo por movimientos repetitivos de los miembros superiores, previniendo sobre la urgencia de realizar estudios más detallados. Existe una elevada correlación entre los resultados obtenidos por los dos métodos, por lo que *Check List* OCRA se ha convertido en la herramienta más adecuada para realizar una primera evaluación del riesgo y así queda recogido en la ISO/NP TR 12295. **(29)**

Manual handling assessment charts (MAC): Se trata de una herramienta de evaluación de operación de elevación de cargas, transporte de cargas y manipulación de cargas en equipo. Se consideran los siguientes factores: peso de la carga y frecuencia de manipulación (el método aporta una gráfica para el cálculo), distancia horizontal entre las manos y la parte baja de la espalda, altura de la manipulación, restricción postural, calidad del agarre, superficie del suelo y, otros factores ambientales. Para la evaluación de operaciones de manipulación en equipo, se incluyen otros factores: giro y flexión del tronco y comunicación, coordinación y control. El nivel de riesgo que se obtiene, se clasifica de la siguiente forma:

- ❖ Zona verde: bajo nivel de riesgo.
- ❖ Zona ámbar: nivel de riesgo medio. Requiere una evaluación más detallada.
- ❖ Zona roja: nivel de riesgo alto. Se requieren acciones de forma inmediata.
- ❖ Zona púrpura: nivel de riesgo muy alto. Estas operaciones representan un riesgo de daño muy alto y debe realizarse un análisis exhaustivo, especialmente cuando todo el peso de la carga es soportado por una sola persona. **(30)**

1.2.12 Almacenamiento

Almacenamiento: es la acción de dar una ubicación específica a un elemento con el fin de recurrir a en el caso de que sea necesario, en el campo logístico el almacenamiento hace referencia a la utilización óptima de un espacio asignado para ubicar una determinada cantidad de elementos o referencias.

Tipos de Almacenamiento: teniendo en cuenta el producto y sus características se puede determinar el almacenamiento que requiere ya sea en un recinto controlado, cubierto o descubierto.

Almacenamiento cubierto: Es el que ofrece mayor protección a los elementos y materiales que allí se almacenan, ya que es posible controlar diversas variables tales como humedad, temperatura, iluminación y muchas otras que influyen directamente en la preservación y vida útil de los productos.

Almacenamiento descubierto: son aquellos que se encuentran al aire libre y sin ningún control especial fuera de la seguridad, pues allí se almacenan productos que por su naturaleza no se ven altamente afectados por la condiciones climáticas o ambientales.

Almacenamiento de materias primas: Es el almacenamiento primario dentro de la cadena de producción y generalmente está situado lo más cerca posible a la planta de producción o lugar de transformación.

Almacenamiento de productos intermedios: es donde se guardan aquellos elementos que ya han sufrido un proceso de ensamble o fabricación pero que aún se encuentran en una etapa intermedia del mismo, sirviendo como enlace entre las distintas fases de la línea de producción. Deben estar situados al interior de la fábrica ya que manejan tiempos de espera muy cortos para su uso. Deben estar siempre disponibles.

Almacenamiento de productos terminados: Es el que tiene mayor valor para la compañía, puesto que custodia el producto de su actividad económica. La cantidad de productos almacenados allí es directamente proporcional a los lineamientos, proyecciones de la empresa y demanda de los mismos por parte de los consumidores; por lo tanto, debe garantizar una disponibilidad constante y una alta rotación de inventario.

Almacenamiento de accesorios: En este almacén se depositan todos los elementos que sirven como material auxiliar en el proceso de fabricación del producto principal o los accesorios y demás aditamentos que se puedan llegar a requerir.

Almacenamiento de refacciones: Este almacén está destinado para responder a las necesidades posventa de la compañía. Es allí donde se almacenan todos los repuestos necesarios para el mantenimiento del producto.

Almacenamiento de archivos: Es el dedicado a los planos, registros, bocetos y demás diseños necesarios para la fabricación de los productos, además de guardar todos los documentos de orden legal y contable de la compañía, todo lo referente a información.

Almacenamiento de planta o casa matriz: Es el que se encuentra más cerca de la planta de producción. Sus objetivos son reducir los costos de transporte y manipulación, ser el poseedor del stock principal y distribuir a los almacenes regionales.

Almacenamiento regional: Está dispuesto por zonas en lugares estratégicos para lograr la distribución del producto en menos de un día. En promedio, el almacén debe tener la capacidad técnica para recibir mercancía desde las plantas de producción en camiones grandes, de gran tonelaje y, eventualmente, distribuir a los almacenes más pequeños, de venta directa o minoristas.

Almacenamiento de plataforma: Básicamente puede cumplir funciones del almacenamiento regional, pero es más pequeño y su principal enfoque es aumentar el nivel de servicio al cliente disminuyendo el stock.

Almacenamiento en bloque: Para este tipo de almacenamiento debe tenerse en cuenta la resistencia de la mercancía a apilar, ya que se forman columnas por referencias. Debe aplicarse un coeficiente de 1.5 con relación a la resistencia de la base para garantizar la estabilidad de la columna. Se recomienda para productos que manejen pocas referencias, pero muchas cantidades.

Almacenamiento convencional: Son aquellos en los que se cuenta con carretillas elevadoras de mástil retráctil para el almacenamiento de la mercancía, nunca superando una altura de 8 metros en su punto más alto. **(31)**

1.2.13 Layout:

Es una pieza fundamental en la planificación de la cadena de suministro. Su correcto diseño permitirá, entre otras ventajas, un flujo ordenado y eficiente de productos, equipos y personas.

Los almacenes son una importante unidad enfocada al servicio y soporte en la estructura orgánica y funcional de una compañía. Desempeñan un papel importante en la mejora de las ganancias de la organización, ya que reciben, almacenan y conservan bienes, que se envían a diversos destinos. Sobre la base de la inversión en almacenes, las empresas idean sus estrategias. Pero más importante que la adquisición o gestión de los almacenes, es su diseño en planta, lo que es conocido como el layout.

El layout de un almacén representa "el diseño de las zonas de almacenamiento y los pasillos y áreas necesarias para el flujo de productos, equipos y personas". Su importancia radica en asegurar un flujo ordenado y eficiente de productos en los procesos de recepción, verificación, almacenamiento, selección, empaque y despacho. El diseño del layout del almacén no es estático. Responde a la variedad, características y caducidad del producto, así como a su nivel de rotación de inventarios. Un buen diseño del layout minimiza desperdicios de movimientos, manipulación, mermas, robos y, por ende, diferencias en la exactitud del inventario. Realizar una buena distribución del almacén también evitará zonas y puntos de congestión, al mismo tiempo que facilitará las tareas de mantenimiento.

Un diseño incorrecto o mal planificado no utilizará todo el espacio disponible, e incluso puede consumir más espacio del que debería. Idealmente, un diseño efectivo hará un uso inteligente y estrechamente calculado del espacio necesario actual. También debe planificar el uso futuro del espacio de almacenamiento disponible, tanto horizontal como verticalmente. De esta forma, una buena distribución del layout de un almacén se ocupa de distintos factores, como:

- Disminuir al mínimo la manipulación de materiales.
- Obtener el máximo índice de rotación de la mercancía.
- Aprovechar de forma eficiente el espacio disponible.
- Facilitar el acceso a la unidad logística almacenada.
- Poseer la máxima flexibilidad para la ubicación de productos.
- Dar facilidades al control de las cantidades almacenadas.

Un diseño efectivo del layout conseguirá optimizar las funciones de almacenamiento y lograr la máxima eficiencia y el uso del espacio. De esta forma, habrá una garantía mayor en los servicios logísticos que la empresa puede ofrecer al cliente.

a. Cómo se configura el layout de un almacén de logística: Teniendo en cuenta los principios anteriores se puede comenzar a plantear la configuración en planta de un almacén logístico a partir de una serie de premisas que, a pesar de responder al sentido común, no siempre se tienen en cuenta y pueden suponer importantes pérdidas, tanto económicas como de eficiencia.

- La mercancía debe distribuirse en su ubicación teniendo en cuenta el peso y volumen de los diferentes artículos. Las más pesadas o voluminosas en los estantes inferiores aquellas mercancías más ligeras en los espacios superiores.

- Aquellos productos con mayor rotación es conveniente situarlos en la parte más cercana al acceso para facilitar su localización en la fase de *picking*.

- La mercancía especialmente pesada, voluminosa o difícil de transportar es conveniente que cuente con su propio espacio que facilite al máximo su manipulación, carga o traslado.

- Separar físicamente en distintos emplazamientos aquellos materiales que por su naturaleza (líquidos, químicos, frágiles) puedan deteriorarse y perjudicar al resto de material almacenado.

- Cada producto debe embalarse correctamente de manera que garantice su protección ante humedad, polvo, daños al apilarla.

- El layout del almacén logístico debe plantearse teniendo en cuenta las medidas de seguridad, tanto para la carga como para los operarios que trabajen en él. **(32)**

b. Objetivos que se persiguen en la decisión de Layout:

- ❖ Minimizar el costo del manejo de materiales.
- ❖ Utilizar el menor espacio posible, o el mejor aprovechamiento del espacio existente.
- ❖ Minimizar la inversión en planta de producción.
- ❖ Facilitar el diseño del proceso productivo.
- ❖ Minimizar el tiempo de ciclo total del proceso, acelerándolo en todo lo posible.
- ❖ Atender requerimientos y necesidades de los Recursos Humanos intervinientes.
- ❖ Facilitar rotación de inventarios.
- ❖ Minimizar riesgos de deterioros de materiales, materias primas o productos terminados.
- ❖ Facilitar la supervisión, el seguimiento y el control de los recursos.
- ❖ Cumplir normas de seguridad, salubridad, y control interno.
- ❖ Facilitar el alcance de las medidas de desempeño del Sistema de Producción.

c. Tipos De Layout:

Los tipos de Layout están íntimamente ligados a los tipos de procesos productivos. En la

producción continúa se utiliza el denominado Layout por línea o por producto. En la producción intermitente es característico el layout funcional o por procesos. En la producción por montaje es muy utilizado el layout en células o en U. En la producción por proyectos se aplica el layout de posición fija.

Cada tipología de layout plantea ventajas asociadas a su utilización de acuerdo a la estrategia de flujo, definida como parte del diseño de un Proceso productivo.

- **Layout en Línea o por producto:** Se utiliza en procesos de producción en los cuales la maquinaria y los servicios auxiliares se disponen unos a continuación de otros de forma que los materiales fluyen directamente desde una estación de trabajo a la siguiente, de acuerdo con la secuencia de proceso del producto. Dicha distribución resulta adecuada para aquellos productos con niveles de producción elevados. Otras características típicas de este tipo de distribución son que los movimientos suelen ser sencillos y baratos, si bien el sistema puede resultar poco flexible. La obra en curso es menor, así como el espacio necesario para almacenarla. Los plazos de producción son normalmente reducidos. Los operarios no precisan de una elevada cualificación puesto que las actividades a desarrollar en sus puestos de trabajo son repetitivas y simples. Por tanto, el coste en información no es significativo dentro de los costes globales de la empresa.

Ventajas:

- ❖ Minimiza el costo de manejo de materiales Coordinación del proceso productivo.
- ❖ Tiempo de ciclo total de la producción reducido sin demoras y determinado en gran medida por maquinarias o equipamiento.
- ❖ Menores inventarios de productos en proceso.
- ❖ Simplificación de las actividades de planeamiento, programación, seguimiento y control de la producción.

Requisitos:

- ❖ Productos estandarizados.
- ❖ Volumen de producción suficientemente grande, que lo justifique económicamente.
- ❖ Adecuado balanceo del sistema.
- ❖ Continuidad del Sistema de producción. Demanda previsiblemente sostenida.
- ❖ Equipamiento con propósitos específicos.

• **Layout funcional o por procesos:** Implica reunir en un mismo departamento o sector toda la maquinaria afín, o aquella que realiza un determinado proceso o actividad. El producto pasará de un lugar a otro, según las operaciones a las que tenga que ser sometido.

Ventajas:

- ❖ Menores inversiones.
- ❖ Mayor Flexibilidad.
- ❖ Fallas de equipo no detienen toda la producción.
- ❖ Adaptabilidad de la estructura productiva a las fluctuaciones en el mercado.

Requisitos:

- ❖ Gran variedad de productos definidos por los clientes en función de sus requisitos. (Que impidan económicamente su estandarización).
- ❖ Reducido volumen de producción.
- ❖ Mínima estandarización de los materiales o entradas al SP.
- ❖ Equipamientos de propósitos generales.

• **Layout celular:** Se aplica para la elaboración de familias de productos o piezas, pero definidas estas familias en términos de producción y no de mercado. Desarrollado por los europeos y muy utilizado en las terminales automotrices, configura el desarrollo de células donde intervienen diversos recursos y todo se halle al "alcance de la mano del operario"

Es utilizado en lugar del Funcional, y predomina el criterio de similitud de producto antes que el de identidad de procesos. Así, al estar asociado al producto, se facilita la vinculación con la actividad programada (en cantidades de cada producto) para la cadena de montaje

subsiguiente al mecanizado, por lo que se reducen o eliminan las colas típicas de la producción intermitente y el layout funcional. Permite entonces una disminución del tiempo de ciclo.

• **Layout de posición fija:** Implica una distribución de las instalaciones tal que los recursos necesarios para la producción (mano de obra, materiales, equipos, herramientas, etc.) converjan hacia el bien producido o el servicio prestado. Se configura generalmente en círculos concéntricos alrededor del producto o de la obra.

Requisitos:

- ❖ Bien único o proyecto.
- ❖ Obras de magnitud o importancia.
- ❖ Los recursos intervienen en el momento que se los necesita en el proceso.
- ❖ Equipamiento de propósitos generales. **(33)**

1.3 Marco contextual:

La empresa objeto de estudio se creó en 1962 entrando al mercado con baldosas de vinilo, en 1967 introdujo al mercado las tuberías de PVC, En 1982 los geosintéticos para obras viales, de infraestructura y ambientales. Cuenta con plantas en Colombia en Cauca, Bogotá y alrededor de 18 países. Es empresa multinacional líder en la provisión de productos y soluciones para los sectores de la petroquímica, construcción, infraestructura, agricultura, salud, transporte, telecomunicaciones y energía, entre otros. Es uno de los productores más grandes de tuberías y conexiones plásticas y una de las compañías petroquímicas más fuertes de América Latina, conformada por cuatro grupos de negocio: *Vinyl, Fluent, Flúor y Energy*.

El negocio de *Mexichem Fluent*, conformado por PAVCO, Geosistemas PAVCO y Colpozos, con plantas en Bogotá, Barranquilla, Cali y Guachené, se enfoca en sistemas de conducción de agua potable y soluciones para alcantarillado, recolección de aguas lluvia, irrigación, energía, telecomunicaciones y conducción de gas; además de la producción de geosintéticos que apoyan la construcción de vías, túneles, reservorios y barreras para suelos.

La cultura de trabajo en las operaciones de *Mexichem* articula los aspectos económicos, sociales y ambientales, publicando su accionar en el reporte de sustentabilidad. Este compromiso con la sustentabilidad le permitió a Pavco adherirse a Pacto Global en 2009 y alinear sus estrategias con los diez principios universalmente aceptados, publicando por

quinto año consecutivo el Informe de Progreso. Además, la marca fábrica geosintéticos y se especializa en proveer soluciones innovadoras y de calidad para proyectos de infraestructura de transporte, petróleo y minería. Asimismo, con sus geotextiles no tejidos está presente en los mercados de automoción, calzado y techado, entre otros. Con una historia que se remonta a más de 50 años, tiene una larga tradición de agregar valor a los materiales y crear productos de calidad.

La empresa fabrica y comercializa productos tejidos y no tejidos geosintéticos (Productos derivados del petróleo, usados en aplicaciones de ingeniería, geotecnia y utilizados para mejorar, cambiar o mantener las características del suelo con las que interactúa), entre las referencias más fabricadas se encuentran: geotextiles de diferentes dimensiones (anchos y longitudes), geotextiles de alta resistencia, bolsacreto, flexocreto, manto permanente, ecomatrix verde, agromantos (matriz de fibras naturales de fique y coco en malla), con pesos aproximados entre 20 y 50 kilogramos. El almacenamiento del producto terminado se realiza en un área física definida e independiente para cada referencia (tejidos y no tejidos) en racks metálicos, bajo techo y son movilizadas a través de montacargas.

