Propuesta de mejoramiento del proceso logístico de alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos para eventos en la Universitaria Agustiniana sede Tagaste a través de métodos y tiempos

Carlos Vicente Fernandez Perez.

Universitaria Agustiniana – Uniagustiniana

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2024

Propuesta de mejoramiento del proceso logístico de alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos para eventos en la Universitaria Agustiniana sede Tagaste a través de métodos y tiempos

Carlos Vicente Fernandez Perez

Tutor

Nelson Humberto Cruz Villarraga

Trabajo para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana – Uniagustiniana

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2024

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía y fuente de fortaleza en cada momento de este camino. Dedico esta investigación a mis padres y a mi hermano menor, cuyo apoyo incondicional y sacrificio han sido una fuente constante de motivación e inspiración para mi desarrollo académico y personal.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por su guía constante, a mi familia por su apoyo incondicional y a la Universitaria Agustiniana por brindarme los recursos y el ambiente necesario para desarrollar esta investigación. Expreso una mención especial al docente Nelson Humberto Cruz Villarraga, cuya orientación y dedicación fueron fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo. Asimismo, agradezco a la oficina de Salud y Salud en el Trabajo de la Institución, bajo la dirección del Ingeniero Harold Yesid Olaya Martínez, por su valiosa colaboración.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo mejorar los procesos logísticos de alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos para eventos académicos y no académicos realizados en la Universitaria Agustiniana, sede Tagaste. Actualmente, los trabajadores encargados del montaje y desmontaje realizan largos recorridos con cargas pesadas, lo que incrementa el tiempo de operación, los riesgos laborales y el desgaste físico. Por medio de una metodología cuantitativa con alcance descriptivo, con una estrategia experimental con una secuencia transversal, se realizó una caracterización del proceso donde se midieron las distancias recorridas, el tiempo, las dimensiones de los elementos transportados y sus pesos. Además, por medio de una matriz de riesgos en base a la GTC – 45, brindando como resultado que el mayor riesgo era de tipo biomecánico. También, por medio de una simulación discreta en FlexSim, se evidencio las ineficiencias del proceso. A partir de estos resultados, se diseñaron las estrategias para optimizar el almacenamiento, el transporte y reducir riesgos, con el fin de mejorar la eficiencia y seguridad en la realización de estos eventos en la institución.

Palabras clave: métodos y tiempos, alistamiento, almacenamiento, montaje.

Abstract

The objective of this research is to improve the logistical processes of preparation, storage and conformation of modules for academic and non-academic events held at the Augustinian University, Tagaste campus. Currently, the workers in charge of assembly and disassembly make long journeys with heavy loads, which increases operating time, occupational risks and physical exhaustion. By means of a quantitative methodology with a descriptive scope, with an experimental strategy and a cross-sectional sequence, a characterization of the process was carried out where the distances traveled, the time, the dimensions of the transported elements and their weights were measured. In addition, by means of a risk matrix based on GTC – 45, resulting in the greatest risk being biomechanical. Also, through a discrete simulation in FlexSim, the inefficiencies of the process were evidenced. Based on these results, strategies were designed to optimize storage, transportation and reduce risks, to improve efficiency and safety in the realization of these events in the institution.

Keywords: methods and times, enlistment, storage, assembly.

Tabla de contenido

Introducción 12

1. Problema de investigación 14

1.1. Antecedentes de investigación 14

1.2. Descripción del problema 17

1.3. Pregunta de investigación 24

2. Objetivos 25

2.1. Objetivo General 25

2.2. Objetivos Específicos 25

3. Justificación 26

4. Marco referencial 28

4.1. Marco teórico 28

4.1.1. Métodos y Tiempos en la Gestión Científica 28

4.1.2. Enfoques de Estudio de Tiempos y Movimientos 29

4.1.3. Ingeniería de Métodos y Tiempos 29

4.1.4. Aplicaciones en la Mejora Continua 30

4.2. Marco conceptual 30

4.3. Marco Legal 33

5. Marco metodológico 35

5.1. Tipo de investigación 35

5.2. Variables del problema 35

5.3. Fuentes de información 38

5.4. Instrumentos de recolección de datos 39

5.5. Tamaño poblacional 40

6. Resultados 41
6.1. Caracterización 41
6.2. Análisis 46
6.2.1. Simulación Discreta 46
6.3. Diseño 48
6.3.1. Estrategia 1: Cambio del lugar de almacenamiento 49
6.3.2. Estrategia 2: Diseño de herramientas 51
6.3.3. Estrategia 3: Adaptación 58
7. Discusión 60
8. Recursos necesarios 61
8.1. Cotización 61
8.2. Cronograma de posible implementación 62
9. Conclusiones 65
10. Recomendaciones 67
10.1. Mantenimiento de las herramientas 67
10.1.1. Mantenimiento preventivo 67
10.1.2. Mantenimiento predictivo 68
10.1.3. Mantenimiento correctivo 69
10.2. Capacitación de empleados 69
10.3. Nueva revisión de la matriz de Riesgos 71
11. Referencias 72
Anexos 76

Lista de Tablas

Tabla 1 33

Tabla 2 36

Tabla 3 38

Tabla 4 39

Tabla 5 41

Tabla 6 42

Tabla 7 43

Tabla 8 44

Tabla 9 50

Tabla 10 51

Tabla 11 61

Tabla 12 62

Lista de Figuras

Figura 1 18

Figura 2 19

Figura 3 19

Figura 4 20

Figura 5 21

Figura 6 21

Figura 7 22

Figura 8 23

Figura 9 45

Figura 10 46

Figura 11 47

Figura 12 48

Figura 13 49

Figura 14 50

Figura 15 52

Figura 16 53

Figura 17 54

Figura 18 55

Figura 19 56

Figura 20 57

Figura 21 58

Figura 22 63

Figura 23 64

Figura 24 64

Figura 25 70

Introducción

La presente investigación por métodos y tiempos tiene como propósito mejorar los procesos logísticos de alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos para eventos, tales como ferias académicas y no académicas, que se realizan en la Universitaria Agustiniana sede Tagaste. Con el objetivo de caracterizar y analizar el proceso actual con el fin de diseñar una propuesta de mejora que reduzca recorridos, tiempos y los riesgos asociados, con el fin de prevenir accidentes.

En la Universitaria, se llevan a cabo constantemente eventos de diversa índole que requieren el uso de múltiples elementos, los cuales deben ser transportados desde el sótano hasta la plazoleta principal, ubicada en el primer piso. Esta investigación aborda la problemática con el interés de mejorar las condiciones laborales del personal de mantenimiento, optimizando el uso de recursos y minimizando tiempos, distancias y movimientos. Para ello, se emplean diferentes conocimientos y herramientas adquiridas en el transcurso de la carrera de Ingeniería Industrial, tales como la gestión por métodos y tiempos, la gestión de inventarios y la incorporación de la Salud y Seguridad en el Trabajo (SST).

La propuesta se desarrolló por medio de una metodología cuantitativa, con un enfoque descriptivo, bajo una estrategia experimental y una secuencia temporal transversal. La muestra seleccionada incluye a los trabajadores de mantenimiento encargados del transporte, montaje, desmontaje y almacenamiento de los elementos necesarios para las ferias.

En base a los objetivos de la investigación, se estableció un plan dividido en las siguientes fases, que se detallan en la sección de resultados:

Caracterización del sistema: se tomaron los tiempos de desplazamiento, el peso y las dimensiones de los elementos y se elaboró una matriz de riesgos basada en la GTC 45 para identificar el riesgo más alto.

Análisis del sistema: a partir de la caracterización, se realizó un análisis detallado mediante métodos y tiempos, complementado con una simulación discreta para visualizar y optimizar el proceso.

Diseño de la propuesta: Finalmente, se desarrolló una propuesta de mejora a través de una serie de estrategias destinadas a optimizar los procesos logísticos y reducir riesgos.

Posteriormente, se exponen los recursos necesarios de tipo físico y/o monetarios, para la implementación de la propuesta en los siguientes tres años. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones resultantes de la investigación.

1. Problema de investigación

1.1. Antecedentes de investigación

En la búsqueda constante de la optimización y la eficiencia de los procesos en la industria y las empresas, varios investigadores han abordado distintos aspectos relacionados con la gestión logística y la mejora de la productividad. Para ello, se han utilizado diferentes metodologías, como el Business Process (BPM), donde Cárdenas y Garrido (2023), por ejemplo, demostraron en su investigación, a través de varias simulaciones, cómo está metodología puede formalizar los procesos logísticos y de producción de muebles y melamina de la empresa Edificaciones Metálicas Savi SAC en Chiclayo. Teniendo como resultados, que era necesario un mejor uso de los recursos humanos para así, reducir los tiempos de operación.

Por consiguiente, para mejorar el uso de los recursos humanos, es necesario formar y capacitar al personal, como nos dice Castro (2020), en su investigación tiene como objetivo establecer la importancia de la formación y capacitación del personal, en este caso, de las personas que desempeñan el puesto de auxiliar de mantenimiento con el propósito de elevar su desempeño laboral, basándose en la metodología del libro "Evaluating training programs", por la cual midió los impactos que tiene la formación del personal, obteniendo como resultado que, al tener en cuenta los intereses de los empleados y capacitarlos, estos aumentan el rendimiento laboral.

En este contexto de industrias y empresas, las herramientas de ingeniería que buscan la reducción de costos también juegan un papel importante, como nos dice Rodríguez (2019) en su investigación, donde implementó un sistema de Gestión Logística para reducir los costos operativos de la empresa FEMINA E.I.R.L. utilizando como metodología un enfoque no experimental de tipo descriptivo y explicativo con la implementación de diferentes herramientas de ingeniería de tipo logístico. Obteniendo como resultado por medio de la implementación de

estas, encontrar causas y efectos, para poder formular la propuesta enfocada en la reducción de costos en la producción del calzado.

Pero también las empresas se enfocan en el aumento de la productividad, para esto buscan metodologías o técnicas. Ortiz (2019) en su investigación busca evaluar el proceso de elaboración de bloques de balsa en la empresa PRODUSIEMBAL CIA. LTDA. para aumentar la productividad. La metodología que utiliza es de carácter exploratorio y diagnóstico donde se evaluará el proceso productivo, resultando por medio de herramientas de ingeniería, lograr identificar los procesos por medio de etapas y realizar su diagnóstico, en lo que se logra la reducción de recursos, de distancias de recorrido y tiempos de producción. Las empresas, además de aumentar su productividad, necesitan aumentar sus utilidades para ser rentables. Henao y Sánchez (2016), en su investigación, tienen como objetivo el determinar el plan de gestión de operaciones que mejore tanto la productividad como la rentabilidad, a través de un modelo de optimización de la capacidad en el CEDI Funza Colfrigos S.A.S. La metodología utilizada es de tipo descriptiva, enfocada en conocer las actividades correspondientes y el control de las variables de productividad. Como resultado, obtienen un modelo de caracterización que evidencia la baja productividad de la empresa, causada por el exceso de horas de trabajo necesarias para cumplir con la producción. Además, dicen que, al aplicar el modelo formulado, la empresa podría duplicar su nivel de producción.

En este aumento de productividad, es necesario que la logística sea aún más eficaz mediante el uso de herramientas de gestión de inventarios, lo que permitirá minimizar los tiempos de operación logística. Herrera y Tovar (2015) abordan en su investigación el desarrollo de un plan de gestión logística para la empresa Sánchez Polo, utilizando la herramienta WMS-SISLOG, con la que minimizaran los tiempos de respuesta en la operación logística, mejorando así el servicio. La metodología que utilizaron es de tipo cuantitativo, ya que la investigación

requiere una naturaleza de tipo lineal. En los resultados incluyen un plan para registrar el ingreso de mercancías, la asociación de pedidos a camión, entre otras herramientas logísticas.

Para esto, las empresas deben contar con una correcta distribución, Amaya y Mejía (2020), en su investigación, propusieron una mejora en el proceso logístico de la empresa Inversora Lockey Limitada, sucursal Colombia, con el fin de fortalecer la distribución del producto final a los clientes. En la metodología aplicaron varios estudios por los que determinaron las variables afectadas y sobre las cuáles realizaron el análisis logístico, para poder realizar nuevas prácticas y así optimizar los costos que impactan a la empresa. En los resultados plantean una nueva propuesta de Layout. Además, la gestión y control de inventarios son vitales, en lo que Rosa y Castaño (2008), en su investigación, diseñaron un sistema de gestión y control de inventarios en la empresa ECA LTDA, con el objetivo de optimizar los procesos de almacenamiento. Utilizando en la metodología un enfoque descriptivo, con el fin de identificar las características más importantes de lo propuesto. Obteniendo como resultado la implementación de los indicadores de gestión a aplicar.

Considerando todos estos factores y la búsqueda de la eficiencia, es necesario disminuir los tiempos improductivos y los desperdicios, en esto Guzmán y Triana (2020), en su investigación, tienen como objetivo el desarrollar una propuesta de mejoramiento del proceso de producción de sanitarios OP Smart por medio de las herramientas Lean Manufacturing y métodos y tiempos, con el fin de disminuir tiempos improductivos y desperdicios, además de incrementar la productividad de la empresa Corona S.A.S. en su planta de Madrid. Como metodología, se utilizaron múltiples enfoques desde la aplicación, la descripción, el explorar, el cualificar y cuantificar. Obteniendo como resultado, el diagnóstico del Lean Manufacturing, donde evidencia la consolides de la empresa, pero, determinaron y analizaron por medio de un VSM (Value Stream Mapping) los procesos que más tienen demora.

En resumen, la búsqueda de la eficiencia y optimización de los procesos industriales, empresariales y organizacionales ha sido abordada por diversos investigadores utilizando diferentes metodologías, donde involucran la optimización de la productividad y la gestión logística, por medio de herramientas como el BPM, la formación y capacitación del personal, el generar sistemas de gestión logística, el utilizar los métodos y tiempos, el Lean Manufacturing, entre otros. Por los que se busca la reducción de costos, mejorar las condiciones de trabajo y aumentar la productividad, permitiéndole a las empresas tener soluciones concretas para mejorar continuamente, con el fin de ser más rentables y competitivas.

1.2. Descripción del problema

En la Universitaria Agustiniana sede Tagaste, se realizan diferentes eventos de tipo académico y no académico, para los que se deben transportar diferentes implementos o elementos necesarios para poderlos realizar, entre estos se encuentran: mesas, paneles divisores, sillas, tablones, entre otros.

Estos elementos son transportados desde el sótano o parqueadero de la Universidad, donde se encuentran almacenados, la gran mayoría cerca de los transformadores eléctricos como se evidencia en la Figura 1.

Figura 1

Almacén

Nota: autoridad propia (2024)

Donde se puede ver un poco de desorden y dificultad para extraer estos elementos. Además, los trabajadores cuentan con tres carritos para poder transportar estos elementos, el primero, no se encuentra muy buenas condiciones y los otros dos, son difíciles de maniobrar, pesados y pequeños en comparación a los paneles y tablones (Figura 2), los cuales, proceden a ponerlos de manera que terminan presionando la manija o que estos salgan un poco de la plataforma del carrito (Figura 3), generando dificultad para el transporte, sumándole, que se deben tener dos empleados para poder generar tan solamente un viaje.

