



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROPUESTA DE ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL CENTRO
AUTOMOTRIZ CÁRDENAS DE LA CIUDAD DE CUENCA-ECUADOR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: ISRAEL ALEXANDER CELI SALINAS

KEVIN ESTEBAN ZARI TENEMASA

TUTORA: ING. DIANA PATRICIA MOYA LOAIZA, MSc.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Israel Alexander Celi Salinas con documento de identificación N° 1105691602 y Kevin Esteban Zari Tenemasa con documento de identificación N° 0107458465; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 16 de enero del 2024

Atentamente,



Israel Alexander Celi Salinas

1105691602



Kevin Esteban Zari Tenemasa

0107458465

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Israel Alexander Celi Salinas con documento de identificación N° 1105691602 y Kevin Esteban Zari Tenemasa con documento de identificación N° 0107458465, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Propuesta de análisis y optimización del centro automotriz Cárdenas de la ciudad de Cuenca-Ecuador”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 16 de enero del 2024

Atentamente,



Israel Alexander Celi Salinas

1105691602



Kevin Esteban Zari Tenemasa

0107458465

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Diana Patricia Moya Loaiza con documento de identificación N° 1718971524, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL CENTRO AUTOMOTRIZ CÁRDENAS DE LA CIUDAD DE CUENCA-ECUADOR realizado por Israel Alexander Celi Salinas con documento de identificación N° 1105691602 y por Kevin Esteban Zari Tenemasa con documento de identificación N° 0107458465, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 16 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Diana Patricia Moya Loaiza. Msc.

1718971524

DEDICATORIA

Dedico a mis padres este proyecto final

Israel Alexander Celi Salinas

DEDICATORIA

Con profundo agradecimiento y amor, dedico el presente proyecto a mi querido padre Benito Zari, cuyo apoyo inquebrantable ha sido mi sostén constante a lo largo de mi trayectoria académica. También quiero expresar mi gratitud a mi madre, Julia Tenemasa, y a mi tía, Rosa Tenemza, por creer en mis habilidades y ser la fuente inagotable de motivación que me impulsa a convertirme en un profesional destacado.

A lo largo de mi vida, han inculcado en mí valiosos principios y enseñanzas que se han convertido en pilares fundamentales de mi vida cotidiana. Estos valores, transmitidos con amor y dedicación, son una guía invaluable que me acompañará a lo largo de mi camino.

Este trabajo es un tributo a mis padres y a mi tía, en reconocimiento a su amor incondicional, sacrificio y esfuerzo constante. A mi "Reina Del Cisne", quien nunca me permitió caer, sino que estuvo

siempre presente para levantarme en los momentos más difíciles. Cada logro que alcanzaré será, en parte, gracias a la influencia positiva y el respaldo continuo de quienes más amo.

Kevin Esteban Zari Tenemasa

AGRADECIMIENTO

*Agradezco a mis padres por el apoyo
brindado*

Israel Alexander Celi Salinas

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a Dios y a mi "Reina Del Cisne" por permitirme culminar mi carrera de ingeniería. Atribuyo a Su divina motivación y sabiduría el haberme acompañado a lo largo de este arduo camino, otorgándome la capacidad de aprender y crecer en cada experiencia.

Agradezco profundamente a mi familia: Jaime, Mariela, Andrés, Danny, Noe y mi querida abuelita Carmelina, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida. Su amor incondicional y apoyo constante han sido fuentes de inspiración y ejemplos a seguir. Cada uno de ellos ha contribuido a mi formación como un ser humano comprometido con los valores que guían mi convivencia en la sociedad.

La confianza inquebrantable que mi familia depositó en mí ha sido un motor para superar obstáculos y convertirme en un ejemplo y fuente de orgullo para ellos. Aprecio cada momento compartido y el respaldo que siempre me brindaron.

Quiero expresar un especial agradecimiento a mi tutora, la ingeniera Diana Moya, cuya asesoría y disposición fueron fundamentales en este proyecto. Con sus conocimientos y apoyo, nos guió a lo largo de cada etapa, brindándonos una invaluable orientación.

Kevin Esteban Zari Tenemasa

RESUMEN

La presente investigación, enfocada en la optimización del Centro Automotriz Cárdenas en la ciudad de Cuenca, Ecuador, se ha desarrollado con el propósito de proponer un análisis exhaustivo y mejoras significativas en sus operaciones. Para alcanzar los objetivos planteados, se han delineado diversas tareas, cuyo detallado abordaje se presenta en el siguiente extracto:

En la Fase 1 del proyecto, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura existente, abordando definiciones, metodologías y clasificaciones relacionadas con las mejoras destinadas a la optimización de centros automotrices.

Concluida la Fase 1, se procedió a la Fase 2, que se centra en realizar un diagnóstico detallado de los procesos y operaciones actuales del Centro Automotriz Cárdenas. Este análisis abarcó la distribución, capacidades y funcionamiento de cada uno de estos elementos, proporcionando una visión integral de la situación actual.

Avanzando hacia la Fase 3, se formuló una propuesta concreta y viable mediante el uso de software especializado, permitiendo visualizar la optimización propuesta para el Centro Automotriz Cárdenas. La metodología SLP (Systematic Layout Planning) fue empleada para desarrollar dicha propuesta, y como resultado final, se implementaron dos programas destinados a mejorar la gestión del taller, contribuyendo así a la eficiencia operativa del centro.

Palabras Claves: optimización, metodologías, diagnostico, distribución, softwares, SLP.

ABSTRACT

The present research, focused on optimizing the Automotive Center Cárdenas in the city of Cuenca, Ecuador, has been developed with the purpose of proposing a comprehensive analysis and significant improvements in its operations. To achieve the set objectives, various tasks have been outlined, and their detailed approach is presented in the following excerpt:

In Phase 1 of the project, an exhaustive review of existing literature was conducted, addressing definitions, methodologies, and classifications related to improvements aimed at optimizing automotive centers.