Hoy es un proveedor líder de productos y soluciones en múltiples sectores de la industria y el comercio, desde construcción e infraestructura hasta agricultura, salud, transporte, telecomunicaciones, energía y más. Dentro de la empresa objeto de estudio nuestra área de investigación se encuentra situada en la planta de Geosistemas, área de despacho, donde se

realiza la recepción y logística de todos los materiales y productos que la empresa comercializa.

Dentro de esta área se evidencian factores de riesgo biomecánicos tales como postura, fuerza, manejo de cargas y repetitividad. Por lo anterior se define la logística como el conjunto de acciones que se realizan desde que inicia la compra de insumos y materia prima, hasta la entrega del producto terminado al cliente, incluido el transporte, producción, embalaje, almacenamiento y distribución de los productos. **(34)**

Sector laboral: Código 2221 Fabricación de formas básicas de plástico, incluye la elaboración del plástico en formas básicas tales como monofilamentos (de dimensión transversal mayor a 1 mm), planchas, láminas, barras, varillas, perfiles, películas, hojas, tiras, tubos y mangueras; formas planas, sean autoadhesivas o no; plástico celular (espumado) o no; bloques de forma geométrica regular incluso impresos, sin cortar o simplemente cortados de forma rectangular. La fabricación de etiquetas de material plástico sin impresión, sean autoadhesivas o no. La fabricación de cintas de señalización y detención de seguridad de material plástico.

1.4 Marco legal

1.4.1. Marco Legal de Seguridad y Salud en el Trabajo

Tabla 1. Marco Legal de Seguridad y Salud en el Trabajo

Normas	Descripción
Ley 9 de 1979	Artículo 84.-Obligaciones de los empleadores, literal d) Adoptar medidas efectivas para proteger y promover la salud de los trabajadores, mediante la instalación, operación y mantenimiento, en forma eficiente, de los sistemas y equipos de control necesarios para prevenir enfermedades y accidentes en los lugares de trabajo. (35)
Ley 1562 de 2012	El cual entra a modificar algunos artículos del Decreto 1295 de 1994 hace mención en el artículo 11, dentro de sus objetivos menciona que se deben fortalecer las actividades mínimas de promoción y prevención en el sistema General de Riesgos y el control de los agentes de riesgo Ocupacionales; adicional a esto, en el artículo 4 de la misma define enfermedad Laboral. (36)
Decreto 614 de 1984	Por el cual se determinan las bases para la organización y administración de Salud Ocupacional en el país. (37)

Decreto 1295 de 1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencias del trabajo que desarrollan. (38)
Decreto 1477 de agosto de 2014	Por la cual se establece la nueva tabla de enfermedades laborales. (39)
Resolución 2400 de 1979	Título III PARÁGRAFO 1o. determina que la distancia entre máquinas, aparatos, equipos, etc., será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su labor sin dificultad o incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio, no será menor en ningún caso, de 0,80 metros. (40)
Resolución 1016 de 1989	Actividades de los subprogramas de Medicina preventiva y del trabajo que de acuerdo al numeral 2 se deben desarrollar actividades de vigilancia epidemiológica, conjuntamente con los subprogramas de higiene y seguridad industrial. El numeral 4 menciona la investigación y análisis de las enfermedades ocurridas, la obligación a determinar sus causas y establecer las medidas preventivas y correctivas que sean necesarias, de acuerdo al numeral 11 se deben diseñar y ejecutar programas para la prevención, detección y control de enfermedades relacionadas o agravadas por el trabajo. (41)

Resolución 4445 de 1995	Por el cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares. (42)
Resolución 2844 De 2007	Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia. En el artículo 1, párrafo menciona que “Las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional que se adoptan mediante la presente resolución serán de obligatoria referencia. (43)
Resolución 0312 de 2019	Por la cual se definen los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo. (44)

Fuente: Elaboración propia

1.4.2 Normas técnicas colombianas (NTC)

Tabla 2. Normas técnicas colombianas (NTC)

Norma	Descripción
NTC 5655:2008	Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo. (45)
NTC 5693-1	Ergonomía, Manipulación Manual parte I: Levantamiento y transporte. (46)
NTC 5693-2	Ergonomía, Manipulación Manual parte II: Empujar y Halar. (46)

NTC 5693-3	Ergonomía, Manipulación parte III: Manipulación de cargas livianas a alta frecuencia. (46)
NTC 5655	Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo. (47)
NTC 3955	Ergonomía. definiciones y conceptos ergonómicos. (48)
NTC 5689	Especificación para el diseño, ensayo y utilización de estanterías industriales de acero. (49)

Fuente: Elaboración propia

1.4.3. Normas técnicas internacionales

Tabla 3. Normas técnicas Internacionales

Norma	Descripción
NTP 477	Levantamiento manual de cargas. (50)
ISO 11228 – 1	Ergonomics – Manual handling – Part 1: Lifting and carrying. (51)
ISO 11228 – 2	Ergonomics – Manual handling – Part 2: Pushing and pulling. (51)
ISO 11228 – 3	Ergonomics – Manual handling – Part 3: Handling of low loads at High frequency. (51)
NTP 214	Carretillas elevadoras. (52)

Fuente: Elaboración propia

2. Problema

Se conoce como manipulación manual de carga, transportar o mantener la carga alzada, incluye la sujeción con las manos y con otras partes del cuerpo, como la espalda y lanzar la carga de una persona a otra. En la manipulación manual de cargas interviene el esfuerzo humano tanto de forma directa (levantamiento, colocación) como indirecta (empuje, tracción, desplazamiento). **(53)** A modo de indicación general, el peso máximo que se recomienda es no sobrepasar (en condiciones ideales de manipulación) de 25 kg para hombres y 12.5 kg para mujeres en Colombia. **(54)** No obstante, si la población expuesta son mujeres, trabajadores jóvenes o mayores, o si se quiere proteger a la mayoría de los trabajadores es recomendado no manipular cargas superiores a 15 kg. **(55)** Habitualmente, una carga es caracterizada por su forma, tamaño y peso. El peso es un factor fundamental en este tipo de tareas. Sin embargo, el nivel de riesgo también depende de la frecuencia con que se ejecuta la labor. La frecuencia, es quizás la característica más crítica de la tarea que influye sobre la capacidad de realizar manejo manual de carga de una persona.

La manipulación manual de cargas en las empresas por ser una tarea frecuente ha dejado un sin número de accidentes por sobreesfuerzos y enfermedades laborales. Estas lesiones, aunque no son lesiones mortales, pueden tener larga y difícil curación, y en muchos casos requieren un largo período de rehabilitación, originando grandes costos económicos y humanos, debido a que el trabajador queda muchas veces incapacitado para realizar su trabajo habitual y su calidad de vida puede quedar deteriorada.

La manipulación manual de cargas es una tarea frecuente en muchos sectores y actividades económicas, desde la industria pesada hasta el sector sanitario, pasando por todo tipo de industrias y servicios, responsable, en muchos casos de la aparición de fatiga física, o bien de lesiones, que se pueden producir de una forma inmediata o por la acumulación de pequeños traumatismos aparentemente sin importancia. Pueden lesionarse tanto los trabajadores que manipulan cargas regularmente como los trabajadores ocasionales. Las lesiones más frecuentes son entre otras: contusiones, cortes, heridas, fracturas y sobre todo lesiones músculo esqueléticas, se pueden producir en cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores, y la espalda, en especial en la zona dorso lumbar. Se considera que la manipulación manual de toda carga que pese más de 3 kg puede entrañar un potencial de riesgo dorso lumbar no tolerable, ya que, a pesar de ser una carga bastante ligera, si se manipula en unas condiciones ergonómicas desfavorables (alejada del cuerpo, con posturas inadecuadas, muy frecuentemente, en condiciones ambientales desfavorables, con suelos inestables, etc.), puede ocasionar un riesgo para la salud de las personas. (56). Actualmente en las industrias debido a la productividad y al cumplimiento de metas y objetivos, se exige que en las labores que se requiere manejo de cargas se puedan emplear ayudas y equipos de forma más rápida, eficiente y segura facilitando la movilización de cargas pesadas, voluminosas y extra dimensionadas como materiales y productos donde se requiere ayudas mecánicas como los montacargas.

Los montacargas son vehículos de transporte pesado que se usan principalmente para movilizar, remolcar, empujar, apilar, subir o bajar distintos objetos y elementos de forma

vertical. Funcionan con dos pesos que se contraponen entre sí en los lados opuestos del punto de giro. De esta manera, la carga transportada se mantiene balanceada y estable por un centro de gravedad que está en todas las direcciones. Los montacargas son de uso corriente en comercios e industrias. Quienes los manipulan deben estar calificados y contar con conocimientos técnicos y normas de seguridad. La tolerancia del sobrepeso ahorra, además de energía y tiempo, dinero y horas de trabajo. **(57)**

La Ergonomía es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema y, la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema, **(58)** por este motivo en la planta de Geosistemas en el área de despachos, la empresa realizó la identificación inicial en los puestos de trabajo de factores de riesgos biomecánico como postura, fuerza, movimiento y manipulación manual de cargas, a través de la aplicación de una herramienta de I nivel, donde están expuestos 4 trabajadores realizando tareas de cargue y descargue de materia prima con ayuda mecánica (montacargas) y de manera manual con pesos superiores a 25 kilogramos y cargas extra dimensionadas.

Para la presente investigación trabajaremos las tareas realizadas con montacargas; observando en el proceso que los montacarguista realizan para el desarrollo de su labor posturas forzadas a nivel de cuello y tronco al visualizar y tomar las referencias del producto terminado que se ubica en los niveles superiores de los racks, movimientos repetitivos a nivel de miembros superiores al accionar las palancas para conducir el

montacargas y ubicarse de manera frontal a los mismos e introducir el mástil en el tubo alma de cada rollo de producto terminado y el mal estado del piso situación que influye en el aumento de la vibración de cuerpo entero.

La herramienta de I nivel aplicada evalúa los diferentes segmentos corporales como hombro, codo, antebrazo, muñeca-mano, tronco-cuello-piernas, levantamiento de cargas, empuje y halado, planos y alcances de trabajo, factores ambientales y factores organizacionales, cada segmento tiene una calificación donde al final se suman entre si y se genera un resultado con un nivel de intervención clasificado en inmediato, corto, mediano y largo plazo por tarea evaluada. Por lo anterior surge la necesidad de aplicar una herramienta de II nivel que permita confirmar y evaluar los resultados obtenidos en la aplicación de la herramienta de I nivel realizada por la empresa evaluando el factor de riesgo presente en los montacarguista del área de despachos y los segmentos corporales involucrados al momento de realizar las tareas de cargue y descargue de producto terminado y proponer una medida de control y mejora para el área o puesto de trabajo evaluado.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el diseño que mejora las condiciones y previene el riesgo biomecánico identificado en el puesto de trabajo de los montacarguistas del área de despachos de la planta de geosistemas?

3. Justificación

A través del tiempo una de las características que ha permitido la sobrevivencia del ser humano, es el uso y desarrollo de la fuerza en todas las actividades cotidianas; cualidad física que se ha perfeccionado en el hombre y es más utilizada en algunas actividades laborales que en otras, como por ejemplo en los sectores económicos que requieren acciones de logística o despacho en las empresas. Gracias a la fuerza se tiene la posibilidad de realizar manipulación manual de cargas, condición que ha generado desordenes musculo esqueléticos de gran importancia en trabajadores que se encuentran expuestos a dichas tareas.

En Colombia los principales problemas de salud en el trabajo están relacionados con desórdenes músculos esqueléticos, representados en un 85% de los casos, según Fasecolda. “Aquellos ámbitos laborales que combinan de manera simultánea el esfuerzo físico y mental, como jornadas laborales extenuantes, movimientos repetitivos y posiciones forzadas son los más propensos a contribuir en la aparición de síntomas de fatiga y desórdenes músculo esqueléticos” **(59)**

En Colombia, el dolor lumbar inespecífico (DLI) y la enfermedad discal (ED) se han encontrado entre las 10 primeras causas de diagnóstico de Enfermedad Laboral reportadas por EPS. En el 2001 el dolor lumbar representa el 12% de los diagnósticos ocupando el segundo lugar, en el 2003 el 22% y en el 2004 el 15%. La hernia de disco ocupó el quinto lugar en el 2002 con el 3%, subiendo al tercer puesto con el 9% en el 2004. **(60)** Según la

OIT cada año se reportan 160 millones de casos nuevos de enfermedades laborales no mortales, que causan enormes costos para los trabajadores y sus familias, así como para el desarrollo económico y social de los países, esta organización estima que los accidentes y las enfermedades laborales originan la pérdida del 4% del producto interno bruto (PIB), es decir, cerca de 2.8 billones de dólares en costos directos e indirectos. **(61)**

En 2007 el Ministerio de la Protección Social de Colombia publicó la encuesta nacional de condiciones de salud y trabajo en el Sistema General de Riesgos Profesionales, en el que los factores de riesgo registrados con mayor frecuencia (más del 50%) estaban relacionados con las condiciones ergonómicas, movimientos repetidos de manos o brazos, posturas prolongadas e incómodas que podían producir cansancio o dolor. Según la percepción de los entrevistados, los agentes con mayor prevalencia de exposición durante más de la mitad o toda la jornada laboral, son los relacionados con las condiciones no ergonómicas del puesto de trabajo: movimientos repetidos de las manos y los brazos (51%), mantenimiento de la misma postura (43%) y posiciones que producen cansancio o dolor (24%). Este informe encontró que los desórdenes musculo esqueléticos se encuentran en una proporción 3 a 4 veces más alta que la población general en algunos sectores de la economía, como el de los trabajadores de la salud, la minería, la agricultura y las manufacturas entre otros, con una frecuencia importante en aquellos casos en los cuales hay utilización intensiva de las manos como en los trabajadores de oficina, de aseo y actividades de limpieza y el empaquetado. **(62)**

En los 27 estados miembros de la Unión Europea, los desórdenes musculo esqueléticos son los trastornos de salud relacionados con el trabajo más común, representando el 59% de todas las enfermedades profesionales reconocidas, según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo 2010. La Organización Mundial de la Salud señaló que en 2009 más de 10% de todos los años perdidos por discapacidad correspondían a casos de desórdenes musculo esqueléticos. **(63)**

Para el 2013 dato de la segunda Encuesta Nacional de Condiciones de Salud y Trabajo muestran al riesgo biomecánico entre las siete primeras causas de riesgo laboral en las empresas, así mismo las lesiones musculo esqueléticas representan un 90% de las enfermedades laborales. **(62)** Varios estudios afirman que cerca del 20% de todas las lesiones producidas en los puestos de trabajo son lesiones de espalda, y que cerca del 30% son debidas a sobreesfuerzos. Estos datos proporcionan una idea de la importancia de una correcta evaluación de las tareas que implican levantamiento de carga y del adecuado acondicionamiento de los puestos implicados. Identificar levantamientos peligrosos. **(64)** Por tal motivo es de vital importancia la utilización de ayudas mecánicas que faciliten el levantamiento, transporte, empuje, halado y tracción de cargas con el fin de minimizar sobreesfuerzos asociados a las tareas ejecutadas y que requieren la fuerza humana para ser movilizadas, estas deben ser las más adecuadas y eficientes, deben garantizar la salud y el bienestar de las personas y mejorar los procesos impactando positivamente en la sostenibilidad, productividad y rentabilidad en las organizaciones.

Existen diferentes tipos de cargas clasificadas en cargas de larga densidad, mercancías alargadas, rollos pesados, maquinaria y cargas en general de gran tamaño, conocidas como extra dimensionadas; dichas denominaciones tienen como factor común el uso de ayudas mecánicas para su traslado y almacenamiento, con respecto a lo anterior cabe resaltar que la manipulación de las cargas está asociado al embalaje, el cual tiene relación con el sistema de transporte que se usaran para ser movilizadas.