Figura 2

Carritos

Nota: autoridad propia (2024)

Figura 3

Carrito y trabajadores 1

Nota: autoridad propia (2024)

También se le suma de que al transportar estos elementos los trabajadores tienden a llenar demasiado los carritos y hasta a veces cubren su vista como se evidencia en la Figura 4.

Figura 4

Carrito y trabajadores 2

Nota: autoridad propia (2024)

Por otro lado, cuando ya han cargado los elementos a transportar, los trabajadores de mantenimiento, les toca realizar dos o más viajes, en los cuales transportan alrededor de 160 kg en promedio, siendo pesos extremadamente altos para ellos. Además, la Universidad cuenta con dos tipos de terreno, plano e inclinado (rampas, con una inclinación de 5,298° con 35 metros de longitud), por donde tienen que pasar para poder subir estos elementos hasta la plazoleta de la Universitaria (Figura 5).

Figura 5

Plazoleta de la Universitaria Agustiniana

Nota: autoridad propia (2024)

En la plazoleta de la Universitaria se realizan más del 70% de las ferias realizadas por la institución (Figura 6), los demás porcentajes, en la biblioteca, plazoleta exterior y en el Colegio Agustiniano Tagaste.

Figura 6

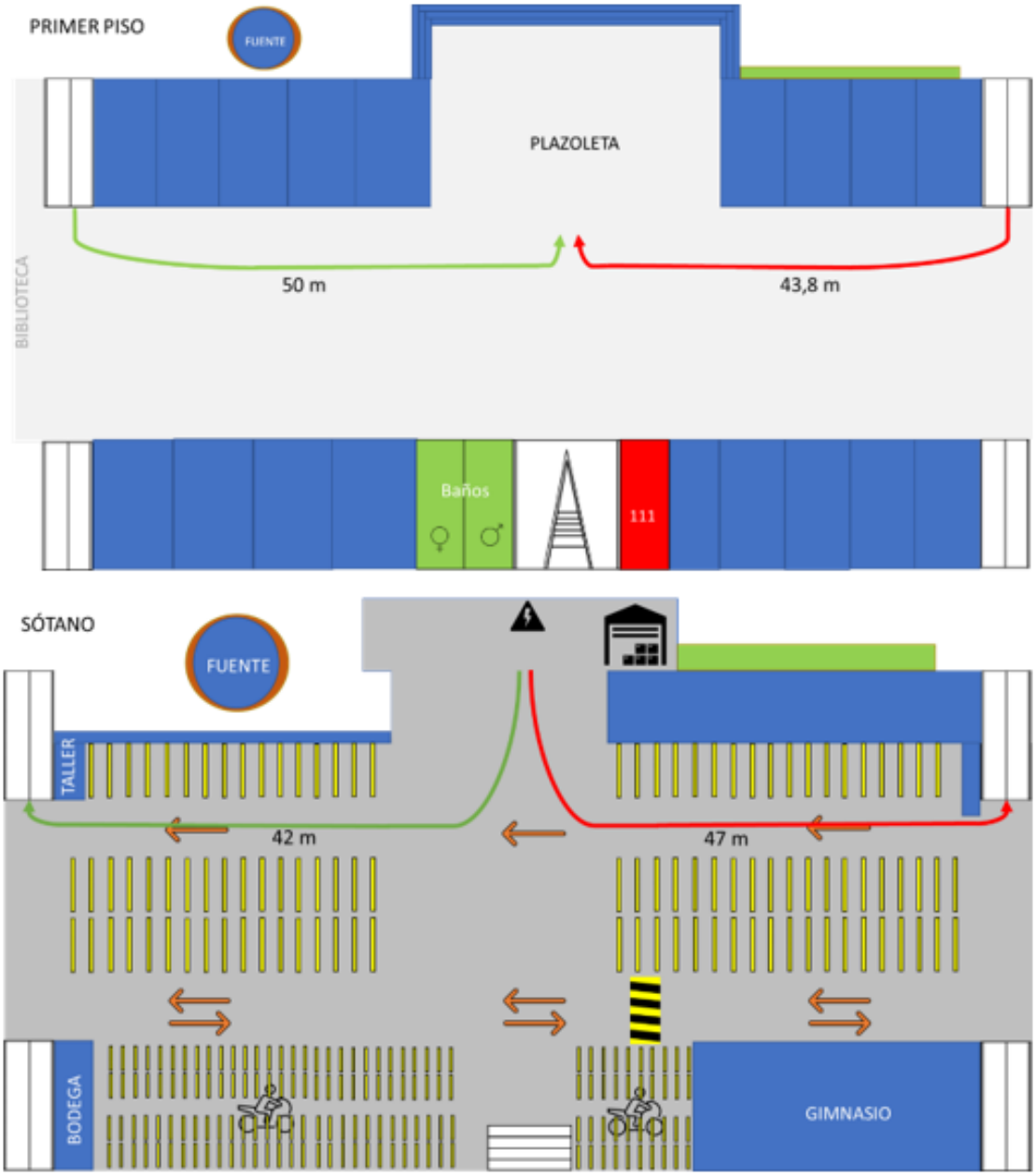
Ferias realizadas en la plazoleta

Nota: autoridad propia (2024)

Para poder llegar hasta la plazoleta el recorrido oscila entre: a). 125,8 metros o b). 127 metros, dependiendo de la rampa que esté disponible en el parqueadero, lo cual genera que los trabajadores tengan un alto riesgo debido a que el recorrido que deben realizar es muy extenso, con pesos muy altos, como lo muestra el diagrama de recorrido actual en la Figura 7.

Figura 7

Diagrama de recorrido actual

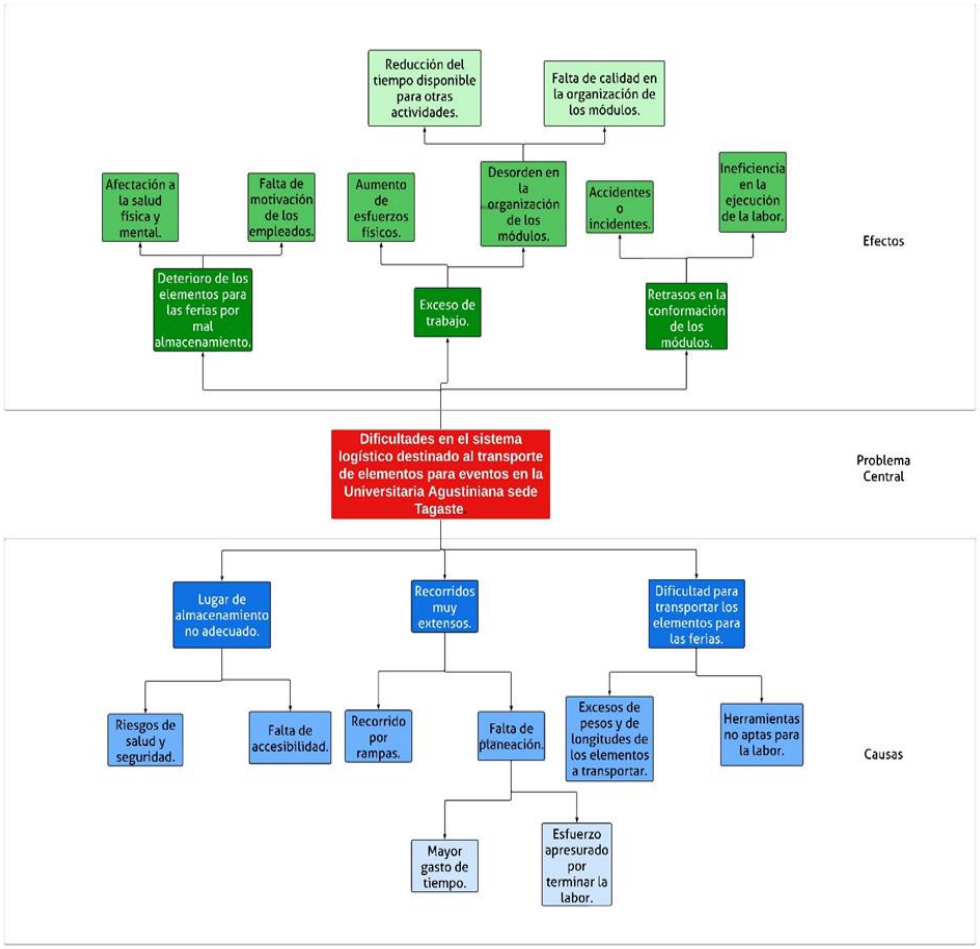


Nota: Las flechas rojas corresponden al recorrido a). 125,8 m y las flechas verdes al recorrido b). 127 m. Las rampas tienen una longitud de 17,5 metros, la longitud total es de 35 metros desde el sótano hasta el primer piso. Almacén ( ). Transformadores eléctricos ( ). Fuente: autoridad propia (2024)

Por lo tanto, está investigación busca reducir los posibles riesgos que pueden ocasionar accidentes y que puedan afectar a los trabajadores, por medio de las condiciones que tiene el actual sistema de transporte que se está utilizando para la realización de estos eventos. En la Figura 8 se muestran las causas y efectos que puede tener el presente problema de manera gráfica en un árbol de problemas.

Figura 8

Árbol de problemas



Nota: autoridad propia (2024)

1.3. Pregunta de investigación

¿Cuáles son las herramientas y metodologías que permitirían generar un plan de mejoramiento en los procesos de alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos para eventos en la Universitaria Agustiniana, sede Tagaste, de manera que beneficie a los trabajadores reduciendo los riesgos biomecánicos?

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Proponer el mejoramiento del proceso logístico de alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos para eventos en la Universitaria Agustiniana sede Tagaste a través de métodos y tiempos.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el proceso logístico actual de alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos para eventos en la Universitaria Agustiniana sede Tagaste.
- Analizar por medio de métodos y tiempos, y una simulación discreta en FlexSim las mejoras para el alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos para eventos en la Universitaria Agustiniana sede Tagaste.
- Diseñar la mejora del proceso logístico de alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos para eventos en la Universitaria Agustiniana sede Tagaste.

3. Justificación

La propuesta de investigación busca mejorar el sistema logístico actual para la gestión de módulos en las ferias de la Universitaria Agustiniana. Esta optimización se centra en mejorar los procesos relacionados con el transporte, almacenamiento y estructuración de módulos, para aumentar la eficiencia operativa y reducir los costos.

En lo que se busca diseñar medidas o herramientas innovadoras que permitan agilizar las tareas y reducir el tiempo de operación, sino también el minimizar los riesgos de accidentes y mejorar la calidad del trabajo. Esto se logrará por medio de una adecuada gestión de inventarios, el uso de métodos y tiempos eficientes, y la incorporación de la Salud y Seguridad en el Trabajo (SST).

Los beneficios de esta optimización son múltiples:

1. Reducción de costos operativos: al mejorar el proceso logístico, se espera una disminución significativa en los tiempos de preparación y ejecución de tareas, lo que se traduciría en un uso más eficiente de los recursos y una reducción de costos.

2. Mejora en la calidad y eficiencia: La implementación de herramientas y técnicas más avanzadas contribuirá a una mejor calidad en la conformación de los módulos, garantizando que estos cumplan lo mejor posible para los eventos.

3. Contribución al conocimiento del Ingeniero Industrial: este proyecto permitirá al ingeniero industrial aplicar y desarrollar competencias adquiridas en el transcurso de la carrera, en donde se tomarán áreas claves como: la gestión de inventarios, logística y SST.

4. Impacto positivo en la salud y motivación de los trabajadores: aunque la mejora de las condiciones laborales no es el objetivo principal, la reducción de esfuerzos físicos y mentales contribuirá a un ambiente de trabajo más seguro y saludable. Esperando que esto a la vez aporte a la motivación y compromiso por parte de los empleados, beneficiando así a la institución.

En resumen, esta investigación busca diseñar una propuesta integral que no solo mejore los tiempos, métodos y calidad del trabajo en la conformación de estos eventos, sino que también optimice los recursos de la Universitaria Agustiniana y fomente un entorno de trabajo más seguro y eficiente.

4. Marco referencial

4.1. Marco teórico

Los métodos y tiempos son componentes fundamentales en la gestión eficiente de procesos industriales y administrativos, por ello es necesario definirlos: Los métodos y tiempos son un sistema o un grupo de procesos, que buscan la reducción de tiempos muertos y desperdicios, así como mejorar las técnicas de los trabajadores. Como dice Nieto (2011): “El estudio de métodos; permite analizar el proceso para mejorarlo y determinar el mejor método de hacer el trabajo” (párr. 4). Con el fin de que las empresas reduzcan sus costos para que sean más rentables y productivas, pero a la vez más competitivas. Desde los estudios de Taylor y Gilbreth en la gestión científica, hasta los enfoques contemporáneos de la ingeniería de métodos, este campo ha evolucionado para optimizar la productividad y reducir los costos. Este marco teórico examina los principales conceptos y enfoques en métodos y tiempos, así como su importancia en la mejora continua de los procesos.

4.1.1. Métodos y Tiempos en la Gestión Científica

Frederick W. Taylor, conocido como el padre de la administración científica, estableció los principios básicos para mejorar la eficiencia en la producción industrial. En su obra "Principles of Scientific Management" (1911), Taylor enfatizó la importancia de analizar y estandarizar métodos de trabajo para aumentar la productividad. Taylor propuso la utilización de estudios de tiempos y movimientos para identificar las mejores prácticas y eliminar actividades innecesarias o redundantes, para esto, enunció 4 principios que según Erra (2020a) son: 1) el estudio científico del trabajo, 2) la selección científica y entrenamiento del obrero, 3) unión del estudio científico del trabajo y de la selección científica del trabajador, y 4) cooperación entre los dirigentes y los obreros. En donde Taylor al decir ciencia, según Erra (2020b): “Taylor se refiere a la observación y medición sistemáticas” (párr. 13).

4.1.2. Enfoques de Estudio de Tiempos y Movimientos

Frank B. Gilbreth, junto con su esposa Lillian M. Gilbreth, desarrollaron el concepto de estudio de tiempos y movimientos para mejorar la eficiencia en los procesos industriales. Su trabajo se centró en reducir los movimientos innecesarios y simplificar las tareas laborales para aumentar la productividad. Los Gilbreth introdujeron técnicas como el diagrama de proceso y el análisis de micro movimientos donde dividen las tareas en 17 movimientos fundamentales, que posteriormente se convirtieron en pilares de la ingeniería de métodos moderna, a estos movimientos les llamaron Therbligs.

4.1.3. Ingeniería de Métodos y Tiempos

La ingeniería de métodos y tiempos es una disciplina que combina técnicas de estudio de tiempos y movimientos con enfoques de mejora continua. Uno de los métodos más conocidos en este campo es el Método de Tiempos Predeterminados (MTM), desarrollado por Harold B. Maynard y su equipo en la década de 1940. El MTM, según Rico, et al., (2005) dice que:

> "Los tiempos predeterminados, son una reunión de tiempos estándares válidos asignados a movimientos fundamentales y grupos de movimientos que no pueden ser evaluados de forma precisa con los procedimientos ordinarios para estudio de tiempos con cronómetro. Éstos son el resultado de estudiar una gran muestra de operaciones diversificadas con un dispositivo de medición de tiempo, como una cámara de cine o de video grabación capaz de medir lapsos muy pequeños de tiempo". (p. 9).