Adicionalmente estas ayudas mecánicas tienen un componente importante como el factor de riesgo vibración que puede incidir en la salud de los trabajadores; según la OIT ha definido las vibraciones como todo movimiento transmitido al cuerpo humano por estructuras sólidas capaces de producir un efecto nocivo o cualquier tipo de molestia. El tipo de efecto que pueden ocasionar las vibraciones en el organismo de una persona expuesta depende de su frecuencia y de si actúan sobre todo el cuerpo o sobre el sistema mano-brazo. Las frecuencias que van a afectar al organismo se hallan entre valores muy pequeños (inferiores a 1 Hz y los 1.000 Hz), aproximadamente, y las que se derivan por irregularidades del terreno sobre el que circulan los vehículos para pasajeros y/o mercancías, Tractores y maquinaria agrícola, vehículos industriales, carretillas, elevadores, maquinaria y vehículos de movimientos de tierra (excavadoras, bulldozers y maquinaria forestal, de minas y canteras; entre las principales consecuencias se encuentran lumbalgias, hernias, pinzamientos discales, lumbociáticas y síntomas neurológicos. **(65)**

Según la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y

otros Factores de Riesgo en el Lugar de Trabajo existe fuerte evidencia de una asociación positiva entre la vibración del cuerpo entero y el dolor de lumbar en el trabajo. La mayoría de los estudios que examinaron relaciones en grupos de alta exposición usando medidas de exposición detallada cuantitativa, encontraron asociaciones fuertemente positivas y relaciones exposición-respuesta entre la vibración de cuerpo entero y el dolor de espalda. Estas relaciones fueron observadas y ajustadas por edad y género, incluido estado de fumador, medidas antropométricas, actividad recreacional y factores físicos y psicosociales relacionados con el trabajo. **(66)**

De acuerdo a lo anteriormente descrito, se considera pertinente, la aplicación de una herramienta de II nivel para corroborar los factores de riesgo identificados en la herramienta de I nivel, como lo son posturas forzadas, movimientos repetitivos y vibración con el fin de validar el riesgo atribuible en la población expuesta y proponer medidas de control y mejora en el área evaluada.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Diseñar la distribución de producto terminado en el área de despachos de la planta de geosistemas Pavco 2019.

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la población objeto de estudio.
- Caracterizar el ausentismo de los trabajadores en el área de despachos de la planta de Geosistemas.
- Determinar las actividades y tareas que se desarrollan dentro del proceso.
- Identificar los peligros biomecánicos presentes en el área de despachos de la planta geosistemas, mediante la aplicación de una herramienta de II nivel.
- Comparar los resultados de la herramienta de I nivel con la de II nivel para verificar los peligros biomecánicos a los que están expuestos los trabajadores.
- Proponer el desarrollo de un layout con la distribución de producto terminado en el área de despachos de la planta de geosistemas.

5. Aspectos Metodológicos

5.1 Tipo de estudio:

Se realizó un estudio descriptivo que permite comparar resultados obtenidos a través de dos herramientas, el cual se basa en la observación de las actividades para identificar los peligros a los que están expuestos los trabajadores de la empresa.

5.2 Población objeto de estudio:

Se tuvo en cuenta la información suministrada por la empresa de los trabajadores de la planta de Geosistemas del área de despacho.

5.3 Criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Trabajadores Operarios del área de Geosistemas que realicen trabajo en el área de despacho.
- Trabajadores Operativos del área de Geosistemas que posean contrato de vinculación directa.
- Trabajadores que desempeñan cargo de montacarguista en el área de Geosistemas.

Criterios de Exclusión:

Estudiantes, practicantes, gerentes, jefes de producción, auxiliares de servicios generales y personal anexo que intervenga en otras actividades en la planta de geosistemas del área de despacho.

5.4 Variables:

Las variables que se tuvieron en cuenta para la caracterización de la población se encuentran en la matriz, (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de operacionalización de variables de la población objeto de estudio

Variable	Definición conceptual	Escala de medición	Definición operacional	Codificación
Género	Referente a la construcción de un rol social en el cual se desenvuelve un individuo	Cualitativa	Cantidad hombre, mujer y no definido.	Femenino= F Masculino=M

Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Cuantitativa	Años cumplidos en el momento de la intervención.	N° de años cumplidos
Antigüedad en el cargo	La cantidad de tiempo en días o meses que una persona lleva en un puesto de trabajo o en una tarea.	Cuantitativa	Tiempo(días o meses) en el puesto de trabajo	AC
Turnos trabajados en el área	Orden según el cual se alternan varias personas en la realización de una actividad o un servicio.	Cuantitativa	Tiempo (horas) en el puesto de trabajo	TT

Puesto de trabajo	Lugar o área ocupado por una persona dentro de una organización, empresa donde se desarrollan una serie de actividades las cuales satisfacen expectativas, que tienen como objetivo, garantizar productos, servicios y bienes en un marco social	Cualitativa	Se expresa en la descripción del área donde se desarrolla la actividad	PT
Sintomatología	Conjunto de síntomas que presenta una	Cualitativa	Se expresa en signos y síntomas que el	SINT

	persona en un momento dado y que obedecen a la presencia de un trastorno específico de la salud.		trabajador expresa de un segmento corporal	
Postura	Carga estática determinada por la exigencia de la tarea en la planta de Geosistemas en el área de despachos.	Cualitativa	Prolongada, Mantenido, Forzadas, Anti gravitacionales	<hr/> P <hr/> M <hr/> F <hr/> A
Peso de la materia prima	Carga dinámica determinada por el esfuerzo muscular, los desplazamientos y el manejo de cargas.	Cualitativa	Manejo manual de cargas	MMC

Ausentismo	Define el tipo	Cualitativa	Clasificación	AUS
	de incapacidad	y	de ausentismo	
	por el cual se	cuantitativa	y días de	
	ausenta el		incapacidad	
	trabajador			

Fuente: elaboración propia

5.4 Recolección de la información

Para la recolección de la información se utilizaron las siguientes herramientas:

1. Fuentes secundarias de información, se utilizaron las bases de datos entregadas por la empresa con la información de la población objeto de estudio.
2. La observación, se realizaron visitas para conocer los procesos, actividades y tareas que se desarrollan en el área.
3. Registros fotográficos y videos para posterior análisis de tareas, posturas y movimientos.

6. Materiales y Métodos

6.1 Caracterización de la población

Para efectuar la caracterización de la población objeto de estudio, se realizó el análisis de la base de datos con la información sociodemográfica suministrada por la empresa. En el análisis de esta se calcularon frecuencias absolutas presentadas en gráficas. El análisis de la base de datos suministrada tuvo una duración de 3 horas y los resultados fueron registrados en la base de datos.

Tabla 5. Actividad objetivo 1

Objetivo	Actividad	Entregables	Recursos
Caracterizar la población objeto de estudio	Revisión de la base de datos entregada por la empresa. <hr/> Elaboración del análisis de la caracterización de la población objeto de estudio.	Información Sociodemográfico, en documento final	Base de datos con la información sociodemográfica suministrada por la empresa.

Fuente: elaboración propia

6.2 Caracterización del ausentismo

Para la caracterización del ausentismo de la población objeto de estudio, se realizó la revisión de la base de ausentismo suministrada por la empresa. En el análisis de esta base se determinó tipo de incapacidad, número de días por incapacidad y diagnóstico y los resultados fueron registrados en una base de datos para luego ser presentados en el documento final

Tabla 6. Actividad objetivo 2

Objetivo	Actividad	Entregables	Recursos
Caracterizar el ausentismo de los trabajadores del área de despachos de la planta de Geosistemas	Revisión de la base de ausentismo de los trabajadores del área.	Información de Ausentismo en documento final.	Base de ausentismo suministrada por la empresa.

Fuente: elaboración propia

6.3 Descripción de las actividades y tareas que se desarrollan en el proceso

Tabla 7. Actividad objetivo 3

Objetivo	Actividad	Entregables	Recursos
Describir las actividades y tareas que se desarrollan en el proceso.	Construcción de mapa ergonómico con las actividades desarrolladas en el área objeto de estudio.	Cuadro en Excel de análisis de las actividades y tareas. (Anexo 1)	Registros fotográficos.
	Análisis de actividades y tareas que se desarrollan en el proceso.		

Fuente: elaboración propia

6.4 Identificación de los peligros biomecánicos

Tabla 8. Actividad objetivo 4

Objetivo	Actividad	Entregables	Recursos
Identificar los peligros biomecánicos presentes en el área de despachos de la planta de geosistemas, mediante la aplicación de la herramienta de II nivel.	Análisis de la herramienta de primer nivel. <hr/> Selección de la herramienta de II nivel. <hr/> Aplicación de la herramienta de II nivel.	Herramienta de I nivel suministrada por la empresa.(Anexo 2) Documento en Excel de análisis de métodos de evaluación. (Anexo 3) Resultados de aplicación de las herramientas de II nivel. (Anexo 4 y 5 en documento final)	El método de evaluación o herramienta utilizada. Cámara fotográfica para registro fotográfico, de audio y video. Metro Observación en sitio.

Fuente: elaboración propia

6.5. Comparación de resultados de las herramientas

Tabla 9. Actividad objetivo 5

Objetivo	Actividad	Entregables	Recursos
Comparar los resultados de la herramienta de I nivel con la de II nivel verificando los peligros biomecánicos a los que están expuestos los trabajadores.	Análisis y conclusiones de los resultados obtenidos de la comparación de las herramientas.	Tabla y análisis de los resultados comparativos de las herramientas en documento final.	Resultados de la herramienta de I nivel y II nivel

Fuente: elaboración propia

6.6. Diseño de Layout

Tabla 10. Actividad objetivo 6

Objetivo	Actividad	Entregables	Recursos
Proponer el desarrollo de un layout con la distribución de producto terminado en el área de despachos de la planta de geosistemas.	Diseño de layout para el área de despachos	Documento en PDF de propuesta de layout (Anexo 6 y 7)	Análisis de layout existente de Toma de medidas del área de despachos. Análisis de los resultados de las herramientas de I y II nivel

Fuente: elaboración propia

7. Plan de análisis

Para la caracterización de la población se calcularon las frecuencias absolutas y relativas a las variables cualitativas como género y estado civil, a las variables cuantitativas como la edad y antigüedad en la empresa, se les calculó medidas de tendencia central como el promedio, los resultados se muestran en las gráficas.

Para la caracterización del ausentismo se calcularon las frecuencias absolutas y relativas a la variable cualitativa tipo de incapacidad y a las variables cuantitativas distribución de incapacidades y días de incapacidad igualmente se calcularon los promedios, los resultados se muestran en las gráficas.

Las actividades rutinarias en la ejecución de las tareas se identificaron a través de la observación directa, toma de registros fotográficos y videos, seleccionando de manera aleatoria a un trabajador con amplios conocimientos de los procedimientos que allí se desarrollan los cuales no se encuentran documentados de acuerdo a la información suministrada por la empresa.

Para la identificación de factores de riesgos en la planta de Geosistemas, se revisaron múltiples herramientas de II nivel, se tuvieron en cuenta las que analizan y evalúan los factores de riesgos identificados en los resultados obtenidos en la herramienta de I nivel y se tuvo presente el análisis de las actividades y tareas que se desarrollan en el proceso.

Se analizaron cuatro métodos de evaluación para postura y dos para movimiento repetitivo; finalmente se seleccionaron las herramientas REBA (postura) y JSI (movimiento repetitivo) y partiendo de su metodología de aplicación y los valores de puntuación que arrojan se procede a realizar su aplicación.

El método REBA evalúa la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural, permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además de la postura en sí misma, se valoran otros aspectos influyentes en la carga física como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador (tanto posturas estáticas como dinámicas). Además, se considera la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables, y si la postura de los brazos se mantiene a favor de la gravedad. Evalúa la postura dividiendo el cuerpo en dos grupos, el grupo A que incluye las piernas, el tronco y el cuello y el grupo B, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas).

Evalúa **posturas individuales** y no conjuntos o secuencias de posturas. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo.

Figura 10. División de segmentos corporales según metodología REBA



Fuente: Ergonautas

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado.

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman los grupos A y B se calculará las puntuaciones globales de cada grupo. Para obtener la puntuación del grupo A se empleará la Tabla 11. Cruce de resultados grupo A mientras que para la del grupo B se utilizará la Tabla 12. Cruce de resultados grupo B.

Tabla 11. Cruce de resultados grupo A

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Cruce de resultados grupo B

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Fuente: Elaboración propia

El método REBA considera en la evaluación el tipo de actividad muscular desarrollada, el tipo y calidad del agarre de objetos con la mano y la fuerza aplicada durante la realización de la tarea.

Tabla 13. Incremento de puntuación del grupo B por calidad de agarre

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio.	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.	+ 1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable.	+ 2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.	+ 3

Fuente: Elaboración propia

La calidad del agarre de objetos con la mano aumenta la puntuación del Grupo B, excepto en el caso de que la calidad del agarre sea buena o no existan agarres. La fuerza ejercida aumenta la puntuación del grupo A un punto si la carga supera los 5kg, y dos puntos si la carga supera los 10kg. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad.

Tabla 14. Incremento de puntuación del grupo A por carga o fuerzas ejercidas

Calidad de agarre	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg	+ 1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg	+ 2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Incremento de puntuación del grupo A por carga o fuerzas bruscas

Carga o fuerza	Puntuación
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+ 1

Fuente: Elaboración propia

Puntuación final, riesgo y nivel de Actuación (en cada uno de los lados derecho e izquierdo). A partir de las puntuaciones del grupo A y B, se obtiene la puntuación C que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Tabla 16. Puntuación C

PUNTAJACIÓN A	PUNTAJACIÓN B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Elaboración propia

Actividad muscular: Una o mas partes del cuerpo permanecen estáticas, por jemplo soportadas durante mas de un minuto. Se producen movimientos repetitivos (repetidos mas de 4 veces por minuto). Finalmente, para obtener la **Puntuación Final**, la **Puntuación C** recién obtenida se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea. Los tres tipos de actividad considerados por el método no son excluyentes y por tanto la **Puntuación Final** podría ser superior a la **Puntuación C** hasta en 3 unidades.

Tabla 17. Incremento de la puntuación C por tipo de actividad muscular

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de un minuto	+ 1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+ 1
Se producen cambios de postura o se adoptan posturas inestables	+ 1

Fuente: Elaboración propia.

El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un nivel de actuación. Cada nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

El JSI es un método de evaluación de puestos de trabajo que permite valorar si los trabajadores que los ocupan están expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos. Se implican en la valoración la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo. El método se basa en la medición de seis variables, que una vez valoradas, dan lugar a seis factores multiplicadores de una ecuación que proporciona el *Strain Index*. Este último valor indica el riesgo de aparición de desórdenes en las extremidades superiores, siendo mayor el riesgo cuanto mayor sea el índice. Las variables a medir por el evaluador son: la intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclo de trabajo, el número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca respecto a la posición neutra, la velocidad con la que se realiza la tarea y la duración de la misma por jornada de trabajo. Las variables y puntuaciones empleadas se derivan de principios fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos. Tratan de valorar el esfuerzo físico que sobre los músculos y tendones de los extremos distales de las extremidades superiores supone el desarrollo de la tarea, así como el esfuerzo psíquico derivado de su realización. Las variables intensidad del esfuerzo y postura mano-muñeca tratan de valorar el esfuerzo físico, mientras que el resto miden la carga psicológica a través de la duración de la tarea y el tiempo de descanso. Las variables que miden el esfuerzo físico valoran tanto la intensidad del esfuerzo como la carga derivada a la realización del esfuerzo en posturas alejadas de la posición neutra del sistema mano-muñeca. **(Anexo 3)**

Características de la acción evaluada: El método JSI se basa en la medición de seis variables las cuales son:

Intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclo de trabajo. En función del esfuerzo percibido por el evaluador se asignará la valoración según la siguiente tabla.

Tabla 18. Intensidad del esfuerzo

Intensidad del esfuerzo	%ms2	Eb1	Esfuerzo percibido	Valoración
Ligero	<10 %	<=2	Escasamente perceptible, esfuerzo relajado	1
Un poco duro	10% -29%	3	Esfuerzo perceptible	2
Duro	30% -49%	4 - 5	Esfuerzo obvio, sin cambio en la expresión facial	3
Muy duro	50% -79%	6 - 7	Esfuerzo importante, cambios en la expresión facial	4
Cercano al máximo	>=8 0%	>7	Uso de los hombros o tronco para generar fuerzas	5

Fuente: Elaboración propia

El número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo. Los esfuerzos por minuto se calculan contando el número de esfuerzos que realiza el trabajador durante el tiempo de observación y dividiendo este valor por la duración del periodo de observación medido en minutos. Es frecuente que el tiempo de observación coincida con el tiempo de ciclo.

Tabla 19. Número de esfuerzos realizado por minuto

Esfuerzos por minuto	Valoración
<4	1
4 - 8	2
9 - 14	3
15 - 19	4
>=20	5

Fuente: Elaboración propia

Desviación de la muñeca respecto a la posición neutra: Se evalúa la desviación de la muñeca respecto de la posición neutra, tanto en flexión-extensión como en desviación lateral. En función de la posición de la muñeca percibida por el evaluador se asignará la valoración según la siguiente tabla.

Tabla 20. Postura mano muñeca

Postura muñeca	Extensión	Flexión	Desviación	Postura percibida	Valoración
Muy buena	0° - 10°	0° - 5°	0° - 10°	Perfectamente neutral	1
Buena	11° - 25°	6° - 15°	11° - 15°	Cercana a la neutral	2
Regular	26° - 40°	16° - 30°	16° - 20°	No neutral	3
Mala	41° - 55°	31° - 50°	21° - 25°	Desviación importante	4
Muy mala	>55°	>50°	>25°	Desviación externa	5

Fuente: Elaboración propia

Velocidad con la que se realiza la tarea, en función del ritmo de trabajo percibido por el evaluador se asignará la valoración según la siguiente tabla.

Tabla 21. Velocidad de trabajo

Ritmo de trabajo	Comparación con mtm-1 ¹	Velocidad percibida	Valoración
Muy lento	<=80%	Ritmo extremadamente relajado	1
Lento	81% - 90%	Ritmo lento	2
Regular	91% - 100%	Velocidad de movimientos normal	3
Rápido	101%- 115%	Ritmo impetuoso pero sostenible	4
Muy rápido	>115%	Ritmo impetuoso y prácticamente insostenible	5

Fuente: Elaboración propia

Duración de la tarea por jornada de trabajo: Es el tiempo diario en horas que el trabajador dedica a la tarea específica analizada. La duración de la tarea por día puede ser medida directamente u obtener la información del personal implicado.

Tabla 22. Duración de la tarea

Duración de la tarea por día en horas	Valoración
< 1	1
1 - 2	2
2 - 4	3
4 - 8	4
>= 8	5

Fuente: Elaboración propia

Una vez establecida la valoración de las 6 variables puede determinarse el valor de los factores multiplicadores mediante las siguientes tablas.

Tabla 23. Cálculo de los factores multiplicadores

Intensidad del esfuerzo		% De duración del esfuerzo	
Valoración	IE	Valoración	DE
1	1	1	0,5
2	3	2	1
3	6	3	1,5
4	9	4	2
5	13	5	3

Esfuerzos por minuto		% Postura mano muñeca	
Valoración	EM	Valoración	HWP
1	0,5	1	1
2	1	2	1
3	1,5	3	1,5
4	2	4	2
5	3	5	3

Velocidad de trabajo		Duración por día	
Valoración	SW	Valoración	DD
1	1	1	0.25
2	1	2	0.5
3	1	3	0.75
4	1,5	4	1
5	2	5	1.5

Fuente: Elaboración propia

El *Job Strain Index* se calcula mediante la aplicación de la ecuación:

$$\mathbf{JSI= IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD}$$

La ecuación es el producto de los 6 factores calculados mediante las tablas anteriores. Una vez calculada obtendremos el *Job Strain Index* cuya interpretación se realiza mediante el siguiente criterio: Valores de JSI inferiores o iguales a 3 indican que la tarea es probablemente segura. Puntuaciones superiores o iguales a 7 indican que la tarea es probablemente peligrosa.

8. Consideraciones éticas

Teniendo en cuenta la resolución 8430 de 1993 emitida por el Ministerio de Salud de Colombia, se informa que la investigación y las pruebas realizadas dentro de este proyecto están catalogadas “sin riesgo” (49) ya que es un estudio en el que no se realizará ninguna intervención o modificación dentro de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales, entre los que se consideran: Entrevistas, cuestionarios, registro fotográfico, entre otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

Se le entregará un consentimiento informado escrito a cada persona objeto de estudio, esto con el fin de autorizar su participación en la investigación, en pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos, beneficios y riesgos a que se someterá, el consentimiento informado se ejecutará de acuerdo con las pautas CIOMS. El cual está constituido por tres principios éticos:

1. El respeto por la vida humana (respeto por su integridad física y psicológica en pro de la protección de las personas).
2. Conveniencia (promover el beneficio mitigando el daño).
3. Equidad (Proteger los intereses, otorgando a cada persona el derecho de tener un trato justo y apropiado siendo equitativos)

Para el proceso de recolección de información con el fin de velar por el derecho a la privacidad, se omitirá datos personales como números de identificación y nombres dando un código a cada sujeto de estudio.

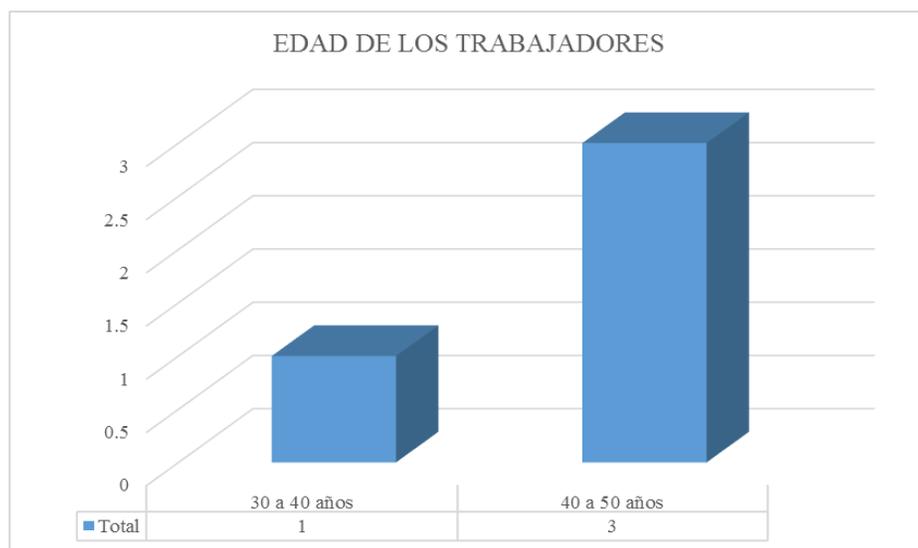
9. Resultados

A continuación, se describen los hallazgos encontrados luego del análisis de la información suministrada por la empresa desde diciembre 2018 hasta marzo 2019.

9.1 Caracterización de la población objeto de estudio

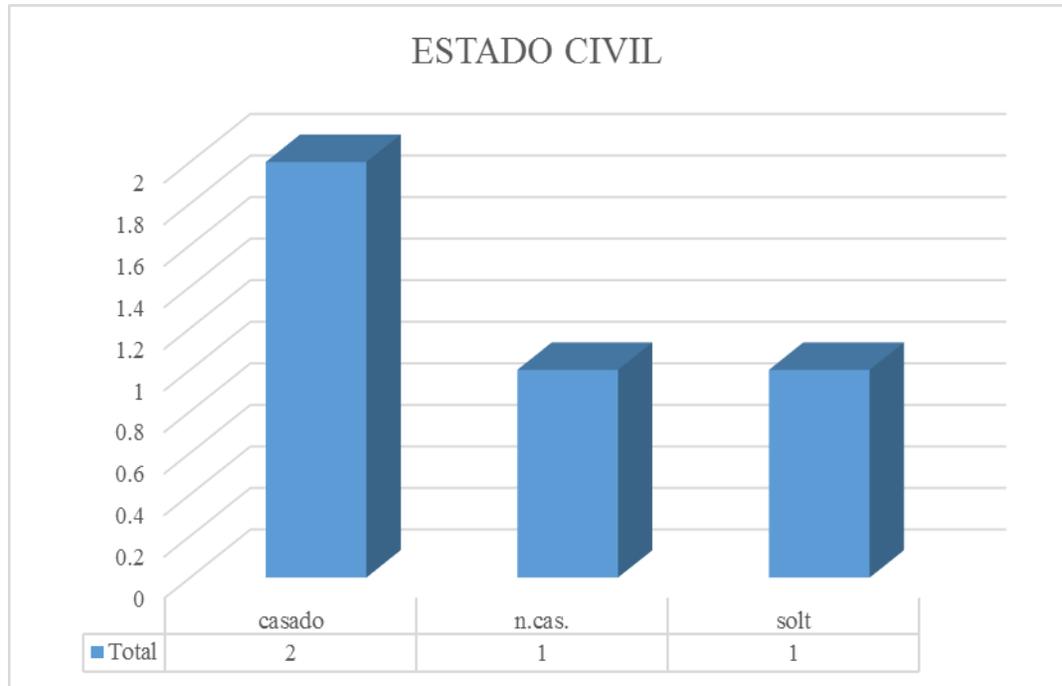
En la planta de Geosistemas se encuentran laborando 4 trabajadores todos de género masculino, en su mayoría entre los 40 y 50 años de edad (Figura 10); con estado civil casados (figura 11) y con una antigüedad en la empresa de 10 a 30 años (figura 12).

Figura 11. Distribución de la población del área de despachos según edad. Pavco 2019.



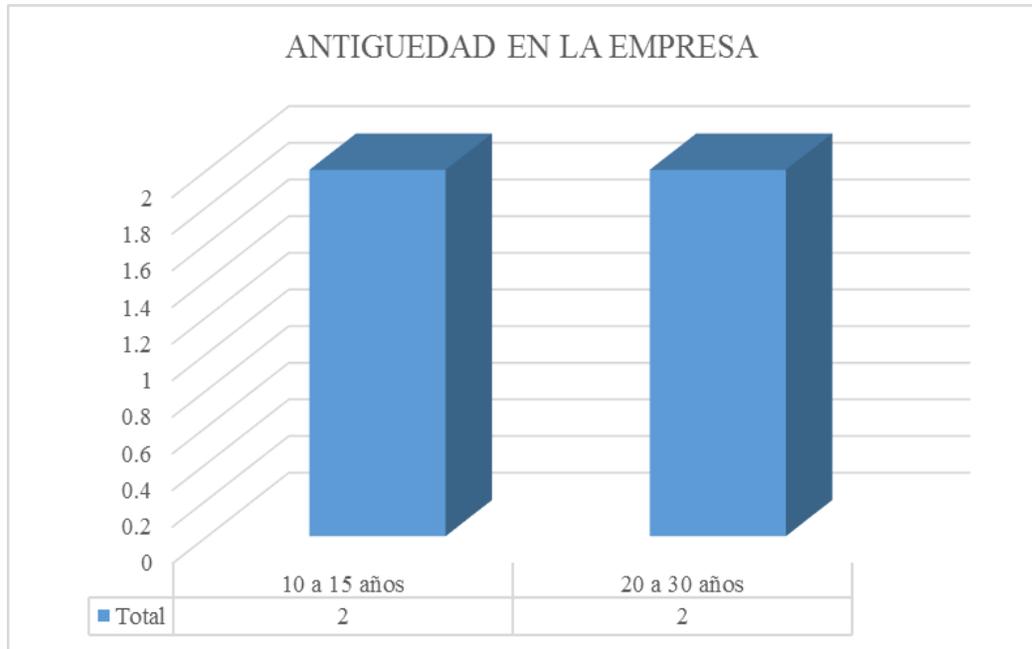
Fuente. Información de la empresa PAVCO. 2019

Figura 12. Distribución de la población del área de despachos según estado civil. Pavco 2019.



Fuente. Información de la empresa. 2019

Figura 13. Distribución del área de despachos según la antigüedad en la empresa. Pavco 2019.



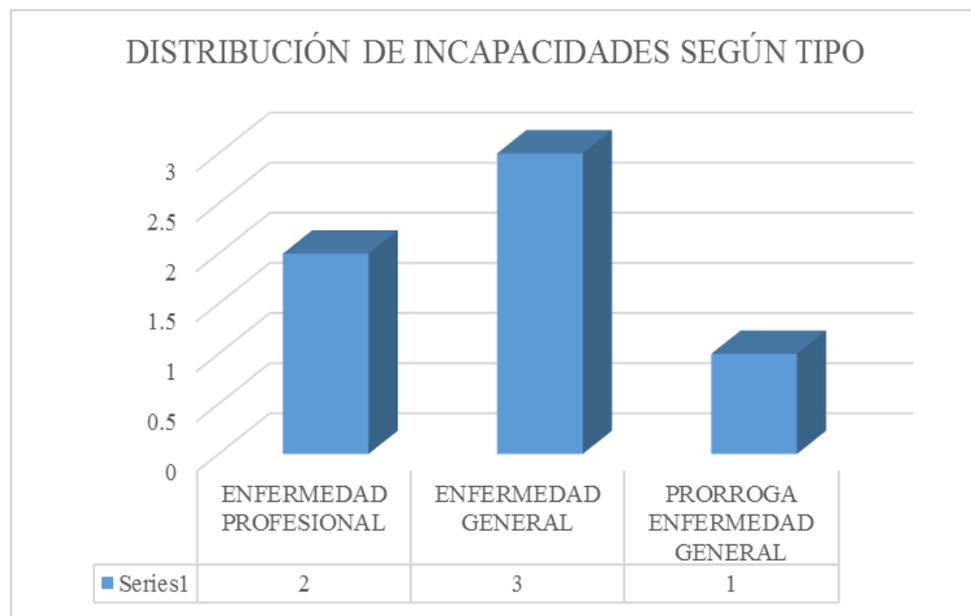
Fuente. Información de la empresa. 2019

9.2. Caracterización del ausentismo de la población objeto de estudio

En la planta de Geosistemas se revisó el ausentismo de la población objeto de estudio desde diciembre de 2018 hasta marzo de 2019 donde se encontró:

Figura 14. Distribución de incapacidades según tipo de diagnóstico de incapacidad.

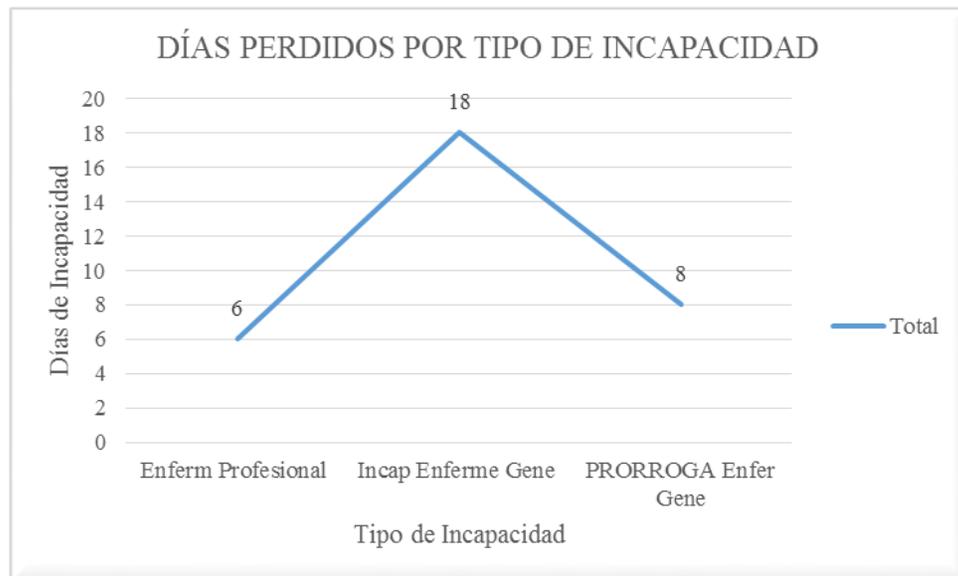
Pavco 2019.



Fuente. Información de la empresa. 2019

En el área de despachos de la planta de Geosistemas se presentaron 6 incapacidades siendo por enfermedad profesional las que más se presentaron entre diciembre del año 2018 y marzo de 2019.

Figura 15. Distribución de días perdidos por tipo de incapacidad. Pavco 2019.



Fuente. Información de la empresa. 2019.