Todo con el fin de mejorar el rendimiento de los trabajadores, por medio de la búsqueda de la eficiencia de los procesos, debido a que se deben garantizar condiciones de trabajo seguras y ergonómicas que sean adecuadas para la ejecución de la labor.

4.1.4. Aplicaciones en la Mejora Continua

Los métodos y tiempos también desempeñan un papel crucial en los programas de mejora continua, entre estos encontramos el Lean Manufacturing y el Seis Sigma. Los cuales buscan eliminar desperdicios y reducir la variabilidad en los procesos, lo que se logra mediante la optimización de métodos de trabajo y la estandarización de tiempos. La combinación de métodos y tiempos con herramientas como el análisis de valor agregado, el diagrama de espagueti, permite identificar oportunidades de mejora y aumentar la eficiencia operativa.

Los métodos y tiempos son herramientas fundamentales en la gestión de procesos, que han evolucionado desde los principios de la administración científica hasta los enfoques contemporáneos de mejora continua. Al analizar y estandarizar métodos de trabajo, al calcular los tiempos estándar precisos, las organizaciones pueden aumentar la productividad, reducir los costos y mejorar la calidad de sus productos y servicios.

4.2. Marco conceptual

En el presente marco conceptual se definen algunos conceptos que abarca la presente propuesta de mejora, entre ellos están:

Académico:

El término académico proviene del griego akademia el cual fue un lugar ubicado en las afueras de Atenas donde el filósofo Platón se reunía a estudiar. Según Bembibre (2009) dice que: “Tradicionalmente, la Academia ha sido establecida como el espacio en el cual diferentes tipos de estudios son desarrollados, buscándose así transmitir el conocimiento adquirido por el ser humano a través del tiempo” (párr. 2).

Accidente:

Según Allianz (s.f.) dice: “Un Accidente es un evento inesperado, que no se podía prever y que, en general, provoca daños, lesiones o consecuencias negativas” (párr. 1).

Alistamiento:

Según el Diccionario de la Real Academia Española (DEL), dice que alistamiento es la acción y efecto de alistar o alistarse. En este caso sería preparar los elementos que se van a utilizar en las ferias.

Almacenamiento:

Según Westreicher (2020) dice: "El almacenamiento es el proceso o acción de guardar o archivar algo. Un ejemplo, con distintas acepciones, se produce cuando se almacenan mercancías en un depósito" (párr. 1).

Conformación:

Es la manera en cómo se ordena algo. Según Pérez y Merino (2018) dicen: "La conformación, por lo tanto, está vinculada a cómo se ordenan o se distribuyen las diferentes partes de un conjunto o de una unidad" (párr. 3).

Diagrama de Recorrido:

Según Yepes (2022) dice:

> El diagrama planimétrico[1] de flujo o diagrama de recorrido es una representación gráfica sobre plano del área en la cual se desarrolla la actividad, con las ubicaciones indicadas de los puestos de trabajo y el trazado de los movimientos de los hombres y/o de los materiales. (párr. 1).

Feria:

Según Coll (2020) dice: "Una feria, en este sentido, puede tratar sobre asuntos comerciales y económicos, puede ser de carácter cultural, así como, también, social. Esta puede estar establecida de forma fija o ser temporal o ambulante" (párr. 1).

[1] Planimétrico o planimetría, según el Diccionario de la RAE (DEL), es la representación y medida sobre un plano de una porción de la superficie terrestre.

Logística:

Según Mira (2024) dice: “La logística abarca todas las actividades necesarias para que un producto pueda llegar al consumidor, desde el lugar donde se adquieren las materias primas hasta el lugar de su fabricación” (párr. 1).

Método:

Según el Diccionario de la Real Academia Española (DEL), dice que el método es un procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

Prevención:

Según Pérez y Gardey (2021) dicen: “La prevención, por la tanto, es la disposición que se hace de forma anticipada para minimizar un riesgo. El objetivo de prevenir es lograr que un perjuicio eventual no se concrete” (párr. 3).

Salud:

Según Pardo (1997) dice: “La OMS, en su definición de salud, establecía que ésta es el estado de perfecto bienestar físico, psíquico y social, y no sólo la ausencia de lesión o enfermedad” (párr. 12).

Seguridad:

Según Editorial Etecé (2020) dice: “El término seguridad proviene del latín securitas, que traduce “estar sin cuidado”, o sea, sentirse a salvo, y comúnmente lo empleamos en un sentido muy similar: el de la ausencia de riesgos o peligros” (párr. 1).

Trabajo:

Según Roldán (2020) dice: “El trabajo en economía se refiere a las horas que dedican las personas a la producción de bienes o servicios” (párr. 1).

4.3. Marco Legal

En la Tabla 1 se muestra el marco legal del presente proyecto, desde normas internacionales, normas nacionales y una guía técnica que se utilizará, además se relacionan los artículos que tienen mayor pertinencia con el presente proyecto.

Tabla 1

Marco legal

Jerarquía de la norma	Número	Año	Título	Artículos que aplican	Descripción o alcance de la norma
Internacional	Organización Internacional del Trabajo (OIT)	2011	Código Sustantivo del Trabajo (CST)	186, 187, 188, 189, 190, 249, 250, 254, 256, 306, 307	Prestaciones sociales: vacaciones; anuales y remuneradas, duración, época de vacaciones, compensación en dinero y en caso de retiro o terminación del contrato. Auxilio de cesantías: regla general, perdida del derecho, prohibición de pagos parciales y para financiación de vivienda. Prima de servicios: es un derecho de todos los trabajadores y no entra en el salario.
Constitución	Constitución política de Colombia	1991	Constitución política de Colombia de 1991	1, 25, 48, 53, 54	Derecho al trabajo, trabajo digno y justo, seguridad social, igualdad de oportunidades, remuneración mínima vital y móvil, estabilidad de empleo, garantías a la seguridad social, capacitación, descansos necesarios y formación y habilitación profesional y técnica.
Ley	1562	2012	Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional.	1, 2, 3, 8, 11	Definiciones, afiliación al sistema General de Riesgos Laborales, accidente de trabajo, funciones de las entidades administradoras de riesgos y servicios de promoción y prevención del riesgo.

Resolución	0312	2019	Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.	1, 2, 16, 17, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 30	Estándares mínimos del SG-SST para empleadores públicos y privados, estándares y diseños mínimos para empresas de más de cincuenta (50) trabajadores, selección y evaluación de proveedores y contratistas. Estándares mínimos en el lugar de trabajo, cumplimiento de los estándares, beneficios de la acreditación en SST. Fases de adecuación, transición y aplicación para implementar en SG-SST con estándares mínimos. Implementación definitiva del SG-SST desde enero de 2020. Calificación de los estándares mínimos, planes de mejoramiento según autoevaluación de los estándares e indicadores mínimos de SST.
Guía Técnica	GTC 45	2012	Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional.	2, 3	Definiciones e identificación de los peligros y valoración de los riesgos (matriz de riesgos).

Nota: Las siglas SG-SST es Sistema en Gestión en Salud y Seguridad en el trabajo. Y la SST, es Salud y Seguridad en el Trabajo. Esta información se extrajo de los diferentes códigos, normas, leyes, decretos y guías nombradas en esta tabla, las cuáles se encuentran debidamente referenciadas en el presente documento. Fuente: autoridad propia (2024)

5. Marco metodológico

5.1. Tipo de investigación

El presente trabajo representa un tipo de investigación según su objetivo es una **propuesta**, en la que se utilizaron conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera para así poder realizar una caracterización, análisis y diseño de una propuesta de mejora enfocada en la creación de métodos y procedimientos que mitiguen los riesgos biomecánicos de los trabajadores, pero a la vez la eficiencia del trabajo teniendo en cuenta los procesos de alistamiento, almacenamiento y conformación de módulos. Por lo tanto, es una investigación **cuantitativa**, ya que se tomaron medidas con instrumentos y uso de herramientas de ingeniería como métodos y tiempos. Con alcance **descriptivo**, ya que es un tema que no se ha abordado antes, pero en el que se requirieron especificar las características o rasgos necesarios para realizar la mejora del proceso. La estrategia que se utilizó es **experimental**, debido a que se deben recolectar los datos necesarios para caracterizar y analizar el proceso actual, donde estos datos se tomaron solo una vez, por lo que tiene una secuencia temporal **transversal** que se enfoca en la observación de solo una parte de la población de la Universidad.

5.2. Variables del problema

La identificación de las variables del problema se describe en la Tabla 2, con nombre de la variable, subvariables, indicador para medirla, tipo de variable y rol de esta, si es dependiente o independiente.

Tabla 2

Variables del problema

Variables	Subvariables	Indicadores	Tipo de variable	Rol
Métodos y tiempos	• Recorridos. • Duración de las actividades. • Holguras. • Secuencia de actividades.	• Distancia total recorrida en metros y tiempo promedio dedicado a cada recorrido. • Duración promedio de las actividades. • Porcentaje de actividades completadas a tiempo. • Ruta crítica, holgura total del proyecto y actividades críticas. • Número de actividades precedentes y sucesoras con su dependencia.	Cuantitativa	Independiente
Alistamiento	• Tiempo requerido para reunir los elementos necesarios para los módulos • Eficiencia de los trabajadores en el alistamiento de los elementos. • Condiciones físicas de los elementos. • Disponibilidad de inventario.	• Tiempo promedio para reunir los elementos necesarios. • Porcentaje de errores en el alistamiento de los elementos. • Velocidad promedio con la que los trabajadores alistan los elementos para las ferias. • Porcentaje de estado físico de la calidad de los elementos. • Porcentaje de disponibilidad de inventario, según si es suficiente para la conformación de módulos.	Cuantitativa	Dependiente

Almacenamiento	• Espacio físico requerido para almacenar los elementos necesarios para los eventos. • Organización del área de almacenamiento. • Rotación de inventario.	• Porcentaje de espacio utilizado y eficiencia del uso del espacio por m^2 y facilidad de acceso. • Medición de tiempos necesarios para encontrar los elementos necesarios para las ferias. • Tiempo promedio que permanecen los elementos para los módulos en el almacén y en la plazoleta de la Universitaria.	Cuantitativa	Dependiente
Logística	• Construcción o ensamblaje de los módulos. • Tiempo de la actividad. • Planeación y calidad. • Desmontaje de los módulos. • Coordinación de los recursos necesarios para las ferias. • Diseño y distribución del almacenamiento y alistamiento. • Seguridad y control del transporte de los elementos por parte de los	• Tiempo promedio de ensamblaje por módulo y cantidad de módulos construidos. • Duración total de la construcción o ensamble de los módulos. • Cantidad de módulos realizados/cantidad de módulos no realizados. • Tiempo promedio de desmontaje por módulo. • Cantidad total de elementos mínimos necesarios para las ferias. • Recreación de un Layout del área de almacenamiento. • Seguir guías técnicas (GTC 45) y guías de atención (GATISO), para determinar el límite de peso y cantidad de elementos a transportar.	Cuantitativa	Dependiente

	empleados (pesos y cantidad a transportar), tanto en el montaje como en el desmontaje.			

Nota: autoridad propia (2024)

5.3. Fuentes de información

Las fuentes de información a utilizadas se describen en la Tabla 3 con su tipo de fuente y descripción.

Tabla 3

Fuentes de información

Fuentes	Descripción
Primarias	Fotografías
	Distancias de los recorridos realizados para transportar los elementos utilizados en las ferias
	Inventario de los elementos utilizados en las ferias
	Medidas de los pesos y longitudes de los elementos utilizados en las ferias
Secundarias	Artículos de revistas científicas
	Libros sobre métodos y tiempos
	Monografías
	Páginas Web
	Tesis de grado (pregrado, maestría y doctorado)
Terciarias	Blogs
	Diccionarios
	Enciclopedias

Nota: autoridad propia (2024)

5.4. Instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la observación, utilizando diferentes herramientas y elementos para la medición y análisis de distancias, pesos, tiempos y simulaciones.

Los instrumentos que se utilizaron en el proyecto para caracterizarlo, diseñarlo y proponer una mejora se describen en la Tabla 4, con su nombre, función y el modelo o versión del instrumento, herramienta o software correspondiente.

Tabla 4

Instrumentos de recolección de datos

Instrumento	Descripción	Modelo o versión
AutoCAD	Se realizarán en AutoCAD los planos correspondientes a las ayudas mecánicas a utilizar.	AutoCAD 2024
Báscula	Se utilizará la báscula de la Universitaria para la medición de los pesos de los elementos utilizados en las ferias.	---
Computador portátil	Se utilizará un computador con acceso a internet y Microsoft Office, para la digitación, análisis de los datos recolectados y realización de diagramas.	Lenovo Ideapad L340 Gaming
Cronómetro del celular	Se utilizará el cronómetro del celular para la medición de tiempos, el cual cuenta con la medición de horas, minutos y segundos.	App Reloj versión 12.2.15.12
Decámetro	Se utilizará un decámetro para medir las distancias del recorrido de las áreas mencionadas en el proyecto.	---
Flexómetro	Se utilizará un flexómetro de 5 metros, para la medición de los elementos utilizados en las ferias y carro que utilizan para transportarlos.	---
FlexSim	Se realizará una simulación del estado actual del proceso y del estado que se propone como mejora.	FlexSim 2023
Sketchup	Se utilizará para realizar el plano a escala de la Universidad y/o buscar en la biblioteca del programa, las herramientas que utilizan los trabajadores para el transporte de los elementos de las ferias, estas herramientas son para incluirlas en la simulación de FlexSim.	Sketchup Basic Pro

Nota: autoridad propia (2024)

5.5.Tamaño poblacional

El tamaño de la población a estudiar es el personal de la Universitaria Agustiniana sede Tagaste, con una muestra que va dirigida al personal de mantenimiento que son 6 trabajadores, encargados del desplazamiento, organización y ensamblaje de los elementos necesarios para la realización de las ferias.

6. Resultados

Los resultados se muestran de acuerdo con el orden de los objetivos planteados anteriormente.

6.1. Caracterización

Primero, se midieron los pesos y dimensiones de los elementos con el fin de caracterizarlos individualmente. Esto permitirá, posteriormente, generar o recomendar herramientas más adecuadas para su transporte. En la Tabla 5, se presentan los elementos registrados, clasificados según la frecuencia de uso en la realización de estos eventos.