Se presentó un total de 32 días perdidos en el área de despachos de la planta de Geosistemas, de las cuales 6 días correspondieron a enfermedad profesional, de un trabajador que se encuentra reubicado en el área desde hace 3 años con afectación a nivel de miembros superiores. En el área de despachos de la planta de Geosistemas se presenta una mayor distribución porcentual en enfermedades comunes con un 75% por una apendicitis aguda y prórroga de la misma, se observa por enfermedad profesional un porcentaje del 16% con diagnóstico de Epicondilitis media y lateral dada por un solo trabajador.

9.3. Actividades y tareas que se desarrollan dentro del proceso

Durante la identificación de actividades y tareas que se desarrollan en el proceso de la planta de geosistemas en el área de despachos, se observa que los trabajadores realizan como actividad principal el cargue y descargue de cargas extra dimensionadas con montacargas. Esta actividad se divide en cuatro tareas durante la jornada laboral.

1. Tarea: Revisión pre operacional del montacargas: el trabajador al iniciar su jornada laboral utiliza un *check list* propio de la empresa para revisar las condiciones físicas y de funcionamiento del montacargas.

2. Tarea: Solicitud de orden de despacho interno e inicio de la actividad: finalizada la tarea uno, el trabajador se dirige a la zona de despachos para recibir la orden de pedido y validar el material, cantidad y área donde se ubica.

3. Tarea: Cargue de materia prima, esta tarea está se desarrolla en cinco pasos así:

-Desplazamiento del montacargas hasta el rack.

-Visualización de la altura de ubicación del rollo.

-Ingreso del mástil al tubo (alma) del rollo.

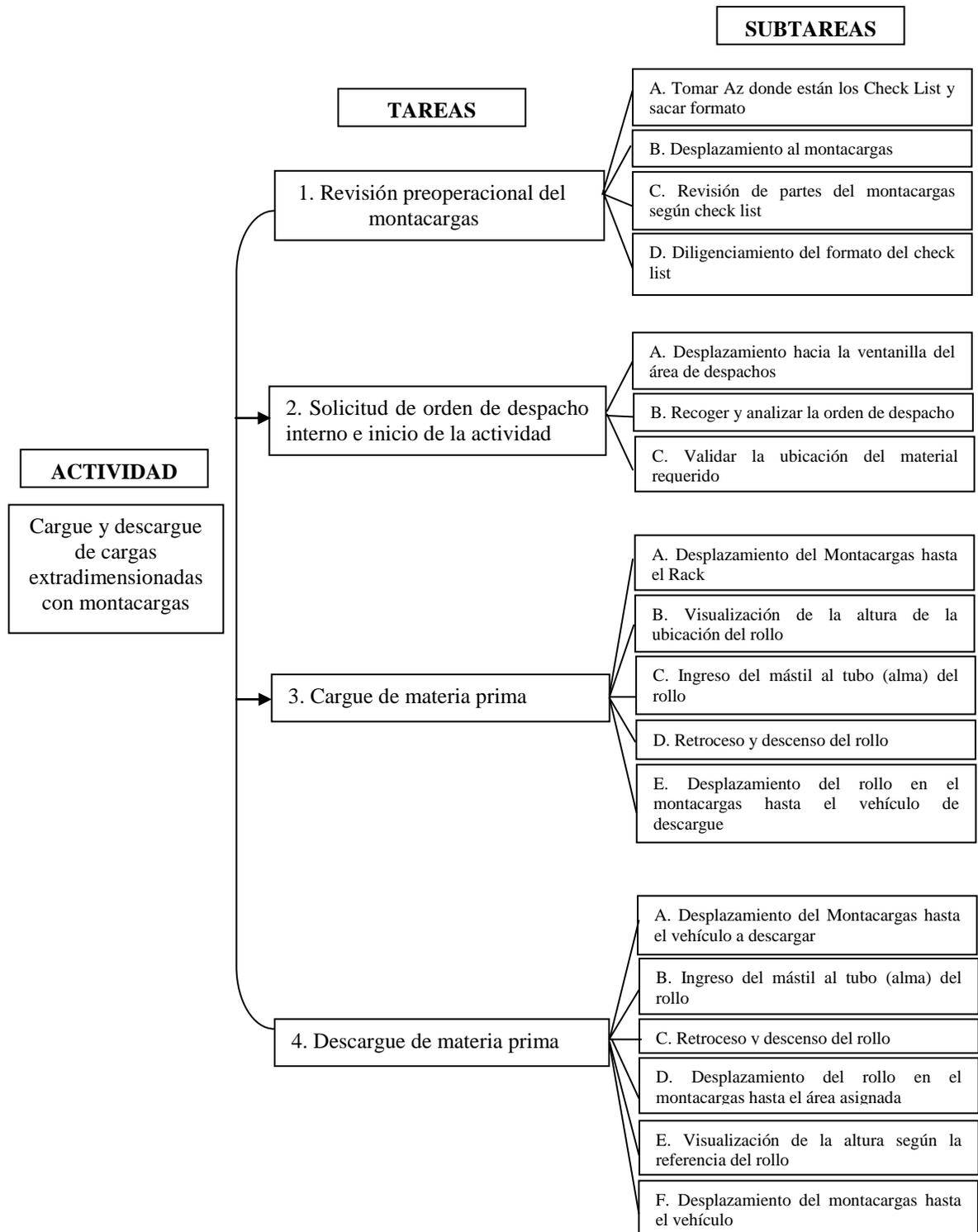
-Retroseso y descenso del montacargas con rollo

-Desplazamiento del rollo en el montacargas hasta el vehículo de descargue.

4. Tarea: Descargue de materia prima: esta tarea está se desarrolla en cinco pasos así:

- Desplazamiento del montacargas hasta el vehículo a descargar.
- Ingreso del mástil al tubo (alma) del rollo.
- Retroceso y descenso del montacargas con rollo.
- Desplazamiento del rollo en el montacargas hasta el área asignada.
- Visualización de la altura de ubicación según la referencia del rollo.
- Elevación del mástil hasta la ubicación final del rollo.
- Desplazamiento del montacargas hasta el vehículo. (**Anexo 1**)

Figura 16. Mapa ergonómico planta geosistemas



Fuente: elaboración propia

9.4 Identificación de los peligros biomecánicos

Inicialmente se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la herramienta de I nivel, entregada por la empresa objeto de estudio en un documento en Excel. El documento llamado “montacarguista geosistemas” evalúa 8 tareas que se realizan dentro del proceso de dos formas, 5 tareas de cargue y descargue manual la cual se realiza dos veces al mes aproximadamente y 3 tareas de cargue y descargue con montacargas la cual se realiza todos los días durante la jornada laboral.

a. Análisis de resultados de herramienta de I nivel:

El análisis de los resultados obtenidos por esta herramienta en las tareas de cargue y descargue con montacargas, muestra:

- La actividad principal es el cargue y descargue de rollos de diferentes materiales con diferentes referencias, pesos y tamaños, dando como resultado para estas tareas un nivel de intervención a largo plazo.

- En el instructivo de la herramienta de I nivel, no se evidencia una tabla que explique y describa el nivel de riesgo expresado por número y color para cada segmento corporal; pero se concluye que los resultados numéricos entre 1 y 2 muestra un color verde el cual significa riesgo bajo, entre 2 y 3 muestra un color amarillo que es riesgo moderado y mayor a 4 color rosado que es riesgo alto.

- Como resultado final la herramienta da como resultado un nivel de intervención por tarea evaluada de acuerdo a la siguiente escala; de 0 a ≤ 2 Largo plazo, 2 a ≤ 3 Mediano plazo, 3 a ≤ 4 Corto Plazo y a 4 Inmediato.

- De todos los segmentos corporales evaluados por la herramienta el resultado más crítico fue los segmentos de tronco, cuello y piernas.

- En las tareas de cargue y descargue con montacargas se evaluó el tiempo de duración de la tarea y número de veces a la semana que se realiza. Evaluó segmentos corporales como hombro, en donde se califica la postura incómoda con criterios de evaluación de la metodología Ocrá –NTC 5693-3, la repetitividad según criterios Gatiso – Ocrá – NTC 5693-3 y aplicación de fuerza, dando para este segmento corporal una calificación de Cero.

- En los segmentos corporales de miembro superior para muñeca, evalúa según criterio de la metodología JSI, la intensidad del esfuerzo, % duración del esfuerzo, esfuerzos por minutos, postura mano muñeca, velocidad, duración de la tarea por horas; dando como resultado una calificación de 1. También se evalúa los tipos de agarres y la herramienta manual utilizada. Para codo se realiza una pequeña descripción de la postura.

- Para la postura del tronco, cuello y miembro inferior evalúa postura en tronco y cuello incómoda más del 30% del ciclo de trabajo según la NTC 5723, postura incómoda en piernas (postura de pie) más del 30% de la jornada laboral según Reba y levantamiento de cargas en postura sedente, para estos segmentos corporales dio una calificación de 3.5

- La herramienta también evalúa la manipulación manual de cargas teniendo en cuenta el peso de la carga, desplazamiento vertical, giro del tronco, distancia horizontal y ayudas mecánicas utilizadas para el proceso, según criterios de la NIOSH – NTC 5693 -1, dando una calificación de 0.

- Considera el empuje y halado según criterios de la herramienta, considera la información de otros esfuerzos como los momentos de la tarea los cuales no puede hacer el levantamiento de cargas, el peso de la carga en kilogramos, las ayudas mecánicas y su descripción y si el trabajador sostiene o transporta la carga.

- También evalúa el puesto de trabajo donde de manera descriptiva refiere los planos y alcances realizados por el trabajador. Contempla los factores ambientales como vibración (mano / brazo continua o intermitente) y (tronco continua o intermitente) según los criterios de Ocre – NTC 5693-3, dando una calificación de 1 para tronco. La iluminación y la temperatura es evaluada según criterios del evaluador, dando como resultado 0.

- Locativos, se realiza una descripción de espacio de trabajo, orden y aseo, terrenos (pisos regulares e irregulares), entre otros. Los resultados del siguiente criterio fueron espacio adecuado para la realización de la actividad, se observan algunas dilataciones.

- En los factores organizacionales se contempla los factores de recuperación, rotación de tareas, horas extras y ritmo de la tarea determinadas entre existen (0) y no existen (1), dando una calificación de 0. La puntuación total para las tareas evaluadas es de 1.8 con un

nivel de actuación a largo plazo. Los resultados obtenidos para el factor de cargue o descargue de material extra dimensionado, pone de manifiesto la presencia del riesgo osteomuscular. (**Anexo 2**)

Analizada esta herramienta determinamos que no es una herramienta de I nivel, porque está compuesta por metodologías estandarizadas de II nivel como Ocrá (NTC 5693-3, NYC 5693-3), Job Strain Index (Moore, J.S. y Garg, A., 1995), NTC 5723, Reba, Niosh (NTC 5693-1), las cuales permiten confirmar los resultados obtenidos bajo criterios estandarizados.

b. Resultados herramientas de II nivel:

Aplicada las dos metodologías de evaluación escogidas se obtienen los siguientes resultados:

Resultado del método REBA: Tras la observación realizada por el equipo de investigación a las tareas ejecutadas por el trabajador durante la jornada laboral se determinó para el **grupo A** una puntuación para los segmentos corporales de tronco 4 puntos, evidenciándose esta postura entre 20 y 60 grados de flexión, existe torsión o inclinación lateral del tronco al visualizar las diferentes alturas del producto terminado y al conducir el montacargas. En el segmento corporal de cuello con calificación de 3 puntos, donde indica que está extendido más de 20 grados al realizar la observación de la ubicación de producto terminado, ya que los rollos más altos se sitúan entre 5 y 6 metros del piso,

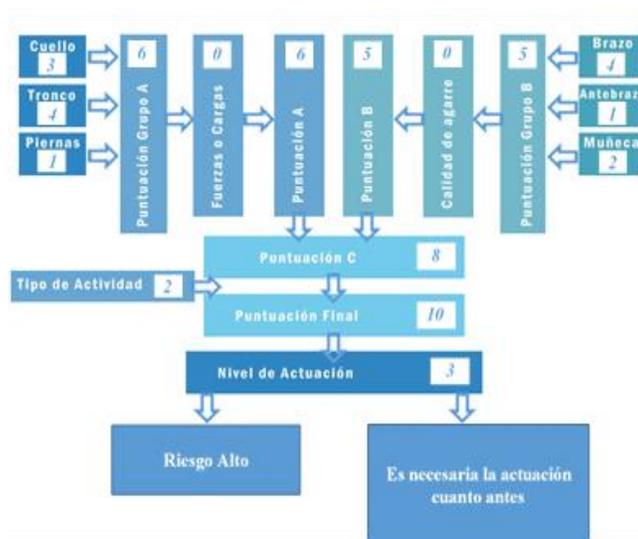
condición que se debe comprobar en postura sedente desde el montacargas; para piernas la calificación de 1 punto, donde se evidencia la postura sedente mantenida en el desarrollo de la labor. El resultado total de 6 puntos, indica un riesgo medio para estos segmentos lo que hace necesario una actuación.

Para el **grupo B** a partir de las puntuaciones de los miembros superiores que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca) lado derecho arrojó como resultado 5 puntos, donde se observa que el brazo está entre 46 y 90 grados de flexión al manipular constantemente las palancas del montacargas para movilizar el mismo, y al subir y bajar el mástil donde será cargado el producto terminado a manipular. El antebrazo está entre 60 y 120 grados de flexión constante, la muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión ya que moviliza las palancas de manera vertical para ejercer acciones propias del mismo, existiendo torsión y desviación lateral. Para el lado izquierdo arrojó 6 puntos, se observa que el brazo está entre 46 y 90 grados de flexión al manipular constantemente el timón que posee una perilla que moviliza cuando conduce el montacargas. El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión cuando moviliza el timón y la muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados dependiendo de la postura de la perilla, existiendo torsión y desviación lateral de la muñeca. Para el **grupo B** indica un riesgo medio para estos segmentos lo que hace necesario una actuación. En cuanto a la valoración de fuerza ejercida en el grupo A la puntuación fue 0 ya que para manipular las palancas y el timón el requerimiento de fuerza no supera los 5 kg y para el grupo B la calidad de agarre fue buena. (**Anexo 6**)

Al realizar el cruce de los resultados obtenidos del grupo A y grupo B en la tabla 16, se obtiene la puntuación C, cuyo resultado es 8 puntos.

La puntuación dada en C se incrementa en dos puntos más (+2) gracias a que cumple con dos de los criterios establecidos en el tipo de actividad: se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetidos más de 4 veces por minuto con un +1, cuando el trabajador debe realizar la manipulación de 3 palancas y el timón para desplazar el montacargas hasta los racks donde dispone del producto terminado a transportar y una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de un +1, cuando el trabajador visualiza las diferentes referencias de producto terminado desde el montacargas en postura sedente. **El puntaje final** de la metodología es 10 puntos, la figura 17 muestra los puntajes obtenidos.

Figura 17. Resultado numérico aplicación método Reba



Fuente: Ergonautas

La puntuación final de 10 que se obtuvo, revela un **nivel de Riesgo Alto**, con un **nivel de actuación** inmediato para las actividades evaluadas de cargue y descargue de cargas extra dimensionadas, según lo indica el método aplicado. (Tabla 25)

Tabla 24. Interpretación de resultados de la Metodología REBA

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	2 o 3	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Fuente: elaboración propia

Resultado del método JSI: Tras la observación por el equipo de investigación a las tareas realizadas por el trabajador durante los ciclos de trabajo por medio de la aplicación de la metodología se puede determinar como resultado que los movimientos que el trabajador realiza durante la actividad de cargue y descargue de cargas extra dimensionadas son probablemente seguros para miembros superiores, debido a que está condicionado por el espacio en el que se ejecuta la movilización del montacargas para ser ubicado de manera frontal al cargar el material; este resultado puede variar dependiendo de la cantidad de material a cargar y descargar en los vehículos.

❖ Intensidad del esfuerzo: estimación de la fuerza necesaria para realizar la tarea una vez:
Un poco duro donde el esfuerzo es perceptible a manipular las palancas y el timón del montacargas.

❖ Velocidad de trabajo: estimación de la velocidad con la que desempeña su tarea el trabajador: *Rápido* donde se evidencia un ritmo impetuoso pero sostenible dependiendo siempre del número de producto terminado que debe manipular y el tiempo requerido para su movilización.

❖ Postura mano/muñeca: estimación de la posición anatómica de la mano: *Regular* donde se evidencia que la postura en muñeca no es neutra observándose flexión entre 16° - 30° y extensión entre 26° - 40° al manipular las palancas constantemente para movilizar el montacargas y el mástil al subir o bajar producto terminado.

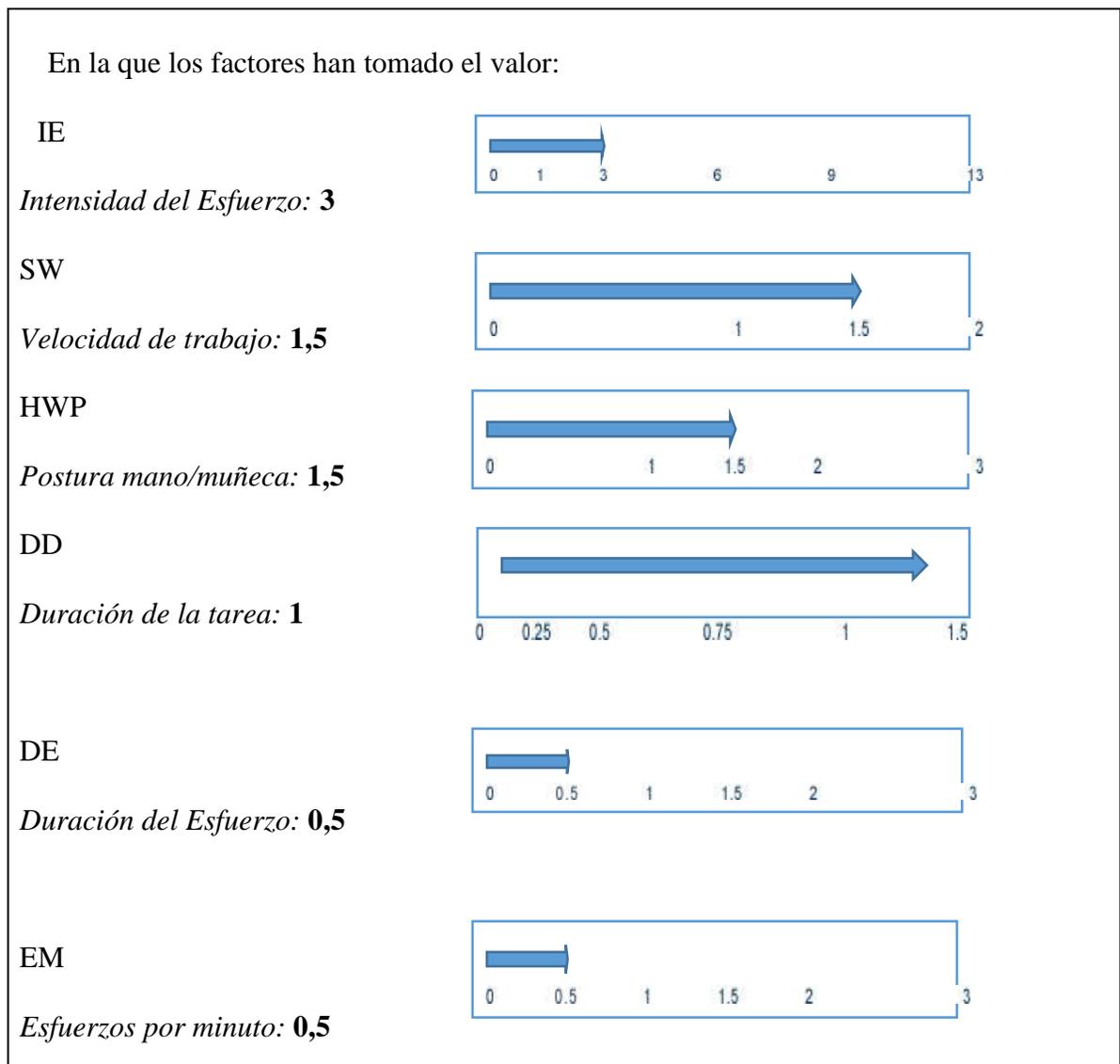
❖ Duración de la tarea por día: tiempo de la jornada dedicado a la realización de la tarea: $\geq 4 h.$ y $< 8 h$ en promedio, existiendo según la cantidad de producción, trabajo continuo por horas.

❖ Tiempo de observación: Tiempo total durante el que se ha observado la tarea: *2 h. 00 m. 00 s.*

❖ Número de esfuerzos: Número de esfuerzos realizados por el trabajador durante la observación: *14 esfuerzos en el ciclo de trabajo.*

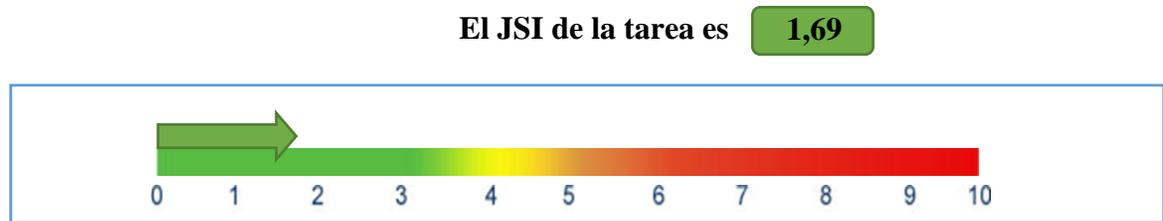
❖ Duración de los esfuerzos: Duración de los esfuerzos percibidos durante la observación:
1 minuto. (Anexo 5)

Figura 18. Resultados numéricos de las variables de la metodología JSI



Fuente: Ergonautas

Figura 19. Resultado numérico aplicación método JSI



Fuente: Ergonautas

Aplicada la metodología y determinado el resultado se considera:

Valoración: El JSI determina que, si el resultado es menor o igual a 3, la tarea es probablemente segura. Para la actividad evaluada de cargue y descargue de producto terminado con el montacargas se concluye que es variable por la cantidad de producto (rollos) que debe manipular (entre 50 a 300 rollos), y la disposición de los mismos en los racks que aumentan los movimientos repetitivos a nivel de miembros superiores.

Mejoras: Es conveniente disminuir la velocidad de los movimientos en miembros superiores cuando el trabajador realiza la tarea.

9.5 Comparación de resultados de las herramientas

A continuación, (Tabla 12), se describen los resultados comparativos obtenidos en la aplicación de las herramientas de II nivel con respecto a los resultados de la herramienta de I nivel:

Tabla 25. Cuadro comparativo de los resultados de las herramientas

HERRAMIENTA I NIVEL	REBA	JSI
La lista de verificación de condiciones ergonómicas para cargos operativos busca identificar las tareas generadoras de mayor exposición de riesgo de carga física de los segmentos reportados con mayor morbilidad por diagnóstico de desórdenes músculo- esqueléticos (DME)	El método REBA evalúa las posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. Se seleccionan aquellas que supongan una mayor carga postural, por su duración, frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.	JSI es un método de evaluación de puestos de trabajo que permite valorar si los trabajadores que los ocupan están expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos.
¿QUE EVALÚA?		
La valoración de los factores biomecánicos se realiza con base en los requerimientos de carga física identificados y propuestos dentro de las guías basadas en la evidencia como son postura, fuerza y movimiento repetitivo; también tiene en cuenta variables y criterios de evaluación de diferentes metodologías como Ocra (NTC 5693-3, NYC 5693-3), Job Strain Index (Moore, J.S. y Garg, A., 1995), NTC 5723, Reba, Niosh (NTC 5693-1), Guía Técnica de SVE. También evalúa el puesto de trabajo donde de manera descriptiva refiere los planos y alcances realizados por el trabajador. Contempla los factores ambientales y organizacionales. (Anexo 2)	El objetivo de REBA es valorar el grado de exposición del trabajador al riesgo por la adopción de posturas inadecuadas. Este método permite valorar la carga estática en las extremidades superiores. Es un método especialmente sensible a los riesgos de tipo músculo-esquelético.	Tratan de valorar el esfuerzo físico que sobre los músculos y tendones de los extremos distales de las extremidades superiores supone el desarrollo de la tarea, así como el esfuerzo psíquico derivado de su realización. Las variables intensidad del esfuerzo y postura mano-muñeca tratan de valorar el esfuerzo físico, mientras que el resto mide la carga psicológica a través de la duración de la tarea y el tiempo de descanso. Las variables que miden el esfuerzo físico valoran tanto la intensidad del esfuerzo como la carga derivada a la realización del esfuerzo en posturas alejadas de la posición neutra del sistema mano-muñeca.

ACTIVIDAD CARGUE Y DESCARGUE CON MONTACARGAS		
<p>En la herramienta de primer nivel se evaluaron tres actividades en donde se realiza cargue y descargue de producto terminado con montacargas.</p>	<p>En las herramientas de segundo nivel se evaluaron las actividades de cargue y descargue de producto terminado.</p>	
<p>TIEMPO DE DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD</p>	<p>La actividad de cargue y descargue de producto terminado se realiza todos los días, con una jornada laboral de 8 horas aproximadamente, sujeto a la demanda de despachos solicitada por los clientes</p>	
<p>HOMBRO: según los resultados descritos en la herramienta de I nivel, la calificación para el segmento corporal es cero, lo que significa que no existe riesgo.</p>	<p>HOMBRO: la puntuación para este segmento fue 4, lo que significa que el brazo está entre 46 y 90 grados de flexión; el brazo está abducido o rotado al desarrollar la actividad.</p> <p>Lo que significa que existe riesgo medio para este segmento corporal.</p>	<p>HOMBRO: la metodología no evalúa este segmento corporal.</p>
<p>MANO MUÑECA: según los resultados descritos en la herramienta de I nivel, la calificación para el segmento corporal es uno, lo que significa que es un nivel de riesgo bajo para la tarea.</p>	<p>MANO MUÑECA: Esta calificación se divide en derecha e izquierda, describiendo así:</p> <p>Segmento corporal derecho: para brazo (4), antebrazo (1), muñeca (2), para una calificación de (5), lo que significa un nivel de riesgo medio para estos segmentos lo que hace necesario una actuación.</p> <p>Segmento Corporal Izquierdo: para brazo (4), antebrazo (1), muñeca (3), para una calificación de (6), lo que significa un nivel de riesgo medio para estos segmentos lo que hace necesario una actuación.</p>	<p>MANO MUÑECA:</p> <p>Intensidad del esfuerzo: Un poco duro.</p> <p>Velocidad de trabajo: Rápido.</p> <p>Postura mano/muñeca: Regular.</p> <p>Duración de la tarea por día: >= 4 h. y <8 h.</p> <p>Tiempo de observación: 2 h. 00 m. 00 s.</p> <p>Número de esfuerzos: 14</p> <p>Duración de los esfuerzos: 1 minuto.</p> <p>Según los resultados, la calificación para el segmento corporal es 1.69, lo que significa que es un nivel de riesgo bajo para la tarea.</p>

TRONCO CUELLO Y PIERNAS: según los resultados descritos en la herramienta, la calificación para el segmento corporal es 3.5, lo que significa que es un nivel de riesgo moderado.	TRONCO CUELLO Y PIERNAS: la puntuación arrojada para estos segmentos corporales fue de 6, lo que significa un nivel de riesgo medio, lo que hace necesario una actuación.	TRONCO CUELLO Y PIERNAS: la metodología no evalúa este segmento corporal.
--	--	--

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos y al realizar la comparación de la aplicación de las tres herramientas se evidencia un nivel de riesgo considerable para los diferentes factores de riesgos biomecánicos (posturas forzadas, movimientos repetitivos y vibración) arrojados en los resultados y que están presentes en las tareas ejecutadas por los montacarguista del área. Por tal motivo se propone implementar mejoras en la distribución física en cuanto al espacio y la reubicación de los racks con el fin de disminuir los factores de riesgos biomecánicos.

Para el segmento corporal hombro se observa que en la herramienta de I nivel la calificación fue cero, lo que significa que no existe riesgo; mientras que en la herramienta de II nivel (Reba), la calificación fue cuatro, lo que significa que el nivel de riesgo es medio, cuando el trabajador adopta posturas anti gravitacionales al momento de accionar las palancas y el timón del montacargas. La metodología JSI no evalúa este segmento corporal.

Para el segmento mano – muñeca la herramienta de I nivel y la herramienta de II nivel (JSI) son similares ya que evalúan bajo los mismos criterios y los resultados son equivalentes. Al evaluar los segmentos corporales de mano - muñeca los resultados de la herramienta de I nivel fue uno, lo que significa que es un nivel de riesgo bajo para la tarea. En la herramienta de II nivel (JSI) la calificación para el segmento corporal es 1.69, lo que significa que es un nivel de riesgo bajo para la tarea, corroborando los resultados obtenidos en la aplicación de la herramienta de I nivel.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación de la herramienta de I nivel y la herramienta de II nivel (Reba), cada metodología nombra el riesgo postural de forma diferente, pero en ambas se concluye que los segmentos cuello, tronco y miembros inferiores están expuestos más del 30% de la jornada laboral a posturas incómodas (forzadas) como torsión e inclinación lateral del tronco, lo que nos indica que se hace necesario una actuación en el riesgo identificado.

9.6. Diseño de Layout

Según lo evidenciado durante el desarrollo de la investigación y lo observado en el proceso, el área de despachos de la planta de geosistemas se divide en dos, tejidos y no tejidos, allí se almacenan producto terminado extra dimensionados de diferentes pesos, longitudes y volúmenes; cada área cuenta con racks ubicados y distribuidos de diferentes formas según necesidad de la empresa en el transcurso del tiempo. Los racks están divididos en dos niveles de almacenamiento (uno inferior y otro superior) midiendo tres metros de altura cada nivel para un total de seis metros aproximadamente, cuatro metros de ancho y cinco metros de profundidad.

Las investigadoras observan que no existen suficientes racks de almacenamiento en las áreas y por tal motivo la empresa acude a ubicar el producto terminado en arrume negro (producto en el piso), generando riesgo locativo por deslizamiento de los rollos al estar arrumados unos sobre otros sin estructuras o soportes que los contengan y ocasionar posibles lesiones a los trabajadores o instalaciones de la empresa.

La distribución y ubicación actual de los racks en las áreas dificulta al operador del montacargas la conducción del mismo y del producto terminado durante los procesos de cargue y descargue. Los racks se encuentran ubicados a los costados de las áreas de circulación, generando en el trabajador aumento de los movimientos repetitivos en miembros superiores al momento de manipular las palancas y el timón del montacargas, para ubicarse frente a los racks, dar reversa y al salir del área.

La vibración cuerpo entero a la que están expuestos los trabajadores durante el desplazamiento en el montacargas es un factor de riesgo que puede incidir en la aparición de desórdenes músculoesqueléticos por las condiciones del piso el cual se encuentra en mal estado, con irregularidades, dilataciones y desniveles. Se tiene establecido para la conducción del montacargas una velocidad de 10 K/H, durante la observación del proceso se evidenció que estos superan la velocidad haciendo que la vibración cuerpo entero se aumente.

Estudiado el proceso actual de la planta de Geosistemas se observó que es un almacén cubierto, su edificación es en ladrillo, la cual ofrece una protección completa a los materiales que allí se almacenan, y permite el cambio de condiciones como temperatura y humedad. El tipo de almacenamiento utilizado es aleatorio, consiste en depositar el producto terminado en los racks con ubicación pre establecida o en el espacio libre que se encuentre en las áreas, se utiliza almacenamiento convencional donde se coloca por unidades individuales y se tiene acceso al producto adaptándose a cualquier carga en volumen y peso.

El tipo de Layout que predomina en el proceso se denomina en línea o por producto, ubicados de manera secuencial para ser tomados según referencia para su movilización. El volumen de producción es grande, las ubicaciones de los racks permiten visualizarlos, se desplaza el producto terminado de un lugar a otro y adicionalmente los trabajadores no requieren de una elevada cualificación para la ejecución de las tareas. Esta clase de Layout ofrece ventajas y desventajas, es frecuente que las rutas que siguen los productos

terminados dentro del almacén, tengan traslados aleatorios, disminuyendo en forma importante la eficiencia total del proceso.