Tabla 5

Elementos

Elemento	Peso	Medidas	Cantidad	Imagen
Panel	12 kg	2 m x 1 m x 2,5 cm	60	
Silla 1	4,6 kg	• Altura total: 77 cm. • Diámetro de las patas: 1 cm. • Altura de piso a silla: 40 cm. • Anchor de asiento y espaldar: 46 cm.	35	

Silla 2	4,4 kg	• Altura total: 83 cm. • Diámetro de las patas: 2,5 cm. • Altura de piso a silla: 46 cm. • Anchor de asiento y espaldar: 42,5 cm.	35	
Mesa	25 kg	70 cm x 40 cm Tapa de melanina: 1,5 cm	23	
Tablón	~32 kg	2,40 m x 80 cm x 8cm	10	

Nota: Las fotos tomadas a los elementos son de fuente propia y dos se encuentran debidamente referenciadas. Las medidas de peso se tomaron por medio de una báscula industrial con la que cuenta la institución y las longitudes con un flexómetro. Fuente: autoridad propia (2024)

Segundo, al tener esto, se prosiguió a la toma de tiempos, en la Tabla 6, se evidencia el tiempo que se demoran los trabajadores en transportar estos elementos y la distancia recorrida hasta la plazoleta de la Universitaria, se estimó un número de 6 veces, que es tan solamente para llevar los elementos y para empezar el montaje de estos.

Tabla 6

Tiempo y distancias antes del montaje

Actividad	Veces	Distancia (m)	Tiempo (s)
Movimiento con carga	6	754,80	1.320
Movimiento sin carga	6	754,80	900
Total	12	1.509,60	2.220

Nota: autoridad propia (2024)

Y para después del desmontaje, es lo mismo. Es decir, que para un viaje se están recorriendo alrededor de 3.019,2 metros en un tiempo de 74 minutos (1 hora 14 minutos). Pero, según la observación realizada, se estima que al mes se realizan en promedio 6 eventos, donde se necesita el transporte de estos elementos, por lo tanto, al mes se estarían recorriendo 18.115,2 metros por operario y gastando un tiempo de 444 minutos (7 horas 24 minutos). En la cuestión de micro movimientos que son las etapas de montaje y desmontaje, se utiliza un tiempo de 40 y 30 minutos, respectivamente, sin contar tiempos de holguras. Siendo en total para un viaje 70 minutos y en un mes con 6 eventos a 420 minutos (7 horas). Lo que sería en total al mes 14 horas 24 minutos por operario, pero como se trabaja en duplas actualmente el recorrido sería de: 36.230,4 metros con un tiempo de 28 horas 48 minutos, siendo esto al final, el total en recorrido y tiempo. La información anterior también puede revisarse en la tabla 7, presentada de manera individual para un solo trabajador.

Tabla 7

Resumen de tiempo y distancia antes y después del montaje

Actividad	Veces	Distancia (m)	Tiempo (min)
Montaje			40
Movimiento con carga	6	754,8	22
Movimiento sin carga	6	754,8	15
Subtotal	12	1509,6	77
Desmontaje			30
Movimiento con carga	6	754,8	22
Movimiento sin carga	6	754,8	15
Subtotal	12	1509,6	67
Al mes			
Total	144	18115,2	864

Nota: la presente tabla fue realizada considerando a una sola persona; sin embargo, es importante recordar que se trabaja en duplas, por lo que el total debe duplicarse. Fuente: autoridad propia (2024)

Luego se realizó una Matriz de Riesgos para definir el tipo de riesgo al que está expuesto el personal de mantenimiento, basándose en las mediciones de pesos, distancias y toma de tiempos. Está matriz se realizó en base a la GTC 45[2]. En donde la matriz arrojo como resultado que el mayor riesgo al que están expuestos los trabajadores es de tipo biomecánico, causado por los largos trayectos con carga (Tabla 8). La matriz completa se puede revisar en el Anexo A o en el siguiente enlace: https://1drv.ms/x/s!Aui9XSO9Voicga1QfTzUurG6ugsi7g?e=0h9HRo

Tabla 8

Resumen Matriz de Riesgos GTC 45

Actividad	Clasificación del Peligro	Interpretación Nivel de Riesgo	Aceptabilidad
Alistamiento de tablones, paneles, sillas, etc., en zona de almacenamiento ubicada en el sótano de la Universidad.	Biomecánico	II	Aceptable con control específico
Transporte de tablones, paneles, sillas, etc., en un carrito por el sótano hasta la rampa más cercana.	Biomecánico	II	Aceptable con control específico
Transporte de los elementos por la rampa hasta el primer piso de la Universidad.	Biomecánico	I	No Aceptable
Desplazamiento desde la rampa hasta la plazoleta de la Universidad.	Biomecánico	II	Aceptable con control específico
Descarga de los elementos.	Biomecánico	II	Aceptable con control específico
Volver a la zona de almacenamiento.	Biomecánico	II	Aceptable con control específico
Realizar el montaje de los respectivos módulos para las ferias.	Biomecánico	II	Aceptable con control específico
Desmontaje	Biomecánico	II	Aceptable con control específico

[2] GTC 45. Guía Técnica Colombiana 45 - Guía Para La Identificación De Los Peligros Y La Valoración De Los Riesgos En Seguridad Y Salud Ocupacional.

Almacenamiento (Se repite el mismo recorrido, hasta llegar al almacenamiento en el sótano de la institución)	Biomecánico	II	Aceptable con control específico

Nota: autoridad propia (2024)

También, cabe recalcar, que estos elementos, no se están almacenando en un solo lugar dentro del sótano, la gran mayoría se aglomeran al frente de los transformadores eléctricos y otra parte en una bodega pequeña ubicada en el parqueadero de profesores y/o administrativos, en la que se nota un completo desorden que dificulta la manipulación de los elementos por parte de los operarios lo que complica su extracción, esto se puede evidenciar en la Figura 9.

Figura 9

Bodega en parqueadero de docentes o administrativos

Nota: autoridad propia (2024)

6.2. Análisis

Para el análisis se realizó una simulación discreta con fines administrativos, es decir, para que la organización pudiera evidenciar gran parte del proceso de una manera gráfica, bajo esto y la caracterización se realiza un análisis sobre la situación.

6.2.1. Simulación Discreta

Antes de realizar la debida simulación se utilizó el programa SketchUp[3], para poder realizar el plano correspondiente de la institución, el cual consta del sótano y el primer piso del edificio Fray Rubén Buitrago como se evidencia en la Figura 10, pero también los objetos necesarios como paneles y el carrito (Figura 11).

Figura 10

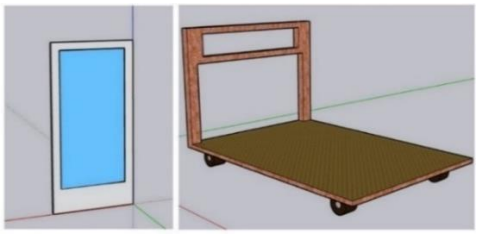
Plano en SketchUp

Nota: autoridad propia (2024)

[3] SketchUp. Es un software de diseño que permite la creación de modelos tridimensionales (3D). Que puede ser usado en el modelado de planificación urbana, arquitectura, diseño civil, diseño industrial, entre otros.

Figura 11

Panel y carrito en SketchUp



Nota: autoridad propia (2024)

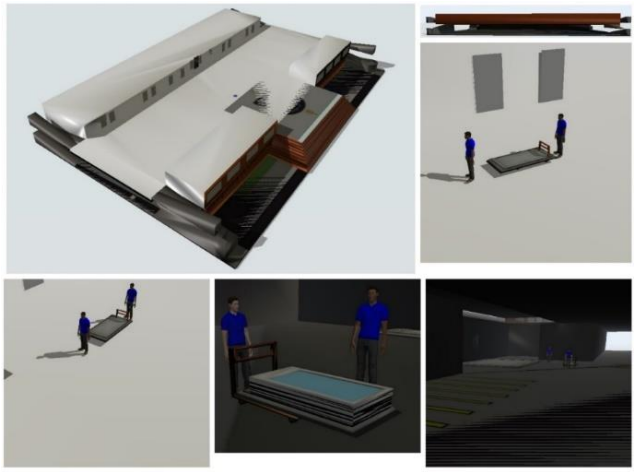
Luego en el programa FlexSim[4] se realizó una simulación discreta del proceso de transporte de estos elementos hasta la plazoleta de la institución como se muestra en la Figura 12. Para poder revisar la simulación, se puede ver en el siguiente enlace: https://youtu.be/ko-swhcYwxo

La simulación fue realizada en dos partes, primero se simulo el sótano y luego el primer piso para una mejor visualización.

[4] FlexSim. Es un poderoso software de simulación de eventos discretos o de flujos continuos, que permite el modelaje, análisis, visualización y optimización de cualquier proceso.

Figura 12

Imágenes de simulación en FlexSim



Nota: autoridad propia (2024)

A partir del análisis de la descripción del problema (diagrama de recorrido actual), la caracterización previa y la simulación realizada, se ha identificado que las condiciones del lugar de almacenamiento no son las adecuadas. Se observan desplazamientos excesivamente largos con carga, que atraviesan dos tipos de terreno, incluyendo uno inclinado, rampas que incrementan el riesgo por el esfuerzo físico de los trabajadores. Además, la disposición de los elementos en el espacio no es la mejor. Asimismo, se requieren herramientas con mejores características ergonómicas para reducir el desgaste físico de los trabajadores, minimizando tanto esfuerzos físicos como mentales. Con esto se busca mejorar la calidad del trabajo, liberar tiempo para otras actividades y reducir la probabilidad de accidentes asociados a tareas repetitivas.

6.3. Diseño

Para el diseño de la propuesta se optó por la realización de una serie de estrategias que permitirán la mejora completa del proceso logístico de alistamiento, almacenamiento y de conformación de módulos de cada uno de los eventos que se realicen en la Universitaria Agustiniana.

6.3.1. Estrategia 1: Cambio del lugar de almacenamiento

Esta estrategia cambiar el lugar de almacenamiento, debido a que se ha evidenciado que aproximadamente el 70% de las ferias se llevan a cabo en la plazoleta de la Universitaria. Además, se observan recorridos muy extensos con cargas, así como una falta de organización en el almacenamiento de los elementos, los cuales no se encuentran en una única ubicación.

Para hacer frente a estas problemáticas, se ha buscado un lugar en el primer piso que cumpla con las respectivas medidas adecuadas, de manera que sea óptimo para el almacenamiento y que, al mismo tiempo, reduzca inmediatamente los recorridos. Como resultado, se identificó un salón de clases con el tamaño apropiado para convertirse en el nuevo almacén. Este salón es el 111 (Figura 13), el cual se encuentra ubicado frente de la plazoleta (Figura 14).

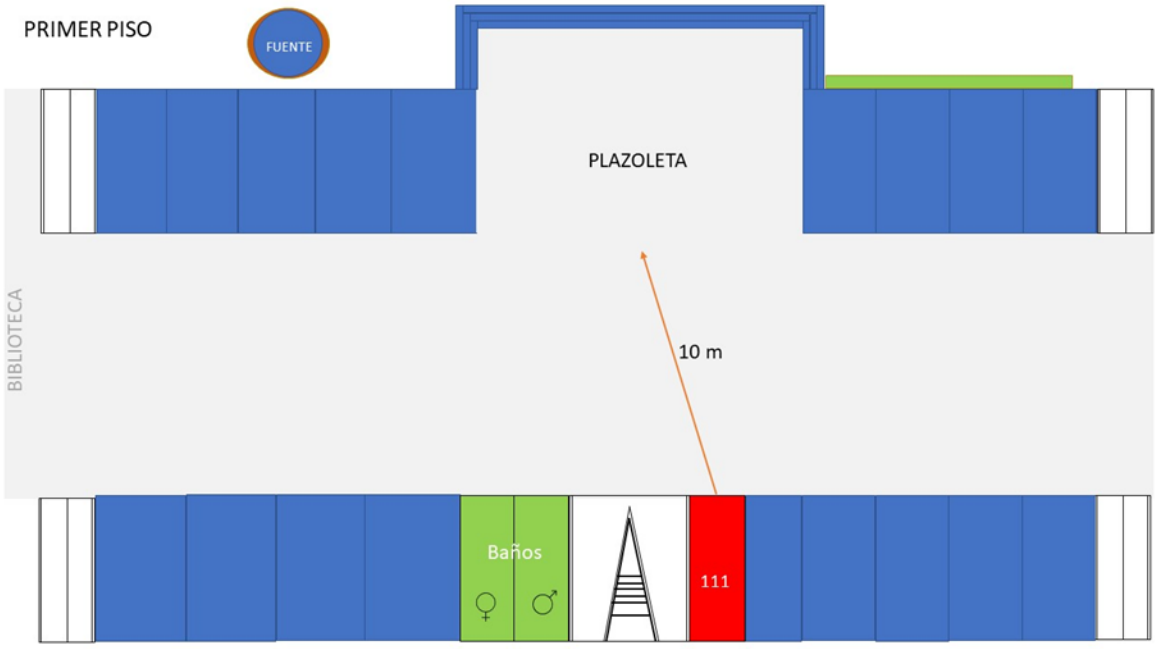
Figura 13

Salón 111

Nota: autoridad propia (2024)

Figura 14

Diagrama de recorrido propuesto



Nota: autoridad propia (2024)

Por lo tanto, en el análisis de tiempos y distancias para la propuesta, se mantuvo el estimado de 6 veces con carga y sin carga, que tan solamente es lo antes del montaje como se puede evidenciar en la Tabla 9.

Tabla 9

Tiempo y distancia antes del montaje (propuesta)

Actividad	Veces	Distancia (m)	Tiempo (s)
Movimiento con carga	6	60,00	180
Movimiento sin carga	6	60,00	90
Total	12	120,00	270

Nota: autoridad propia (2024)

Y para el desmontaje, lo mismo, es decir, que se están recorriendo en total 240 metros en 9 minutos (540 segundos). Pero, según la observación realizada, se estima que al mes se realizan en promedio 6 eventos, donde se necesita el transporte de estos elementos, por lo tanto, al mes se

estarían recorriendo 1.440 metros por operario y 54 minutos. En la cuestión de micro movimientos que son las etapas de montaje y desmontaje, en este caso, siguen siendo los mismos tiempos que son 40 y 30 minutos, respectivamente, sin contar tiempos de holguras. Siendo en total 70 minutos por evento y al mes 420 minutos (7 horas). Lo que daría para un operario en el mes un total de 1.440 metros de recorrido por un tiempo total de 7 horas 54 minutos. Pero como trabajan en duplas, sería de 2.880 metros por un tiempo de 15 horas 48 minutos, la información anterior se puede revisar en la siguiente tabla (Tabla 10).

Tabla 10

Resumen de tiempo y distancia antes y después del montaje (propuesta)

Actividad	Veces	Distancia (m)	Tiempo (min)
Montaje			40
Movimiento con carga	6	60	3
Movimiento sin carga	6	60	1,5
Subtotal	12	120	44,5
Desmontaje			30
Movimiento con carga	6	60	3
Movimiento sin carga	6	60	1,5
Subtotal	12	120	34,5
Al mes			
Total	144	1440	474

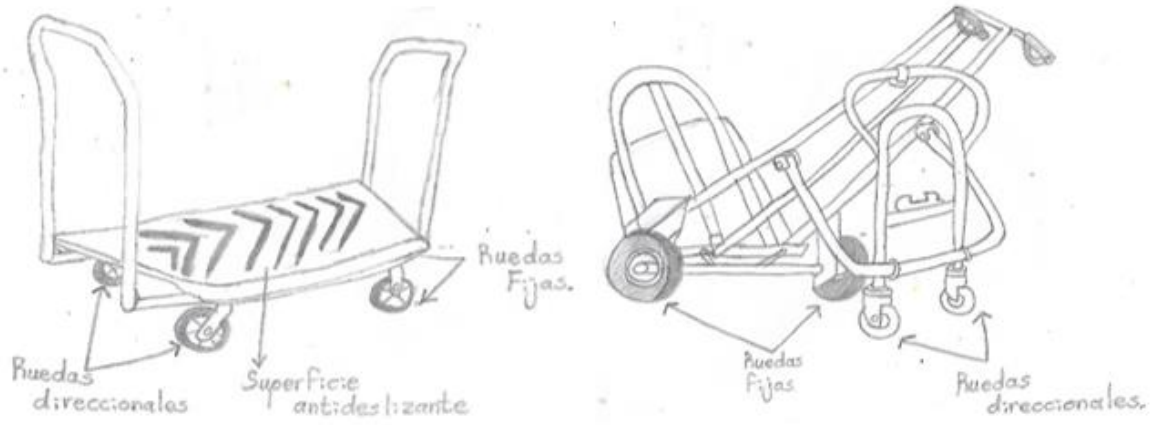
Nota: la presente tabla fue realizada considerando a una sola persona; sin embargo, es importante recordar que se trabaja en duplas, por lo que el total debe duplicarse. Fuente: autoridad propia (2024)

6.3.2. Estrategia 2: Diseño de herramientas

Al evidenciar anteriormente, el estado de las herramientas que utilizan los operarios se viabiliza el generar herramientas con tamaños adecuados para el poder transportar estos elementos, para esto se realizó una serie de bocetos, con el fin de encontrar el mejor posible, primeramente, se realizaron unos pensando en los paneles y tablones y otro en las sillas, como se evidencia en la Figura 15.

Figura 15

Primeros Bocetos



Nota: autoridad propia (2023)

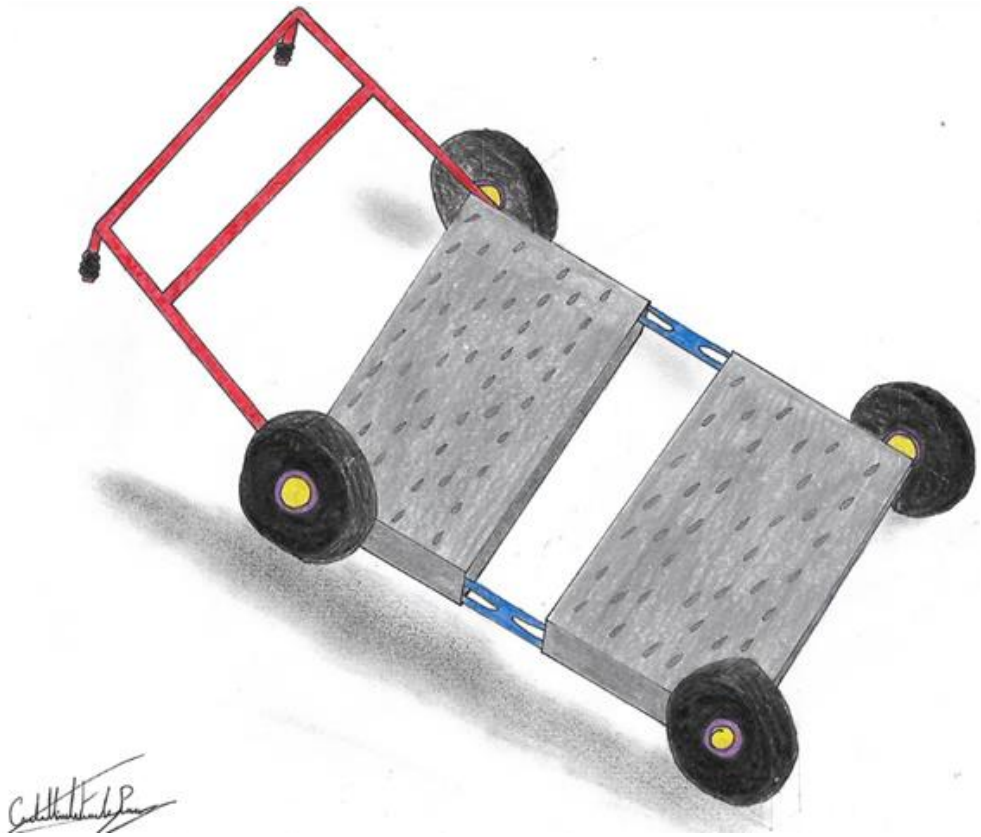
Pero, no se siguió con estos, debido a que son muy parecidos a los que se encuentran en el mercado y no son muy innovadores, por lo tanto, se optó por realizar otros diseños que tuvieran la capacidad de cargar todos los tipos de elementos utilizados y que tengan una ergonomía que evite los daños físicos de los trabajadores. A continuación, se muestran los diseños con sus respectivas características:

En la Figura 16, se muestra el primer carrito que cuenta con las siguiente:

- Carrito para transportar sillas, paneles y tablones.
- Tiene llantas neumáticas.
- Su base en material antideslizante.
- Manijas ergonómicas y con frenos.
- Carrito expandible para poder llevar diferentes tamaños de paneles y tablones.
- Capacidad recomendada de paneles 16, máxima 20.

Figura 16

Carrito 1



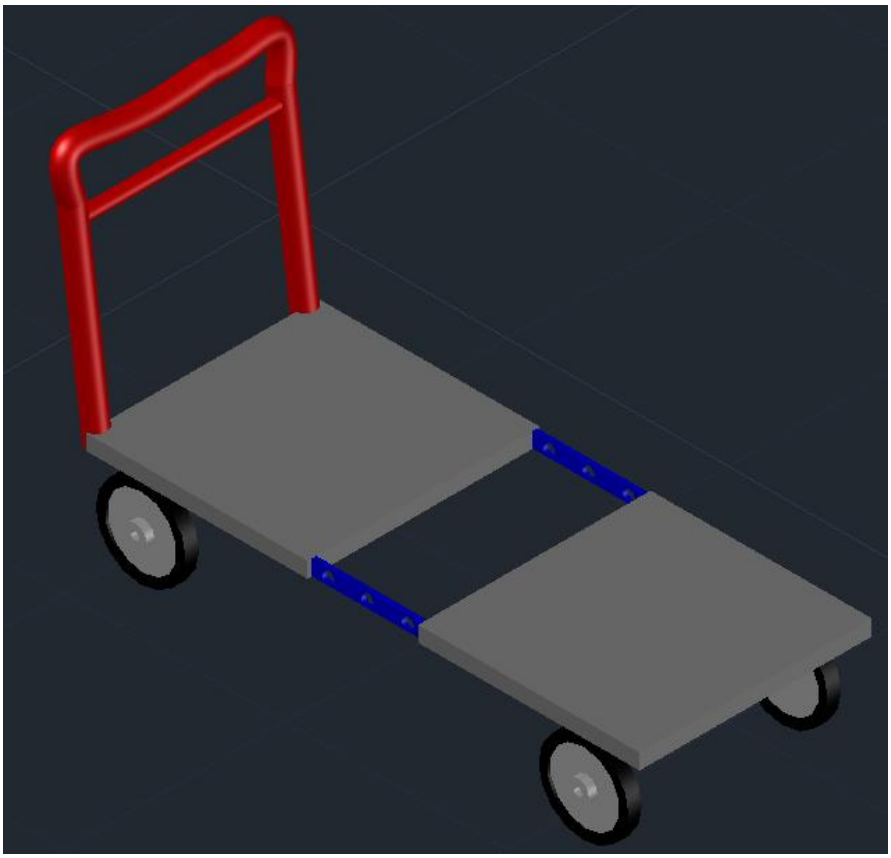
Nota: autoridad propia (2024)

- Diseño en AutoCAD:

A continuación, se muestra en AutoCAD el debido modelamiento del diseño (Figura 17):

Figura 17

Carrito 1 en AutoCAD



Nota: las partes de color azul son los extensores del carrito. Los debidos planos acotados y ficha técnica serán entregados a la Oficina de Salud y Seguridad en el Trabajo. Fuente: autoridad propia (2024)

El segundo carrito en la Figura 18, tiene las siguientes características:

- Carrito para transportar sillas, paneles y tablones.
- Tiene llantas neumáticas y las 4 llantas tienen la capacidad de girar.
- Su base en material antideslizante.
- Manijas ergonómicas y con frenos.
- Carrito expandible para poder llevar diferentes tamaños de paneles y tablones.
- Tiene pestañas, para que los tablones o los paneles encajen perfecto y se puedan llevar de costado en el carrito. Capacidad máxima de paneles: 20.

- Tiene 12 agujeros en su base, para que las diferentes sillas pueden colocarse en estos 6 agujeros en la primera placa y en la segunda 6.

Figura 18

Carrito 2

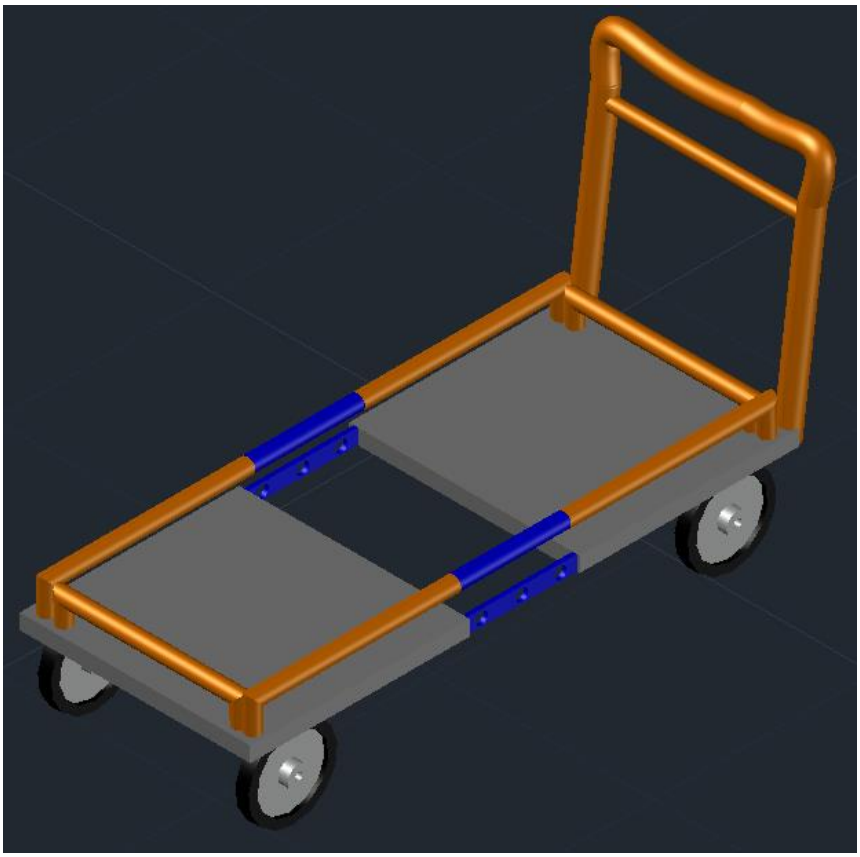
Nota: autoridad propia (2024)

- Diseño en AutoCAD:

A continuación, se muestra en AutoCAD el debido modelamiento del diseño (Figura 19):

Figura 19

Carrito 2 en AutoCAD



Nota: las partes de color azul son los extensores del carrito. Los debidos planos acotados y ficha técnica serán entregados a la Oficina de Salud y Seguridad en el Trabajo. Fuente: autoridad propia (2024)

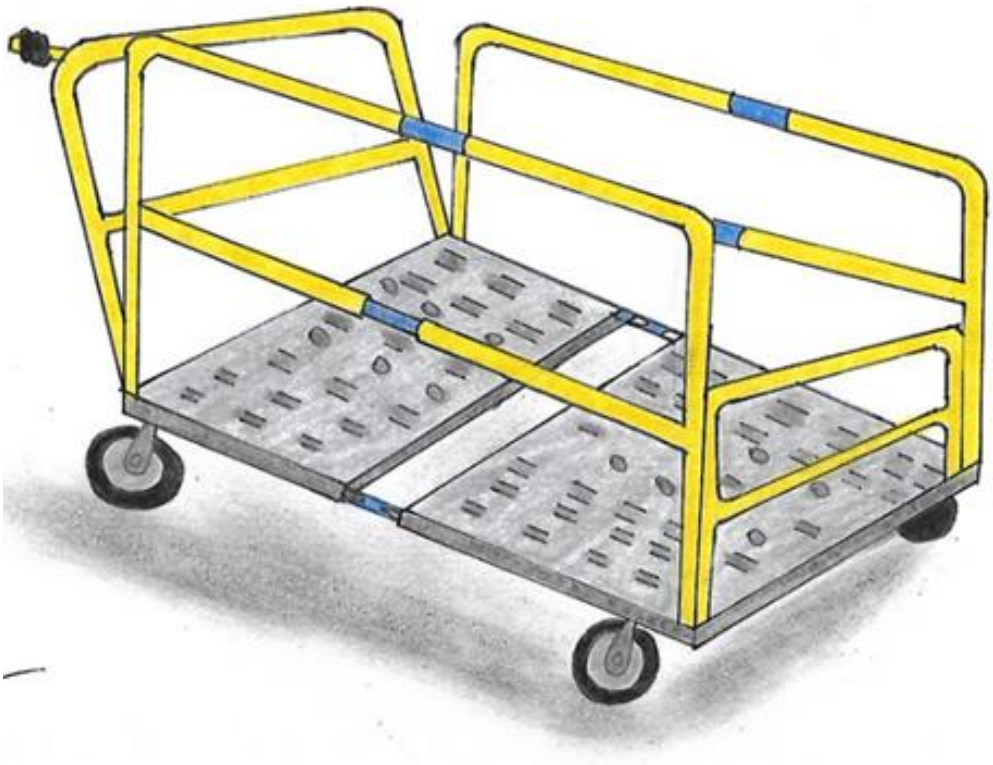
Y el ultimo carrito en la Figura 20, se diseñó para que tenga lo siguiente:

- Carrito para transportar sillas, paneles y tablones.
- Tiene llantas neumáticas y las 4 llantas tienen la capacidad de girar.
- Su base en material antideslizante.
- Manijas ergonómicas y con frenos.
- Carrito expandible para poder llevar diferentes tamaños de paneles y tablones.
- Tiene pestañas, para que los tablones o los planes encajen perfecto y se puedan llevar de costado en el carrito.

- Tiene 12 agujeros en su base, para que las diferentes sillas pueden colocarse en este. 6 agujeros en la primera placa y en la segunda 6. Capacidad máxima de paneles: 20.
- Tiene barandas altas para evitar que se caigan los tablones, pero estás barandas no superan la altura de las manijas.