Ventajas:

- Presenta un alto costo variable, pero relativamente bajo costo fijo, dado que no requiere inversiones especiales para ponerlo en práctica.
- Permite trabajar una variedad relativamente importante de productos diferentes.
- Es más adecuado utilizarlo en procesos intermitentes donde se requiere alta variedad de productos y relativamente bajo volumen.
- El objetivo a lograr es disminuir al mínimo los desplazamientos entre los departamentos para así disminuir los costos y tiempos de traslado entre estaciones de trabajo.
- No existe la necesidad de determinar la ubicación de los puestos de trabajo mediante técnicas complejas. (**Anexo 6**)

Por tal motivo se propone para la empresa:

La disposición adoptada en la ubicación física de los productos terminados dará lugar a la nueva propuesta de Layout. Se deberá decidir en la planta de geosistemas una serie de aspectos importantes que son de gran interés para el funcionamiento del mismo como:

- Flujo de los procesos.
- Flujo de producto terminado en curso.

- Situación de los productos terminados y medios de transporte.

Uno de los aspectos clave es la necesidad de reducir los movimientos repetitivos en miembros superiores en la conducción del montacargas en la planta de Geosistemas, situación que se presenta cuando el trabajador se desplaza a recoger, entregar y disponer del producto terminado, facilitando que el proceso tenga los recursos necesarios antes mencionados y que estos productos se ubiquen cerca de la zona de entrega final.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en la ejecución de estas tareas son las posturas forzadas en extensión a nivel de cuello que realizan los trabajadores al momento de visualizar las referencias del producto terminado en los niveles altos de los racks cuando se va a cargar y descargar. Una vez los trabajadores retiran la carga de los racks, se conduce en reversa el montacargas para desplazarse hasta la salida de la bodega generando además rotación de cuello y tronco.

Descritas las características de los procesos se propone implementar:

Determinar la superficie real en la que se debe disponer el producto terminado de acuerdo al espacio y la capacidad con que cuenta la planta de Geosistemas, proponiéndose un flujo de desplazamiento en circuito del montacargas que favorezca el cargue y descargue hacia la zona de salida previamente identificada para la entrega, disminuyendo las maniobras de desplazamiento en reversa que se traducen en menos movimientos repetitivos en miembros superiores y rotaciones de cuello y tronco.

El circuito de desplazamiento en el área está compuesto de una entrada y una salida definida, dónde el montacargas puede desplazarse en busca del producto terminado avanzando de manera lineal para ser trasladado. La propuesta contempla que las entradas a la bodega brinden la posibilidad de entrar directamente hacia los racks y salir de forma fluida según el circuito hacia la zona de entrega, eliminando la salida en reversa.

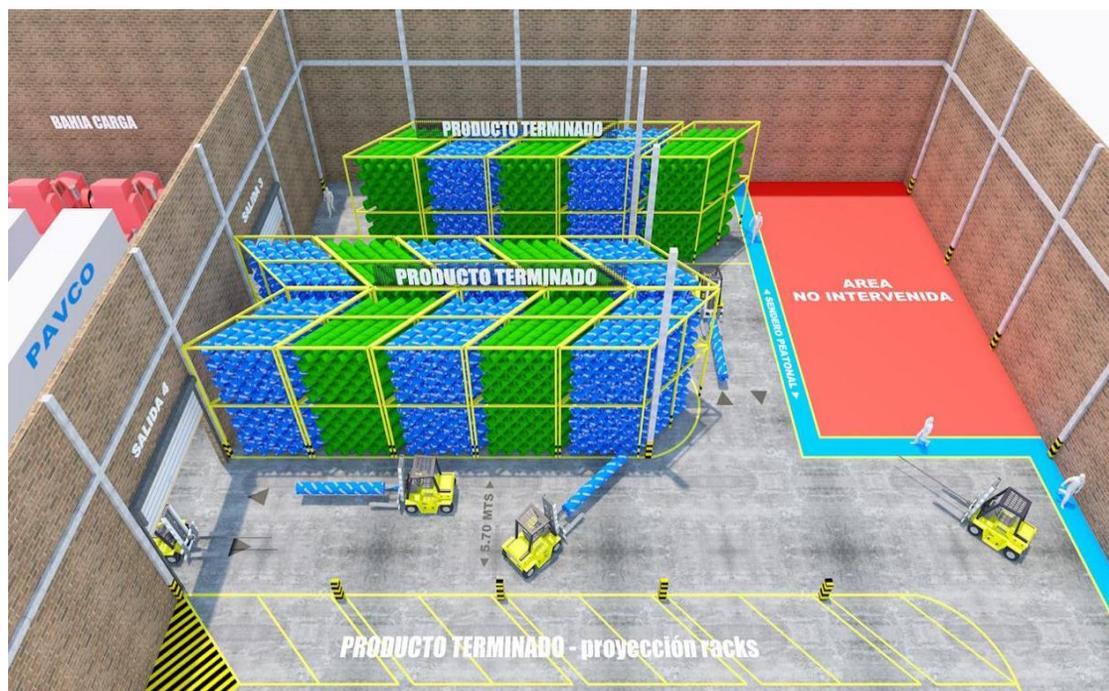
Figura 20. Propuesta de mejora circuito de desplazamiento del montacargas



Fuente: elaboración propia

Reubicar los racks de forma diagonal (espina de pescado) con sentido hacia las entradas de la bodega y paralelamente entre ellos con pasillos intermedios y con la distancia requerida, para que el montacargas se desplace fácilmente al realizar el cargue y descargue del producto.

Figura 21. Propuesta de mejora espina de pescado vista superior



Fuente: elaboración propia

Para los productos terminados (rollos) con mayor rotación, se debe disponer en los racks más cercanos a las entradas para su fácil ubicación y en los niveles inferiores para reducir el número de posturas forzadas en cuello e inclinaciones de tronco cuando se hace el cargue y descargue del mismo.

Figura 22. Propuesta de mejora espina de pescado vista frontal



Fuente: elaboración propia

Los racks intermedios que no están ubicados cerca de las paredes, contarán con la posibilidad de almacenar el producto terminado a cada lado, optimizando el espacio y el desplazamiento a la entrada o salida del área. Finalmente los trabajadores que operan el montacargas podrán realizar giros suaves de 45°, en lugar de giro de ángulo convencional de 90° impuesto por las áreas de circulación. (**Anexo 7**)

La redistribución de los racks en el espacio, permite que los giros de movimiento realizados por el trabajador en el montacargas se reduzcan, admitiendo la entrada y salida al área con mayor facilidad y optimizando los espacios para el desplazamiento según el circuito de recorrido, donde podrán realizar giros suaves de 45°, en lugar de giro de ángulo convencional de 90° impuesto actualmente por las áreas de circulación.

10. Discusión

El análisis realizado en el artículo “Uno de cada cinco empleados en Colombia sufre de estrés y fatiga laboral” (6), evidencia la importancia de aquellos ámbitos laborales que combinan de manera simultánea el esfuerzo físico y mental, como jornadas laborales extenuantes, movimientos repetitivos y posiciones forzadas siendo los más propensos a contribuir en la aparición de síntomas de fatiga y desórdenes músculo esqueléticos. En la empresa Pavco se observa que la actividad de cargue y descargue de cargas extra dimensionadas cumple con los requerimientos descritos en cuanto a posturas y movimientos repetitivos, siendo de gran importancia la intervención de los mismos para disminuir la probabilidad de ocurrencia de desórdenes músculos esqueléticos en los trabajadores, representados en un 85% de los casos, según Fasecolda.

Así mismo, la intervención de esta problemática demanda, una nueva estructura que involucra el análisis multifactorial, lo cual implica el desarrollo de intervenciones ergonómicas y de la organización del trabajo.

Ahora, teniendo en cuenta lo mencionado en el artículo, “II Encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el sistema general de riesgos laborales” (9) donde los factores de riesgo registrados con mayor frecuencia (más del 50%) estaban relacionados con las condiciones ergonómicas, movimientos repetidos de manos o brazos, posturas prolongadas e incómodas que podían producir cansancio o dolor, muestran al riesgo biomecánico entre las siete primeras causas de riesgo laboral en las empresas, así

mismo las lesiones musculo esqueléticas representan un 90% de las enfermedades laborales; según las herramientas de II nivel aplicadas e (REBA y JSI), se afirma lo referenciado, evidenciándose que para la actividad de cargue y descargue de cargas extra dimensionadas, los movimientos repetitivos en miembros superiores, las posturas prolongadas y forzadas a nivel de cuello y tronco al momento de movilizar las cargas con el montacargas.

En el análisis de las actividades se logró identificar que las tareas desarrolladas en la planta de Geosistemas presentan diversos componentes que se asocian a la aparición de desórdenes músculoesqueléticos; de esta manera, cada una de las tareas estudiadas presenta uno o más factores de riesgos biomecánicos como las posturas prolongadas, forzadas, movimientos repetitivos y esfuerzo muscular. El trabajo repetitivo afecta miembros superiores y se identifica con mayor frecuencia en hombro, antebrazo, mano, codo y muñeca en actividades de manejo de montacargas. Durante la investigación, se evidenció que hay un trabajador que se encuentra reubicado en el área desde hace tres años aproximadamente, con antecedentes de enfermedad laboral (Epicondilitis media en extremidad superior derecha), adquirida en otra área de trabajo de la empresa; quien actualmente es uno de los operadores de montacargas.

La conducción del montacargas está relacionada con tareas de despachos, específicamente en la movilización de producto. El principal riesgo para la columna vertebral se encuentra asociado a la exposición por vibración y a las posturas prolongadas en sedente.

Teniendo en cuenta que según la OIT ha definido las vibraciones como todo movimiento transmitido al cuerpo humano por estructuras sólidas capaces de producir un efecto nocivo o cualquier tipo de molestia (65), se evidencia que según los resultados de la herramienta de I nivel, la vibración de cuerpo entero se presenta continua e intermitente en las tareas de conducción de montacargas.

La intensidad de la exposición de las posturas forzadas adoptadas por el trabajador durante la ejecución de las tareas de cargue y descargue en montacargas depende de los niveles de almacenamiento en los racks, de la referencia y frecuencia del material a movilizar, el espacio de ubicación y desplazamiento del montacargas para ubicarse de frente al racks, según el nivel de visibilidad disponible de la carga y la conducción en reversa del montacargas. Todos los aspectos mencionados y los artículos consultados que apoyaron en gran totalidad el presente documento hacen que se considere de gran importancia el análisis y propuesta de mejora en la planta de geosistemas en el área de despachos de la empresa PAVCO, minimizando los factores de riesgo a posibles desordenes músculoesqueléticos a nivel de miembros superiores y columna vertebral.

Lo anteriormente descrito, debe de aplicarse con el objetivo de ejercer buenas prácticas en salud y seguridad en el trabajo, por lo que hay clara relación entre la investigación y los artículos que se han consultado.

11. Conclusiones

El análisis del perfil sociodemográfico permite concluir que es una población adulta con edades entre 40 y 50 años; existe prevalencia del género masculino; de los 4 trabajadores que hay en el área, 2 se encuentran en un rango de antigüedad entre 10 y 15 años y los otros 2 entre 20 y 30 años laborando en la empresa, este es un factor de estabilidad laboral en la empresa.

La información del ausentismo suministrada por la empresa comprende un periodo de 4 meses (diciembre de 2018 a marzo de 2019) donde se evidencia que los días de mayor incapacidad fueron generadas por una enfermedad común, seguida de una enfermedad profesional con diagnóstico de epicondilitis media y lateral dado por un solo trabajador, el cual se encuentra reubicado desde hace 3 años en esta área.

A través de la observación se identificaron las principales actividades del área de despachos de la planta de geosistemas, entre las cuales las tareas principales son el cargue y descargue de cargas extra dimensionadas.

Analizada esta herramienta de primer nivel se determina que pertenece a una de segundo nivel, porque está compuesta por metodologías estandarizadas de II nivel como Ocra (NTC 5693-3, NYC 5693-3), Job Strain Index (Moore, J.S. y Garg, A., 1995), NTC 5723, Reba, Niosh (NTC 5693-1), las cuales permiten confirmar los resultados obtenidos bajo criterios estandarizados.

Con aplicación de las herramientas de II nivel se identificaron las condiciones de riesgo biomecánicos, como lo son las posturas forzadas a nivel de cuello y tronco con la herramienta Reba y movimientos repetitivos en miembros superiores con JSI, confirmado los resultados obtenidos en la herramienta de I nivel suministrada por la empresa que identificó los riesgos anteriormente descritos y la vibración cuerpo entero.

Con la aplicación de la herramienta de segundo nivel JSI, se determinó el número de esfuerzos realizados por el trabajador durante la observación: 14 esfuerzos en el ciclo de trabajo a nivel de miembros superiores al manipular palancas propias del montacargas al conducir, evidenciados en el ingreso, ubicación del montacargas, toma de producto terminado, reversa y desplazamiento hasta el punto final de entrega.

Se identificó que en las tareas de cargue y descargue de la planta de Geosistemas, existen diferentes componentes que se asocian a la aparición de desórdenes músculo esqueléticos, como la ubicación del producto terminado a diferentes alturas en los racks favoreciendo posturas inadecuada a nivel de cuello y tronco, el espacio reducido para la movilización del montacargas en las áreas favoreciendo el aumento de los movimientos realizados por el trabajador a nivel de miembro superiores al manipular palancas y timón para la conducción del montacargas, y la vibración cuerpo entero dada como condición propia del montacargas.

De acuerdo a los resultados obtenidos y al realizar la comparación de la aplicación de las tres herramientas se evidencia un nivel de riesgo considerable para los diferentes factores

de riesgos biomecánicos (posturas forzadas, movimientos repetitivos y vibración) arrojados en los resultados y que están presentes en las tareas ejecutadas por los montacarguista del área. Evidenciándose tanto en la herramienta de primer nivel como en las de segundo nivel que las tareas realizadas deben ser intervenidas con el fin de minimizar estos riesgos evidenciados.

La distribución y ubicación actual de los racks en las áreas dificulta al operador del montacargas su movilización durante los procesos de cargue y descargue del producto y acomodación en los racks, generando que el trabajador tenga que aumentar las maniobras de conducción y realizar movimientos repetitivos en los miembros superiores manipulando las palancas y el timón del montacargas.

Se concluye que la vibración cuerpo entero a la que están expuestos los trabajadores durante el desplazamiento en el montacargas es un factor de riesgo que pueden incidir en la aparición de desórdenes músculoesqueléticos, por las condiciones del piso el cual se encuentra en mal estado.

El diseño de racks propuesto en forma de espina de pescado ofrece diferentes beneficios: ingreso directo del montacargas a la zona de cargue o descargue y disminución del número de acciones por movimientos repetitivos al tomar la carga y al realizar la reversa al momento de salir.

El diseño convencional de los racks con los que cuenta actualmente el área de no tejidos es de 26, con una capacidad de almacenamiento aproximado de 2028 rollos con diámetros de 45 cm (siendo estos los más gruesos), mientras que al modificar los racks a forma de espina de pescado, se aumentará el número de estos a 39 con capacidad de almacenamiento de hasta 32 unidades por nivel, 64 por rack y 2.342 rollos aproximadamente.

El área de tejidos cuenta actualmente con 18 racks y una capacidad de almacenamiento de 1404 aproximadamente con rollos de 45 cm de diámetro. Al redistribuir el área y modificar los racks a forma de espina de pescado el número de racks sería de 14 y la capacidad de almacenamiento aproximado de rollos será de 894.

Se concluye finalmente que las mejoras propuestas en el presente estudio en cuanto a la distribución del producto terminado repercuten directamente en la calidad de condiciones de trabajo desarrollada en el área, disminuyendo los tiempos de desplazamiento, los movimientos repetitivos a nivel de miembros superiores y posturas forzadas a nivel de cuello y tronco y el número de esfuerzos realizados por el trabajador durante la ejecución de la tarea.

12. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos se plantean las siguientes recomendaciones a corto, mediano y largo plazo:

12.1 Para la empresa:

Corto plazo:

Suministrar una base de datos sociodemográfica y de ausentismo adecuada que permita obtener información importante y relevante para emitir datos concretos de seguimiento a la población estudio.

Demarcar los pasillos para uso peatonal y los de uso exclusivo utilizados por los operadores de montacargas.

Se recomienda que todas las personas que se movilizan por el área (montacarguista, trabajadores propios, visitantes, personas de tránsito a otras áreas etc.) porten elementos de protección personal como casco, botas de seguridad y protectores auditivos así mismo chaleco reflectivo. El material de los mismos debe adaptarse según a las características del trabajo a realizar.

Implementar sistemas de alarma visual y acústica en el área con el fin de advertir de la presencia de montacargas a peatones y conductores externos.

Cuando los trabajadores estén realizando tareas de cargue y descargue de producto terminado en los vehículos ubicados en la zona asignada, el personal que deambula debe ser capacitado en medidas de autocuidado para circular por las diferentes áreas de la planta por donde circulan vehículos y evitar posibles accidentes.

Ubicar en los pasillos y esquinas espejos cóncavos, que brinden una mejor visibilidad de las personas, los objetos y de otros montacargas que transitan en el área.

Señalizar los racks donde se ubican cada referencia de producto según rotación, longitud, peso y volumen y que están se puedan movilizar según la disponibilidad de los racks.

Ubicar los productos de mayor rotación en los racks más cercanos a la salida de la bodega, disminuyendo la distancia de desplazamiento para el cargue y descargue.

Los productos de mayor rotación se deben ubicar en el primer nivel de los racks y ascendiendo de nivel según las unidades existentes por referencia. Esta ubicación favorece la facilidad de alcance de estas en el primer nivel y su cercanía a la zona de alistamiento.

Según la NTC 947-1 se sugiere implementar la velocidad del montacargas a máximo de 10 Kilómetros por hora.

Implementar el programa de vigilancia para la prevención de desórdenes músculoesqueléticos, con el objetivo de realizar seguimiento y mantener las condiciones de salud en los trabajadores de la empresa en la planta de Geosistemas.

Se recomienda que los exámenes médicos ocupacionales que se les realicen a los trabajadores del área sean con énfasis osteomuscular.

Realizar mediciones ambientales de ruido en el área de despachos de la planta de Geosistemas con el fin de revisar los decibeles a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores.

Realizar a los trabajadores del área audiometrías ocupacionales con el fin de evaluar la función auditiva por la exposición al ruido y realizar seguimiento de la efectividad de las medidas de control implementadas en la empresa.

Se sugiere el diseño y desarrollo de estándares de comportamiento motor seguro que incluya pautas posturales y de seguridad relacionadas con el manejo del montacargas y el cargue del producto terminado.

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público Retilap se recomienda que las áreas de almacenamiento y circulación del montacargas cuenten con buena iluminación, que los niveles de iluminancia estén entre 100 y 200 Lx.

Para llevar a cabo la intervención de la problemática de los factores de riesgo tales como postura, movimiento repetitivo y vibración identificados, se debe involucrar además un análisis multifactorial a nivel ergonómico, de la organización y distribución del trabajo.

Mediano Plazo:

Se propone una medida de control y mejora en el área, que minimice los factores de riesgos biomecánicos encontrados en la ejecución de las tareas de cargue y descargue de cargas extra dimensionadas, disminuyendo los movimientos repetitivos de miembros superiores, la distancia del recorrido y los desplazamientos, facilitando la movilización del producto terminado descrito en la propuesta de mejora del presente estudio.

Se recomienda conservar el mismo tipo de Layout en línea o por producto que predomina en el proceso, proponiendo un diseño nuevo en el espacio y un tipo de almacenamiento con racks en forma de espina de pescado, que ofrecen: mejora en el flujo de los procesos y flujo de producto terminado en curso.

Se recomienda que los racks y zonas de almacenamiento se ubiquen en los lugares que generen menos desplazamientos, a la vez dimensionarse de acuerdo con el volumen y peso de producto que deben ocupar. Reubicar los racks en forma secuencial, ser direccionados de forma diagonal en sentido a las entradas, con el fin de que el montacargas ingrese

directamente y se coloque frente al rack con menos maniobras, minimizando los movimientos repetitivos que se realizan actualmente al movilizar las palancas y el timón del montacargas.

Garantizar que el número de racks cuenten con la capacidad para almacenar la producción existente evitando que el producto terminado sea ubicado en el piso.

Mejorar las condiciones locativas del piso con el fin de favorecer el desplazamiento del montacargas y disminuir la vibración en el mismo.

Contar con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de montacargas con el fin de garantizar el mantenimiento y el buen estado de las llantas.

Largo Plazo:

Contemplar la posible redistribución del espacio y de los racks, según la propuesta realizada en esta investigación.

12.2 Para el trabajador

Evitar la postura sedente por periodos de tiempo prolongados (más de 2 horas), se recomienda realizar cambios de postura y movilizar los segmentos corporales como

miembros superiores enfatizando en ejercicios de relajación a nivel de muñecas y dedos con el fin de reducir la tensión muscular.

Se recomienda no estacionar el montacargas donde interfiera con el paso de otros vehículos o personas, con el fin de evitar posibles accidentes o lesiones a terceros.

Utilizar los cinturones de seguridad con el fin de evitar movimientos bruscos en columna vertebral al momento de frenar, pudiendo ocasionar lesiones a nivel cuello y tronco.

12.3 Para la academia:

¿Cuáles son las áreas de la empresa donde hay mayor número de trabajadores con sintomatología osteomuscular de miembros superiores que requieran una posible reubicación?

¿Cuáles son los riesgos biomecánicos presentes en los trabajadores que realizan las actividades de cargue y descargue manual en la planta de Geosistemas?

13. Referencias

- (1) Fasecolda, Federación de Aseguradores Colombianos. Sector 17 agosto 2017. [Internet]. [Consulta 23-05-2019]. Disponible online: <https://fasecolda.com/index.php/sala-de-prensa/noticias/2017/agosto/sector-agosto-17-2017/>.
- (2) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. 2003.
- (3) ILO. The prevention of occupational Diseases. International Labour Organization: Genova.2010. [Internet]. [Consulta 17-04-2019]. Disponible online: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_125137.pdf
- (4) Ministerio del Trabajo. Informe Ejecutivo. II Encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el sistema general de riesgos laborales. Bogotá. 2013.
- (5) Revista Colombiana de Salud Ocupacional, Volumen 6, No 1 2016 páginas 24 a 30.
- (6) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 04-09-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

- (7) Sociedad Colombiana de Ergonomía. Ergonomía. 2017. [Internet]. [Consulta 23-05-2019]. Disponible online: <https://www.sociedadcolombianadeergonomia.com/ergonomia>
- (8) Jairo Estrada. Ergonomía, Introducción al análisis del trabajo, Editorial Universidad de Antioquia. Volumen 3. 1993.
- (9) Ergonomía de Concepción, su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales, Universidad Pontificia Universidad Javeriana, 1ra Ed 2006.
- (10) Maria G. Obregón Sanchez Fundamentos de Ergonomía, Grupo Editorial Patria 2016
- (11) J. Alberto Cruz G, y G. Andrés Garnica G. Ergonomía aplicada. Editorial ECOE Ediciones Limitada, Bogotá. 2010.
- (12) Obregón Sánchez M. Fundamentos de ergonomía. Distrito Federal: Grupo Editorial Patria; 2016.
- (13) Ministerio de Salud y Protección Social. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y otros Factores de Riesgo en el Lugar de Trabajo (GATI-DLI- ED) [Internet]. [Consulta 23-05-2019]. Disponible online: [https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISODOLO R%20LUMBAR%20INESPEC%20C3%8DFICO.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISODOLO%20R%20LUMBAR%20INESPEC%20C3%8DFICO.pdf)

(14) Maury Javier Rueda Ortiz, Monica Zambrano Vélez Manual de ergonomía y seguridad. Editorial Alfa Omega. 2013

(15) Medicina Legal de Costa Rica. Med. lego. Costa Rica vol.13-14 n.2-1-2 Heredia Nov. 1997. [Internet]. [Consulta 23-05-2019]. Disponible online: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00151997000200010

(16) Ministerio de la Protección Social; Pontificia Universidad Javeriana. Guía de atención integral basada en la evidencia para desordenes musculo esqueléticos relacionados con movimientos repetitivos en miembros superiores desórdenes músculo esqueléticos Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de Quervain (GATI-DME). 2006. Ministerio de la Protección Social: Bogotá. 2006.

(17) IMF INTERNATIONAL BUSINESS SCHOOL, S.L., B83074146. Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid. Tomo 16.386, Libro 0, Folio 32, Sección 8, Hoja M 287.738, Inscripción 1º. [Internet]. [Consulta 24-05-2019]. Disponible online: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/la-fatiga-fisica-y-su-recuperacion/>

(18) INSHT y CCAA. Ministerio de Empleo y Seguridad social. Base de datos de Vibraciones mecánicas. Gobierno de España. Obligaciones del empresario. Exposición laboral a vibraciones mecánicas RD 1311/2005.

(19) Ayuso Gallardo JL. Anatomía funcional del aparato locomotor. Sevilla: Wanceulen Editorial; 2008.

(20) Ministerio de Salud y Protección Social. Ley 1562 de 11 de julio de 2012. [Internet]. [Consulta 23-05-2019]. Disponible online: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>

(21) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 17-08-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>.

(22) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante GINSHT. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 29-08-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/ginsht/ginsht-ayuda.php>.

(23) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante las tablas de Snook y Ciriello. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 22-08-2019]. Disponible online: http://www.ergonautas.upv.es/metodos/snook_y_ciriello/snook-ayuda.php

(24) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 29-08-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

(25) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 29-08-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

(26) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación postural mediante el método OWAS. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 29-08-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>

(27) Diego-Mas, José Antonio. EPR - Evaluación postural rápida. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 30-08-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/epr/epr-ayuda.php>

(28) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación de la repetitividad de movimientos mediante el método JSI. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 30-08-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>

(29) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 30-08-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>

(30) Lee D, Ferreira JJ. Reliability and usability evaluation of the Manual handling Assessment Charts for use by non-regulatory professionals. Human Factors Group. HSL. HSE. 2003

(31) <https://revistadelogistica.com/almacenamiento/tipos-de-almacenamiento/>

(32) <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/10/que-es-el-layout-de-un-almacen/>

(33) <http://admproduccionuba.blogspot.com/2014/04/layout-disposicion-de-instalaciones.html>

(34) Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Estudios a Distancia. Introduction a la Logística. [consulta 26-08-2019]. Disponible online: http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion_empresas/logistica/unidad_1/DM.pdf

(35) Ministerio de Salud y Protección Social. Ley 9 de 11 de 1979. [Internet]. [Consulta 23-05-2019]. Disponible online: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf

(36) Ministerio de Salud y Protección Social. Ley 1562 de 11 de julio de 2012. [Internet]. [Consulta 23-05-2019]. Disponible online:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>

(37) ARL SURA. Decretos, Leyes, Resoluciones, Circulares y Jurisprudencias. Decreto 614 de 1984. [Internet]. [Consulta 24-05-2019]. Disponible online: <https://www.arlsura.com/index.php/decretos-leyes-resoluciones-circulares-y-jurisprudencia/51-decretos/610-decreto-614-de-1984>

(38) Secretaria General Del Senado. Decreto 1295 de 1994. [Internet]. [Consulta 24-05-2019]. Disponible online: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_1295_1994.html

(39) Ministerio Del Trabajo. Decreto 1477 de 5 de Agosto de 2014. [Internet]. [Consulta 24-05-2019]. Disponible online: http://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/36482/decreto_1477_del_5_de_agosto_de_2014.pdf/b526be63-28ee-8a0d-9014-8b5d7b299500

(40) Secretaria Jurídica Distrital. Resolución 2400 de 1979. [Internet]. [Consulta 24-05-2019]. Disponible online: <https://www.secretariajuridica.gov.co/transparencia/marco-legal/normatividad/resoluci%C3%B3n-2400-1979>

(41) Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 1016 de 1989. [Internet]. [Consulta 24-05-2019]. Disponible online:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1016-de-2012.pdf>

(42) Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 04445 del 2 de diciembre de 1996. [Internet]. [Consulta 24-05-2019]. Disponible online:

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCION%2004445%20de%201996.pdf

(43) Colpensiones. Normativa. Resolución 2844 de 2007. [Internet]. [Consulta 24-05-2019].

Disponible online:

https://normativa.colpensiones.gov.co/colpens/docs/resolucion_minproteccion_2844_2007.htm

(44) ARL SURA. Decretos, Leyes, Resoluciones, Circulares y Jurisprudencias. Resolución 0312 de 2019. [Internet]. [Consulta 24-05-2019]. Disponible online:

https://www.arlsura.com/files/Resolucion_0312_de_2019_Estandares_Minimos.pdf

(45) Icontec. NTC 5655. [Consulta 24-07-2019]. Disponible online:

<https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5655.pdf>

(46) Icontec. NTC 5693. [Internet]. [Consulta 24-07-2019]. Disponible online:

<https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5693-1.pdf>

(47) Icontec. NTC 5655 PARTE II. [Internet]. [Consulta 24-07-2019]. Disponible online:

<https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5655.pdf>

(48) Icontec. NTC 3955. [Internet]. [Consulta 24-07-2019]. Disponible online:

<https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC3955.pdf>

(49) <https://acl-logistica.com/wp-content/uploads/2013/08/Norma-tecnica-colombiana->

[NTC5689.pdf](https://acl-logistica.com/wp-content/uploads/2013/08/Norma-tecnica-colombiana-NTC5689.pdf)

(50) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 477. [Internet].

[Consulta 24-07-2019]. Disponible online:

https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_477.pdf

(51) Organization International de Normalization. ERGONOMICS -- MANUAL HANDLING -- PART 1: LIFTING AND CARRYING. [Internet]. [Consulta 24-07-2019].

Disponible online: <https://www.iso.org/standard/26520.html>

(52) [https://www.insst.es/resultados-de-](https://www.insst.es/resultados-de-busqueda?p_p_id=3&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_struts_action=%2Fsearch%2Fsearch&_3_keywords=ntp+214&search=search)

[busqueda?p_p_id=3&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_struts_action=%2Fsearch%2Fsearch&_3_keywords=ntp+214&search=search](https://www.insst.es/resultados-de-busqueda?p_p_id=3&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_struts_action=%2Fsearch%2Fsearch&_3_keywords=ntp+214&search=search)

(53) Universidad de la Rioja. Manipulación Manual de Cargas. España. 2015.[Internet]. [Consulta 16-03-2019]. Disponible online: <https://www.unirioja.es/servicios/spri/pdf/cargas.pdf>

(54)Secretaria Jurídica Distrital. Resolución 2400 de 1979. [Internet]. [Consulta 16-03-2019]. Disponible online: <https://www.secretariajuridica.gov.co/transparencia/marco-legal/normatividad/resoluci%C3%B3n-2400-1979>

(55)Universidad de Málaga. Manipulación Manual de Cargas. España. R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la Manipulación Manual de Cargas. [Internet]. [Consulta 18-03-2019]. Disponible online: <https://www.uma.es/publicadores/prevencion/wwwuma/183.pdf>

(56)Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Manipulación Manual de Cargas. REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril B.O.E. nº 97, de 23 de abril. España. 2003. [Internet]. [Consulta 19-04-2019]. Disponible online: <https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/cargas.pdf>

(57) <https://revistadelogistica.com/almacenamiento/montacargas-transporte-indispensable-del-mundo-industrial/>

(58)Sociedad Colombiana de Ergonomía. Ergonomía. 2017. [Internet]. [Consulta 23-05-2019]. Disponible online: <https://www.sociedadcolombianadeergonomia.com/ergonomia>

(59) Fasecolda, Federación de Aseguradores Colombianos. Sector 17 agosto 2017. [Internet]. [Consulta 23-05-2019]. Disponible online: <https://fasecolda.com/index.php/sala-de-prensa/noticias/2017/agosto/sector-agosto-17-2017/>

(60) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. 2003.

(61) ILO. The prevention of occupational Diseases. International Labour Organization: Genova.2010. [Internet]. [Consulta 17-04-2019]. Disponible online: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_125137.pdf

(62) Ministerio del Trabajo. Informe Ejecutivo. II Encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el sistema general de riesgos laborales. Bogotá. 2013.

(63) Revista Colombiana de Salud Ocupacional, Volumen 6, No 1 2016 páginas 24 a 30.

(64) Diego-Mas, José Antonio. Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 04-09-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

(65) <https://www.iberley.es/temas/riesgo-vibraciones-prevencion-riesgos-laborales-7401>

(66) <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISO-DOLOR%20LUMBAR%20INESPEC%3%8DFICO.pdf>