Figura 20

Carrito 3



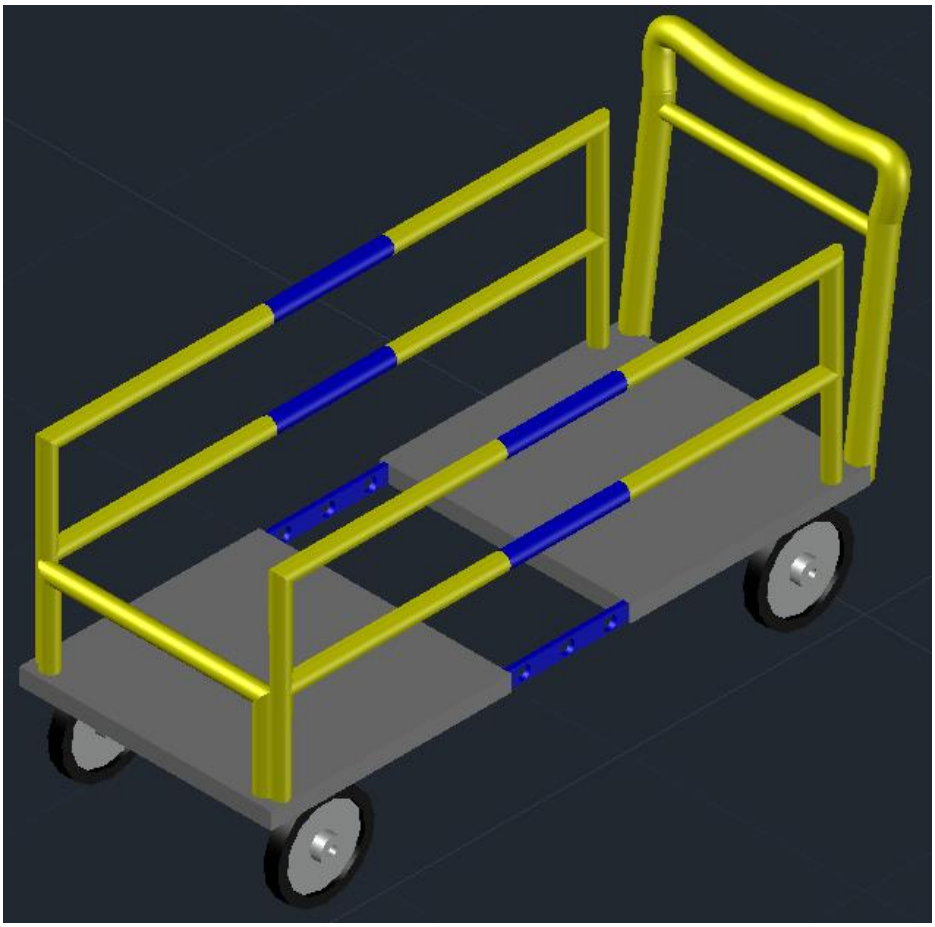
Nota: autoridad propia (2024)

- Diseño en AutoCAD:

A continuación, se muestra en AutoCAD el debido modelamiento del diseño (Figura 21):

Figura 21

Carrito 3 en AutoCAD



Nota: las partes de color azul son los extensores del carrito. Los debidos planos acotados y ficha técnica serán entregados a la Oficina de Salud y Seguridad en el Trabajo. Fuente: autoridad propia (2024)

6.3.3. Estrategia 3: Adaptación

En primer lugar, la elección del salón se debe a no solo su ubicación estratégica cercana a la plazoleta, sino que también, por su tamaño, resulta que el salón es pequeño para dar clases a los estudiantes, por tal motivo se considera adecuado para destinar este espacio como almacén. Esta decisión tiene fundamento administrativo, dado que hay un nuevo edificio con aulas disponibles que no se están utilizando en su totalidad. La utilización de estas aulas permitiría ofrecer clases de una manera más adecuada, brindando a los estudiantes la oportunidad de asistir a espacios más amplios y modernos.

Segundo, los carritos se utilizan debido a que el 30% restante de los eventos requieren el transporte de estos elementos a otras partes de la institución. Estos eventos se realizan en la Biblioteca, en la plazoleta exterior y en el Colegio Tagaste. Por lo tanto, es necesario contar con herramientas adecuadas que tengan una buena ergonomía con el fin de evitar desgastes en los trabajadores o hasta posibles accidentes.

7. Discusión

Al realizarse el cambio del lugar de almacenamiento, se observa un ahorro de 13 horas en tiempo y una reducción en la distancia recorrida de 33.350,4 metros. Estos resultados sugieren una mejora considerable en la eficiencia operativa, lo que implica menores costos operativos, reducción de riesgos laborales y mejores condiciones de trabajo para los empleados. Los nuevos carritos, diseñados para ser operados por una sola persona, ofrecen un beneficio adicional al reducir tanto el tiempo como las distancias recorridas. No obstante, es necesario evaluar estas mejoras a lo largo del tiempo y bajo diversas condiciones operativas, a fin de garantizar que los beneficios obtenidos sean sostenibles.

8. Recursos necesarios

8.1. Cotización

La cotización deberá ser realizada por la institución, considerando los elementos necesarios para la construcción del carrito, la mano de obra y otros aspectos requeridos para implementar la propuesta. A continuación, se enlistan algunos de los elementos o aspectos principales a cotizar:

Tabla 11

Lista para cotizar

Barandas laterales*
Base del carro
Extendedores del carrito
Freno
Manija o agarradera
Marco principal
Mecanismo de ajuste
Pintura
Puntos de fijación
Puntos de unión
Remaches y tornillos
Ruedas de 8 pulgadas, neumáticas
Mano de obra
Ángulos metálicos

Nota: los ángulos metálicos son para organizar los paneles en el nuevo almacén. Fuente: autoridad propia (2024)

8.2.Cronograma de posible implementación

El presente cronograma es para la posible implementación del proyecto, en la Tabla 12, se muestran las fases, sus actividades con descripción, el comienzo de la actividad, tiempo de duración y actividad (es) predecesora (s).

Tabla 12

Cronograma de implementación

Fase	Actividad	Descripción	Comienzo (días)	Tiempo (días)	Precedencia
Preparación inicial	A	Revisión de la propuesta y aprobación.	0	5	Inicio
	B	Asignación de roles.	5	2	A
	C	Creación del plan de implementación.	7	3	B
	D	Identificación y selección de proveedores o recursos necesarios.	10	3	C
	E	Solicitud y recopilación de cotizaciones.	13	3	D
	F	Evaluación de cotizaciones y selección de la mejor opción.	16	2	E
	G	Aprobación de la cotización por parte de la institución.	18	2	F
	H	Aseguramiento de los recursos aprobados e iniciar el proceso de adquisición.	20	3	G
Ejecución técnica	I	Preparación de la nueva área de almacenamiento (salón 111), retiro de pupitres, escritorio y televisor.	23	2	H
	J	Adecuación de la nueva área de almacenamiento (creación de Layout).	25	5	I
	K	Integración de componentes para organizar de manera eficiente el nuevo almacén.	30	3	J, L
Capacitación	L	Diseño y preparación de materiales para la capacitación.	25	5	I
	M	Desarrollo de la capacitación.	30	3	J, L
Implemen	N	Puesta en marcha del nuevo sistema.	33	2	K, M

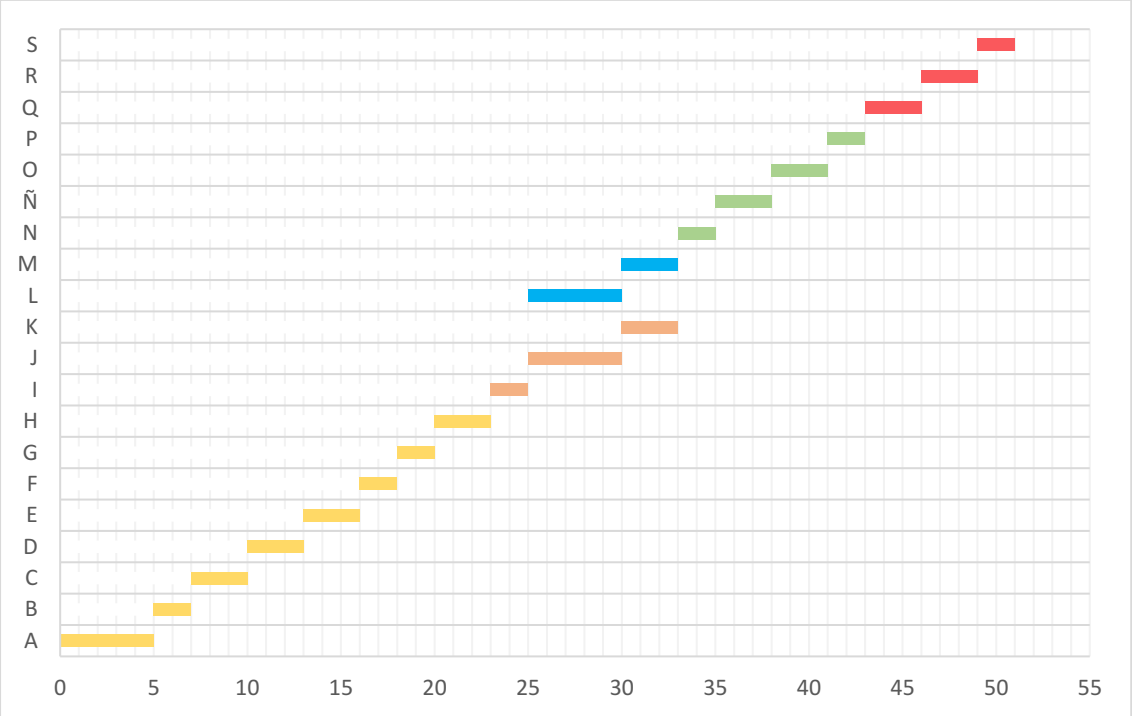
	Ñ	Monitoreo y corrección de errores.	35	3	N
	O	Ajustes basados en observaciones y comentarios.	38	3	Ñ
	P	Validación de los resultados.	41	2	O
Seguimiento y cierre	Q	Entrega de informe final sobre el desempeño del proyecto.	43	3	P
	R	Evaluación de resultados frente a los objetivos.	46	3	Q
	S	Cierre oficial del proyecto con presentación de logros y lecciones aprendidas.	49	2	R

Nota: el presente cronograma está susceptible a cambios, dependiendo de las disposiciones administrativas de la institución. Fuente: autoridad propia (2024)

Por lo tanto, el tiempo previsto para este proyecto es de 51 días como se evidencia en el siguiente diagrama de Gantt:

Figura 22

Diagrama de Gantt

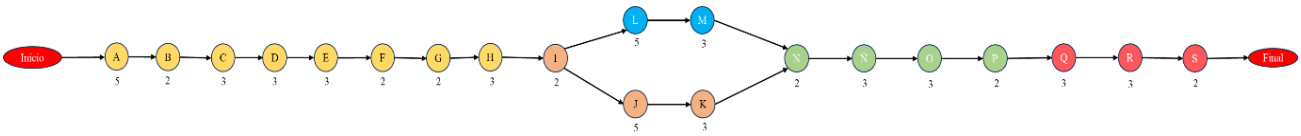


Nota: los colores son los asignados en las fases, en la Tabla 12. Fuente: autoridad propia (2024)

Por lo tanto, el grafo correspondiente al cronograma propuesto es el siguiente:

Figura 23

Grafo



Nota: autoridad propia (2024)

Y aplicando el método de ruta crítica CPM, se encuentra que todo el cronograma no tiene holgura, es decir, todo es la ruta crítica.

Figura 24

Aplicación del CPM

Nota: autoridad propia (2024)

Son 51 días para esta implementación, pero depende de las disposiciones de la institución. Por lo tanto, si no se cuentan con las condiciones necesarias para llevar a cabo cada una de las actividades que permitan implementar de manera eficiente la propuesta, se recomienda no posponerla por un lapso mayor a tres años, ya que sería necesario volver a medir diferentes aspectos mencionados en el presente proyecto.

9. Conclusiones

La investigación aborda una problemática logística significativa en la Universitaria Agustiniana, sede Tagaste, relacionada con el alistamiento, almacenamiento y transporte necesarios para la conformación de módulos para los eventos institucionales. Se evidenció que los procesos actuales generan recorridos extensos con cargas pesadas, lo que aumenta el riesgo de lesiones biomecánicas y disminuye la eficiencia operativa.

Mediante una metodología cuantitativa con enfoque descriptivo y estrategia experimental, se caracterizó el sistema actual a través de la medición de tiempos, distancias, pesos y longitudes. Adicionalmente, por medio de una matriz de riesgos basada en la GTC 45, se identificaron los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, siendo el biomecánico el más significativo, especialmente en la interacción con la rampa. Para complementar este análisis, se realizó una simulación discreta en el programa FlexSim, con el propósito de visualizar el proceso actual y analizarlo de manera más eficiente empleando métodos y tiempos.

La propuesta de mejora se desarrolló de forma concreta y se centra en tres estrategias clave:

1. Cambio y unificación del lugar de almacenamiento hacia un área más accesible.
2. La implementación de carritos ergonómicos adaptados a las necesidades del personal.
3. La adaptación por parte de la institución.

Al aplicarse la primera estrategia está reduce los tiempos y distancias recorridas en un 86% y 92%, respectivamente, mejorando así las condiciones laborales y minimizando accidentes, debido a que se suprime el paso por la rampa, que es el riesgo más alto identificado. En cuestión de los carritos, son necesarios debido a que el 70% de las ferias se hacen en el mismo nivel del

nuevo almacén, pero el porcentaje restante, en las otras partes internas de la sede o externas como en el colegio Tagaste, por ello son necesarios.

Los resultados reflejan que el proyecto no solo es técnicamente viable, sino también sostenible con el tiempo, siempre que se implementen planes de mantenimiento adecuados y se capacite al personal involucrado. Además, está propuesta resalta la importancia de integrar conocimientos en métodos y tiempos, gestión de inventarios y salud ocupacional dentro de la práctica profesional de la Ingeniería Industrial.

Finalmente, se recomienda a la institución evaluar y ajustar continuamente estas mejoras para asegurar su alineación con las necesidades cambiantes y los recursos disponibles, fomentando un entorno laboral más seguro y eficiente, contribuyendo al bienestar integral de los empleados.

10. Recomendaciones

Para el presente proyecto, también se le brindan unas debidas recomendaciones para que la implementación realizada sea lo más eficiente posible.

10.1. Mantenimiento de las herramientas

El plan de mantenimiento del carrito se divide en preventivo, predictivo y correctivo.

10.1.1. Mantenimiento preventivo

El objetivo del mantenimiento preventivo es el de evitar fallas mediante inspecciones y acciones programadas, en las que sus tareas son las siguientes:

- ***Inspección visual periódica***

- Verificar ruedas, ejes, estructura, frenos y revestimientos según la lista de chequeo.
- Limpiar ruedas y ejes para evitar acumulación de residuos.
- Aplicar lubricantes en las partes móviles cada mes.

- ***Cronograma de inspección***

- Revisión semanal: personal encargado del uso.
- Inspección detallada mensual: técnico o personal de mantenimiento.
- Mantenimiento semestral: incluye ajustes estructurales, pintura y revisión profunda.

- ***Reemplazo preventivo***

Sustitución de ruedas, cojinetes o piezas desgastadas según el registro de uso promedio.

Documentación

Para poder realizar con mayor facilidad lo anteriormente descrito se han generado una serie de formatos para poder llevar una gestión documental adecuada, pero, además, el poder llevar un control sobre el carrito que se está utilizando, estos se encuentran en los Anexos 2 y Anexo 3, pero también el debido cronograma sobre el plan de mantenimiento preventivo Anexo

4, los cuales también se pueden revisar en el siguiente enlace: https://1drv.ms/x/c/9C8856BD235DBDE8/EdAMliYZcEpMhci3vjFWfTMByWcQpEZRIc2bVnaXsTFodw?e=CHHdWM

10.1.2. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo está compuesto de las siguientes tareas y está relacionado con el mantenimiento preventivo:

- ***Análisis de datos de uso***

Según las fichas técnicas y el formato de *Formato de diligenciamiento por parte del operario cuando se utilice el carrito* (Anexo 2), se debe realizar lo siguiente:

- Estimar la vida útil promedio de las piezas clave, dependiendo la frecuencia de uso, peso transportado y observaciones de cada jornada de transporte de los elementos necesarios para las ferias.

- ***Identificación de patrones***

Según también el formato (Anexo 2), se debe determinar la vida útil de ruedas, ejes y frenos. Además, las piezas que más fallan con frecuencia y determinar en qué condiciones, según esto, ajustar el cronograma del mantenimiento preventivo.

- ***Indicadores de alerta***

Los indicadores por utilizar para estar alerta son los siguientes:

- Si el operario requiere mayor esfuerzo para mover el carrito; revisar en este caso las ruedas (desgaste o falta de aire) y si están cumpliendo con la capacidad máxima de peso o se están pasando.
- Vibraciones o sonidos inusuales al empujar o frenar el carrito.
- Holguras visibles en los ejes o uniones.

- Deterioro de la pintura.
- Deterioro de las manijas.

Acción predictiva

Si aparece alguno de los anteriores indicadores, programar lo más pronto un mantenimiento general, con el fin de evitar el desgaste excesivo de las piezas o que estás puedan afectar el trabajo correspondiente.

10.1.3. Mantenimiento correctivo

- ***Reparación de emergencia***

Cuando falle alguno de los elementos se debe hacer lo siguiente:

- Ruedas y ejes: se deben sustituir.
- Partes sueltas o desalineadas: ajustar.
- Fracturas en la estructura: soldar.

- ***Proceso de reporte***

Con ayuda de la plantilla "*Formato de seguimiento por parte del personal de mantenimiento"* (Anexo 3), se puede llevar a cabo el debido reporte de las fallas y también, el debido mantenimiento del carrito, por ejemplo, en cuestión de repuestos o reparaciones generales.

- ***Revisión post reparación***

Con el mismo formato del Anexo 3, se puede llevar la aprobación de la reparación realizada.

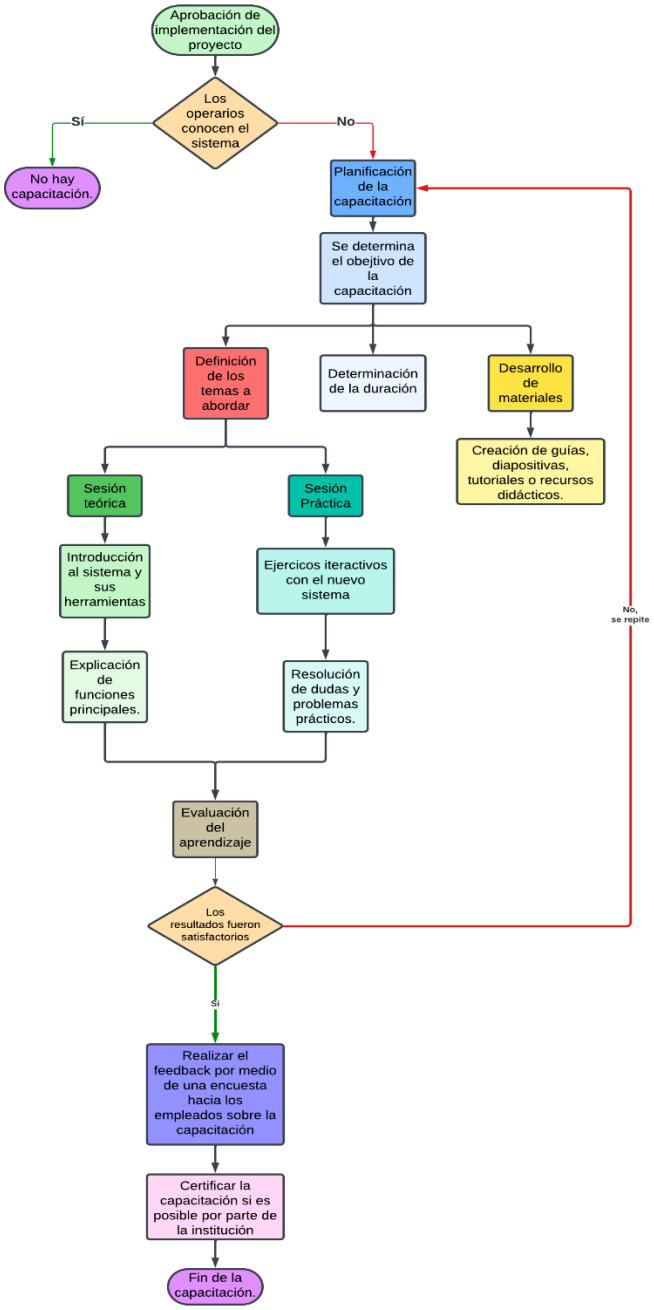
10.2. Capacitación de empleados

La capacitación debe realizarse al implementar las herramientas de transporte (carrito), con el objetivo de concientizar y socializar su manejo adecuado. Asimismo, es necesario presentar el nuevo sistema, los cambios en el almacenamiento y su relación con el proyecto, para

que los trabajadores puedan desempeñar su labor de la mejor manera posible. En la Figura 22, se muestra el debido paso a paso de la capacitación, por medio de un diagrama de flujo.

Figura 25

Diagrama de flujo de la capacitación



Nota: autoridad propia (2024)

10.3. Nueva revisión de la matriz de Riesgos

Una vez finalizado el proyecto, se debe revisar la matriz de Riesgos para verificar que los riesgos se hayan reducido efectivamente. La responsabilidad de gestionar esta nueva matriz la debe realizar el área de Salud y Seguridad en el Trabajo de la Uniagustiniana.

11. Referencias

Allianz. (s.f.). ¿Qué es un accidente? *En Diccionario de seguros.* Recuperado de: https://www.allianz.es/descubre-allianz/mediadores/diccionario-de-seguros/a/que-es-un-accidente.html

Amaya Camacho, B. y Mejía Durán, W. (2020) *Propuesta De Mejora Para El Proceso Logístico De La Empresa Inversora Lockey Limitada, Sucursal Colombia.* [Tesis de pregrado, Universidad Antonio Nariño]. http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2924

Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia [Const]. Art. 1, 25, 48, 53, 54. 7 de julio de 1991 (Colombia).

Bembibre, C. (2009). *Definición de Académico.* Significado.com. Recuperado de: https://significado.com/academico/

Cárdenas, M. y Garrido, M. (2023) *Diagnóstico, Rediseño y Formalización de procesos Logísticos y de producción aplicando el modelo Business Process Management (BPM) en la empresa Edificaciones Metálicas Savi Sac – Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo] https://hdl.handle.net/20.500.12893/11552

Castro Chávez, N. G. (2020) *Programa de formación y capacitación dirigido a personal de mantenimiento de la Universidad del Istmo* [Tesis de maestría, Universidad del Istmo]. https://glifos.unis.edu.gt/opac/record/234948

Coll, F. (1 mayo de 2020). *Feria.* Economipedia. https://economipedia.com/definiciones/feria.html

Congreso de Colombia. (11de julio de 2012). Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional. D.O. No. 48488. Ley-1562-de-2012-Gestor-Normativo

De la Rosa Mercado, A. y Dovale Castaño, P. (2008) *Optimización de los procesos de almacenamiento: diseño de un sistema de gestión y control de inventarios para la empresa ECA LTDA* [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena]. https://hdl.handle.net/11227/777

Editorial Etecé. (2020). Seguridad. En *Concepto.* Recuperado de: https://concepto.de/seguridad/

Erra, C. (23 de marzo de 2020). *Administración científica, fundamentos y principios de Taylor.* Gestiopolis. https://www.gestiopolis.com/administracion-cientifica-fundamentos-y-principios-de-taylor/

Guzmán Pulido, A. y Triana Moreno, L. (2020) *Propuesta de mejoramiento al sistema de producción de sanitarios One Piece Smart mediante herramientas de Lean Manufacturing y de estudio de métodos y tiempos en la empresa Corona S.A.S Planta Madrid* [Tesis de pregrado, Universitaria Agustiniana]. https://repositorio.uniagustiniana.edu.co//handle/123456789/1415

Henao Villalba, M. y Sánchez Poveda, S. (2016) *Propuesta para Optimizar la Operación Logística en los Procesos de Alistamiento y Despacho de Mercancía, en el Centro de Distribución Colfrigos S.A.S.* [Tesis de posgrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. http://hdl.handle.net/11349/4696

Herrera Páez, Y. Tovar Sánchez, J. (2015) *Desarrollar el plan de gestión logística en logística de distribución Sánchez Polo S.A. (LDSP) empleando el sistema WMS-SISLOG* [Tesis de pregrado, Universidad Libre]. https://hdl.handle.net/10901/11345

Icontec. (2020). *Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional (GTC 45)* [Archivo PDF]. https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/3e32daff-b3e3-40fc-9618-3a5a9bbd3b2b/content

Ministerio de trabajo. (13 de febrero de 2019). Resolución 0312 de 2019. Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST. D.O. No. 50872. Resolucion_0312_de_2019_Estandares_Minimos.pdf

Mira Galiana, J. (2024). *¿Qué es la Logística? Definición, Componentes y su Rol en la Cadena de Suministro*. Toyota. https://blog.toyota-forklifts.es/que-es-logistica-definicion-conceptos

MYP Company. (s.f.). *Mesa Plegable Industrial*. Recuperado de: https://www.mesasyplegables.com/59-large_default/mesa-plegable-60x180.jpg

Niero Saldaña, N. (24 de marzo de 2011). *Métodos y tiempos. El estudio del trabajo para la productividad.* Gestiopolis. https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/

Ortiz Romero, P. (2019) *Evaluación del sistema de producción de la empresa produsiembal Cia. Ltda. Mediante el estudio del trabajo para aumentar la productividad* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3713

Pardo, A. (1997). ¿Qué es la salud? *Revista de Medicina de la Universidad de Navarra*. 41(2), 4-9. Recuperado de: https://www.unav.edu/web/unidad-de-humanidades-y-etica-medica/material-de-bioetica/que-es-la-salud#gsc.tab=0

Pérez Porto, J. y Gardey, A. (18 de diciembre de 2024). *Prevención.* Definición .DE. Recuperado de: https://definicion.de/prevencion/

Pérez Porto, J. y Merino, M. (22 de noviembre de 2018). *Conformación.* Definición .DE. Recuperado de: https://definicion.de/conformacion/

Real Academia Española. (s.f.). Alistamiento. En *Diccionario de la lengua española.* Recuperado de: https://dle.rae.es/alistamiento

Real Academia Española. (s.f.). Método. En *Diccionario de la lengua española.* Recuperado de: https://dle.rae.es/método

Real Academia Española. (s.f.). Planimetría. En *Diccionario de la lengua española.* Recuperado de: https://dle.rae.es/planimetr%C3%ADa

Rico, L., Maldonado, A., Escobedo, M. y de la Riva, J. (2005). Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: Un Análisis Comparativo. *Cultura Científica y Tecnológica.* 11(2), 9-18. https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/issue/view/49/53

Rodríguez Alván, G. (2019) *Propuesta de un Sistema de gestión logística para reducir costos operativos en la empresa de Calzados Fémina E.I.R.L* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. https://hdl.handle.net/11537/22553

Roldán, P. (10 de mayo de 2024). *Trabajo: qué es y para qué sirve trabajar.* Economipedia. https://economipedia.com/definiciones/trabajo.html

Soluciones para Oficinas. (s.f.). *Butterfly.* Recuperado de: https://media.solucionesparaoficinas.co/316-large_default/butterfly.jpg

Westreicher, G. (27 de agosto de 2024). *Almacenamiento: qué es y cómo funciona.* Economipedia. Recuperado de: https://economipedia.com/definiciones/almacenamiento.html

Yepes Piqueras, V. (29 de marzo de 2022). *Diagrama de recorrido como herramienta de estudio de métodos.* Universitat Politècnica de València. Recuperado de: https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/03/29/diagrama-de-recorrido-como-herramienta-de-estudio-de-metodos/

Anexos

Anexo 1

Matriz de Riesgos según GTC 45

MATRIZ DE RIESGO - GTC 45																										
					PELIGROS			CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO							VALORACIÓN DEL RIESGO	CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES			MEDIDAS DE INTERVENCIÓN				
PROCESO	ZONA/LUGAR	ACTIVIDAD	TAREA	RUTINARIO (Si o No)	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	EFECTOS POSIBLES	FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD	INTERPRETACIÓN NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	No EXPUESTOS	PEOR CONSECUENCIA	EXISTENCIA REQUISITO LEGAL ESPECÍFICO ASOCIADO (Si o No)	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
Transporte de elementos necesarios para ferias y eventos realizados en la Uniagustiniana	UNIAGUSTINIANA SEDE TAGASTE	Transporte de tablones, paneles, sillas, etc.	Alistamiento de tablones, paneles, sillas, etc., en zona de almacenamiento ubicada en el sótano de la Universidad.	Si	•Esfuerzo físico. •Manipulación manual de cargas. •Movimientos repetitivos. •Postura prolongada.	Biomecánico	Lesiones de trauma acumulativo, lesiones del sistema musculo esquelético, fatiga muscular, alteraciones lumbares, dorsales, cervicales y sacras, y alteraciones del sistema muscular.	Carrito de carga pequeño Paneles de aluminio y policarbonato	Rampas	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas, fracturas, hernias, lumbalgias, desviaciones de columna.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)		Cambiar el lugar de almacenamiento.	Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas.	Control de acceso a los elementos.	Uso de guantes.
					Inhalación de gases y vapores (CO2, entre otros).	Químico	Cefaleas, falta de coordinación, náuseas, vómitos, somnolencias, acufenos, parálisis, problemas cutáneos, neuritis periférica, déficit cognitivo y alteraciones psiquiátricas. Irritación de vías respiratorias, ojos y piel. Quemaduras.	Automóviles	Zona de almacenamiento	EPP	2	3	6	M	25	150	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Alteraciones psiquiátricas.	Ley 1566 de 2012 (Art. 10) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.4.6.2., 2.2.5.1.6.)		Cambiar el lugar de almacenamiento.	Ventilar el parqueadero.	Capacitar a los empleados de la importancia del uso correcto de los EPP.	Uso de tapabocas y guantes.
			Transporte de tablones, paneles, sillas, etc., en un carrito por el sótano hasta la rampa más cercana.	Si	•Esfuerzo físico. •Posturas prolongadas.	Biomecánico	Lesiones de trauma acumulativo, lesiones del sistema musculo esquelético y fatiga muscular.	- Carrito de carga pequeño. - Paneles de aluminio y policarbonato.	Rampas	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas y fracturas.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)		Utilizar un carrito adecuado a las medidas de los elementos utilizados en las ferias.	1. Diseñar un carrito con una plataforma más liviana y con las medidas respectivas hacia los elementos utilizados. 2. Diseñar un sistema de uso frenos y cambar a llantas neumáticas. 3. Mejorar la forma de direccionamiento de los carritos. 4. Delimitar los pesos a cargar por parte de los empleados y el carrito. 5. Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas. 6. Diseñar estanterías y estructuras de almacenamiento seguras.	Programa de inspecciones preventivas de la infraestructura y mantenimiento de los carritos.	Formación sobre el uso del equipo mecánico.
					Accidentes de tránsito.	Condiciones de seguridad	Lesiones en muñecas, manos, tobillos, rodillas, piernas, pies. Contusiones o moretones, dolor de hombros y espalda, pequeñas heridas y cortes, latigazo cervical. Tensión psicológica.	Automóviles	Sótano	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas y fracturas. Látigazo cervical.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 83, 203)		Cambiar el lugar de almacenamiento.	Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas.	Aumentar señalización e iluminación del sótano.	Uso de guantes.
					Inhalación de gases y vapores (CO2, entre otros).	Químico	Cefaleas, falta de coordinación, náuseas, vómitos, somnolencias, acufenos, parálisis, problemas cutáneos, neuritis periférica, déficit cognitivo y alteraciones psiquiátricas. Irritación de vías respiratorias, ojos y piel. Quemaduras.	Automóviles	Sótano	EPP	2	3	6	M	25	150	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Alteraciones psiquiátricas.	Ley 1566 de 2012 (Art. 10) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.4.6.2., 2.2.5.1.6.)		Cambiar el lugar de almacenamiento.	Ventilar el parqueadero.	Realizar estudio de higiene y de niveles de gases.	Uso de tapabocas y guantes.
			Transporte de los elementos por la rampa hasta el primer piso de la Universidad.	Si	•Esfuerzo físico. •Postura mantenida. •Postura prolongada.	Biomecánico	Lesiones de trauma acumulativo, lesiones del sistema musculo esquelético, fatiga muscular, alteraciones lumbares, dorsales, cervicales y sacras, y alteraciones del sistema muscular.	- Carrito de carga pequeño. - Paneles de aluminio y policarbonato.	Rampas	EPP	10	3	30	MA	60	1800	I	No aceptable	6	Lesiones musculoesqueléticas y fracturas.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)		Cambiar el lugar de almacenamiento.	1. Diseñar un carrito con una plataforma más liviana y con las medidas respectivas hacia los elementos utilizados. 2. Diseñar un sistema de uso frenos y cambar a llantas neumáticas. 3. Mejorar la forma de direccionamiento de los carritos. 4. Delimitar los pesos a cargar por parte de los empleados y el carrito. 5. Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas. 6. Diseñar estanterías y estructuras de almacenamiento seguras.	Programa de inspecciones preventivas de la infraestructura y mantenimiento de los carritos.	Formación sobre el uso del equipo mecánico.
					Locativo (por la rampa)	Condiciones de seguridad	Contusiones, esquinces, lesiones, golpes, heridas.	- Carrito de carga pequeño. - Paneles de aluminio y policarbonato.	Rampas	EPP	6	3	18	A	60	1080	I	No aceptable	6	Fracturas.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)		Cambiar el lugar de almacenamiento con tal de evitar la rampa.	1. Diseñar un carrito con una plataforma más liviana y con las medidas respectivas hacia los elementos utilizados. 2. Diseñar un sistema de uso frenos y cambar a llantas neumáticas. 3. Mejorar la forma de direccionamiento de los carritos. 4. Delimitar los pesos a cargar por parte de los empleados y el carrito. 5. Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas. 6. Diseñar estanterías y estructuras de almacenamiento seguras.	Programa de inspecciones preventivas de la infraestructura y mantenimiento de los carritos.	Uso de guantes.
			Desplazamiento desde la rampa hasta la plazoleta de la Universidad.	Si	•Esfuerzo físico. •Postura mantenida. •Postura prolongada.	Biomecánico	Lesiones de trauma acumulativo, lesiones del sistema musculo esquelético, fatiga muscular, alteraciones lumbares, dorsales, cervicales y sacras, y alteraciones del sistema muscular.	- Carrito de carga pequeño. - Paneles de aluminio y policarbonato.	Entorno	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas y fracturas.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)			1. Diseñar un carrito con una plataforma más liviana y con las medidas respectivas hacia los elementos utilizados. 2. Diseñar un sistema de uso frenos y cambar a llantas neumáticas. 3. Mejorar la forma de direccionamiento de los carritos. 4. Delimitar los pesos a cargar por parte de los empleados y el carrito. 5. Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas. 6. Diseñar estanterías y estructuras de almacenamiento seguras.	1. Programa de inspecciones preventivas de la infraestructura y mantenimiento de los carritos. 2. Delimitar los tiempos de descanso.	Formación sobre el uso del equipo mecánico.
			Descarga de los elementos	Si	•Esfuerzo físico. •Manipulación manual de cargas. •Movimientos repetitivos.	Biomecánico	Lesiones de trauma acumulativo, lesiones del sistema musculo esquelético, fatiga muscular, alteraciones lumbares, dorsales, cervicales y sacras, y alteraciones del sistema muscular.	Paneles de aluminio y policarbonato.	Entorno	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas y fracturas.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)			Limitar la carga de pesos por parte de los empleados.	Delimitar los tiempos de descanso.	Uso de guantes.
			Volver a la zona de almacenamiento	Si	•Esfuerzo físico. •Movimientos repetitivos.	Biomecánico	Lesiones de trauma acumulativo, lesiones del sistema musculo esquelético, fatiga muscular, alteraciones lumbares, dorsales, cervicales y sacras, y alteraciones del sistema muscular.	- Carrito de carga pequeño. - Paneles de aluminio y policarbonato.	Entorno	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)		Cambiar el lugar de almacenamiento.	1. Diseñar un carrito con una plataforma más liviana y con las medidas respectivas hacia los elementos utilizados. 2. Diseñar un sistema de uso frenos y cambar a llantas neumáticas. 3. Mejorar la forma de direccionamiento de los carritos. 4. Delimitar los pesos a cargar por parte de los empleados y el carrito. 5. Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas. 6. Diseñar estanterías y estructuras de almacenamiento seguras.	1. Programa de inspecciones preventivas de la infraestructura y mantenimiento de los carritos. 2. Delimitar los tiempos de descanso.	Formación sobre el uso del equipo mecánico.
			Realizar el montaje de los respectivos módulos para las ferias	Si	•Esfuerzo físico. •Manipulación manual de cargas. •Postura prolongada.	Biomecánico	Lesiones de trauma acumulativo, lesiones del sistema musculo esquelético, fatiga muscular, alteraciones lumbares, dorsales, cervicales y sacras, y alteraciones del sistema muscular.	Paneles de aluminio y policarbonato	Entorno	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas y fracturas.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)			1. Diseñar un carrito con una plataforma más liviana y con las medidas respectivas hacia los elementos utilizados. 2. Diseñar un sistema de uso frenos y cambar a llantas neumáticas. 3. Mejorar la forma de direccionamiento de los carritos. 4. Delimitar los pesos a cargar por parte de los empleados y el carrito. 5. Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas. 6. Diseñar estanterías y estructuras de almacenamiento seguras.	Tiempos de descanso entre actividades.	Uso de guantes.
					Eléctrico (uso de baja tensión para la instalación de los tomacorrientes).	Condiciones de seguridad	Electrocución, fibrilación ventricular, lesiones musculares, quemaduras, tetanización y shock.	Retie.	Cumplir normativa Retie.	EPP, persona capacitada y formada.	2	3	6	M	25	150	II	No aceptable o Aceptable con control específico	3	Quemaduras, paro cardiaco, shock.	NTC 2050				Establecer kit de seguridad al manipular herramientas y equipos energizados; para el personal no certificado.	Uso de guantes aislantes.
			Desmontaje	Si	•Esfuerzo físico. •Manipulación manual de cargas. •Postura prolongada.	Biomecánico	Lesiones de trauma acumulativo, lesiones del sistema musculo esquelético, fatiga muscular, alteraciones lumbares, dorsales, cervicales y sacras, y alteraciones del sistema muscular.	Paneles de aluminio y policarbonato.	Entorno	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas y fracturas.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)			Limitar la carga de pesos por parte de los empleados.	Tiempos de descanso entre actividades.	Uso de guantes.
					Eléctrico (desinstalación de los tomacorrientes).	Condiciones de seguridad	Electrocución, fibrilación ventricular, lesiones musculares, quemaduras, tetanización y shock.	Retie.	Cumplir normativa Retie.	EPP, persona capacitada y formada.	2	3	6	M	25	150	II	No aceptable o Aceptable con control específico	3	Quemaduras, paro cardiaco, shock.	NTC 2050				Establecer kit de seguridad al manipular herramientas y equipos energizados; para el personal no certificado.	Uso de guantes aislantes.
			Almacenamiento (Se repite el mismo recorrido, hasta llegar al almacenamiento en el sótano de la institución)	Si	•Esfuerzo físico. •Manipulación manual de cargas. •Movimientos repetitivos. •Postura mantenida. •Postura prolongada.	Biomecánico	Lesiones de trauma acumulativo, lesiones del sistema musculo esquelético, fatiga muscular, alteraciones lumbares, dorsales, cervicales y sacras, y alteraciones del sistema muscular.	- Carrito de carga pequeño. - Paneles de aluminio y policarbonato.	Rampas	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas y fracturas.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 388, 389, 392, 394 y 395) Resolución 2413 de 1979 (Art. 104) Resolución 2646 de 2008 (Art. 6) Ley 1562 de 2012 (Art. 4) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.1.5.9., 2.2.4.6.2., 2.2.4.6.15.) Resolución 0312 de 2019 (Art. 16)		Cambiar el lugar de almacenamiento.	1. Diseñar un carrito con una plataforma más liviana y con las medidas respectivas hacia los elementos utilizados. 2. Diseñar un sistema de uso frenos y cambar a llantas neumáticas. 3. Mejorar la forma de direccionamiento de los carritos. 4. Delimitar los pesos a cargar por parte de los empleados y el carrito. 5. Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas. 6. Diseñar estanterías y estructuras de almacenamiento seguras.	Control de acceso a los elementos.	Formación sobre el uso del equipo mecánico.
					Accidentes de tránsito.	Condiciones de seguridad.	Lesiones en muñecas, manos, tobillos, rodillas, piernas, pies. Contusiones o moretones, dolor de hombros y espalda, pequeñas heridas y cortes, latigazo cervical. Tensión psicológica.	Automóviles	Sótano	EPP	6	3	18	A	25	450	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Lesiones musculoesqueléticas y fracturas. Látigazo cervical.	Resolución 2400 de 1979 (Art. 83, 203)		Cambiar el lugar de almacenamiento.	Diseñar o construir un cuarto de almacenamiento al mismo nivel de la plazoleta donde se realizan los montajes para las ferias académicas.	Aumentar señalización e iluminación del sótano.	Uso de guantes.
					Inhalación de gases y vapores (CO2, entre otros).	Químico	Cefaleas, falta de coordinación, náuseas, vómitos, somnolencias, acufenos, parálisis, problemas cutáneos, neuritis periférica, déficit cognitivo y alteraciones psiquiátricas. Irritación de vías respiratorias, ojos y piel. Quemaduras.	Automóviles.	Zona de almacenamiento	EPP	2	3	6	M	25	150	II	No aceptable o Aceptable con control específico	6	Alteraciones psiquiátricas.	Ley 1566 de 2012 (Art. 10) Decreto 1072 de 2015 (Art. 2.2.4.6.2., 2.2.5.1.6.)		Cambiar el lugar de almacenamiento.	Ventilar el parqueadero.	Realizar estudio de higiene y de niveles de gases.	Uso de tapabocas y guantes.

Nota: autoridad propia (2024)

Anexo 2

Formato de diligenciamiento por parte del operario cuando se utilice el carrito

FORMATO DE DILIGENCIAMIENTO POR PARTE DEL OPERARIO																																
Herramienta	**Carrito**																		Página					1 de 1								
Operario																			Fecha					MM/AAAA								
Elementos	**Tipo de revisión**	**Mes**																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Barandas laterales*	Visual y física.																															
Base del carro	Visual, física y funcional.																															
Extensibilidad del carrito	Funcional y visual.																															
Freno	Funcional y física.																															
Manija o agarradera	Física y visual.																															
Marco principal	Visual y física.																															
Mecanismo de ajuste	Funcional y visual.																															
Pintura	Visual.																															
Puntos de fijación	Visual y física.																															
Puntos de unión	Visual y física.																															
Remaches y tornillos	Visual y física.																															
Ruedas	Funcional, física y visual.																															
Nota: Si el elemento está bien visualmente y no ha fallado durante el turno se hace el siguiente símbolo ✓, si ha fallado o está mal visualmente el elemento colocar **X**.																																

Nota: autoridad propia (2024)

Anexo 3

Formato de seguimiento por parte del personal de mantenimiento

FORMATO DE SEGUIMIENTO POR PARTE DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO				
Herramienta	**Carrito**			
ENCARGADO			Página	1 de 1
			Fecha	DD/MM/AAAA
Elemento afectado		**Fecha y hora aproximada de afectación**	DD/MM/AAAA 00:00:00	
Tipo de Mantenimiento	**Preventivo**	**Correctivo**	**Chequeo**	
Problema Detectado				
Acciones realizadas				

Revisó		**Aprobó**		**Observaciones**						
Nombre	Firma	Nombre	Firma	●Uso de Elementos de Protección Personal (EPP).						
				Botas punta de acero		Gafas		Guantes		

Nota: Este formato puede ser utilizado de manera semanal, mensual o anual, con el fin de llevar el registro de las actividades realizadas correspondientes al mantenimiento del carrito, ya sea preventivo, correctivo o chequeo. Fuente: autoridad propia (2024)

Anexo 4

Cronograma de Revisión periódica

Cronograma de Revisión periódica								
Grupo	**Elementos**	**Cantidad**	**Imagen**	**Periodo de Revisión**	**Última revisión**	**Próxima revisión**	**Acciones por parte del personal de Mantenimiento**	**Acciones por parte de la empresa**
	Barandas laterales*							
	Base del carro							
	Extensibilidad del carrito							
	Freno							
	Manija o agarradera							
	Marco principal							
	Mecanismo de ajuste							
	Pintura							
	Puntos de fijación							
	Puntos de unión							
	Remaches y tornillos							
	Ruedas							

Nota: la cantidad, imagen, periodo de revisión, depende del modelo que escoja la institución cuando implementen el proyecto. Fuente: autoridad propia (2024)