Upon completion of Phase 1, Phase 2 was initiated, focusing on conducting a detailed diagnosis of the current processes and operations of the Automotive Center Cárdenas. This analysis covered the distribution, capacities, and functioning of each of these elements, providing a comprehensive overview of the current situation.

Advancing to Phase 3, a specific and viable proposal was formulated using specialized software, allowing visualization of the proposed optimization for the Automotive Center Cárdenas. The Systematic Layout Planning (SLP) methodology was employed to develop this proposal, and as a final result, two programs were implemented to enhance workshop management, thereby contributing to the operational efficiency of the center.

Keywords: *optimization, methodologies, diagnosis, distribution, software, SLP (Systematic Layout Planning).*

ÍNDICE GENERAL

<i>CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR</i>	<i>III</i>
<i>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</i>	<i>IV</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>V</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>VI</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>VIII</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>IX</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>XI</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>1</i>
<i>1. INTRODUCCIÓN</i>	<i>11</i>
<i>2. PROBLEMA</i>	<i>12</i>
2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Importancia y Alcances	13
2.3 Delimitación.....	14
<i>3. OBJETIVOS</i>	<i>15</i>
3.1 Objetivo General	15
3.2 Objetivos Específicos	15
<i>CAPÍTULO I</i>	<i>16</i>
<i>4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS</i>	<i>16</i>
4.1 Distribución en Planta y sus objetivos.....	16
4.2 Ventajas de una distribución en planta.....	17
4.3 Tipos de distribución	17
4.3.1 Distribución de proyecto singular	18

4.3.2 Distribución de posición fija	18
4.3.3 Distribución por grupos autónomos de trabajo	18
4.3.4 Distribución basada en el Producto	18
4.5. Factores que intervienen en la distribución en planta.....	18
4.5.1 Factor material	18
4.5.2 Factor maquinaria.....	19
4.5.3 Factor hombre	19
4.5.4 Factor movimiento	19
4.5.5 Factor espera	19
4.5.6 Factor servicio	20
4.5.7 Factor edificio	20
4.6 Modelos de distribución en planta	20
4.6.1 Modelo CRAFT	21
4.6.2 Modelo CORELAP	21
4.6.3 Modelo ALDEP	21
4.6.4 Modelo SLP.....	21
4.7 Estructura del método SLP.....	23
4.7.1 Producto (P)	23
4.7.2 Cantidad (Q)	23
4.7.3 Recorrido (R)	24
4.7.4 Servicios (S).....	24
4.7.5 Tiempo (T)	24
4.7.6 Análisis P-Q	24

4.8 Fases de desarrollo del Modelo SLP enfocado a un centro automotriz	24
4.8.1 Fase I: Selección de Ubicación	24
4.8.2 Fase II: Plan de Distribución General.....	25
4.8.3 Fase III: Plan de Distribución Detallada.....	25
4.8.4 Fase IV: Instalación	25
Capitulo II: DISTRIBUCIÓN ACTUAL DEL CENTRO AUTOMOTRIZ CÁRDENAS	29
5. Introducción.....	29
5.1 Organigrama Estructural.....	30
5.2 Análisis de infraestructura del centro automotriz Cárdenas	31
5.3 Infraestructura y Operaciones Eficientes (Zona 1).....	32
5.4Infraestructura y Operaciones Eficientes (Zona 2)	35
5.5Análisis Detallado de la Organización en la Zona 1	36
5.5.1 Oficina y bodegas	37
5.5.2 Área de actividades automotrices.....	39
5.5.3 Zona de aparcamiento	40
5.6Análisis Detallado de la Organización en la Zona 2	41
5.6.1 Almacén – vestuario- sanitario.....	41
5.6.2 Vestuarios 1-2	42
5.6.3 Bodegas	42
5.6.4 Actividades automotrices	43
5.7Proceso En El Centro Automotriz Cárdenas	44
5.7.1 Mantenimiento y reparación del sistema de frenos.....	45
5.7.2 Cambio de aceite y filtro del motor	46

5.7.3 Toma de tiempos del proceso (Limpieza y mantenimiento de inyectores)	47
5.7.4 Diagnostico abordado	48
5.7.5 Reparación del sistema de suspensión.....	49
5.8Capacidades en el centro automotriz.....	50
5.9Normativas que cumple el centro automotriz Cárdenas	52
5.10Problemas a razón de la mala distribución de las áreas.....	55
5.10.1Análisis de Problemas en la Zona 1:.....	56
5.10.2Análisis de Problemas en la Zona 2:.....	56
Capitulo III: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL CENTRO AUTOMOTRIZ(LAYOUT).	58
6. Propuesta de un layout	58
6.1 Tabla relacional de actividades.....	59
6.2Análisis de la tabla relacional de actividades	62
6.3Infraestructura y espacios para implementar en el centro automotriz.....	64
6.3.1 Factores de guías para la propuesta	64
6.3.2 Diagrama de recorrido	65
6.3.3 Optimización de recorrido centro automotriz Cárdenas	67
6.4 Propuesta de mejoramiento en la disposición zona 1	68
6.5 mejoramiento en la disposición zona 2	71
6.6Simulación en 3D para la visualización del layout de los elementos internos ...	73
6.6.1 Visualización 3D zona 1.....	74
6.6.2 Visualización 3D zona 2.....	77
6.7 Calculo de dimensiones	80
6.7.1 Bahías de trabajo.....	80

6.7.2 Superficie de puestos de trabajo	80
6.7.3 Área total de zonas varias.....	81
6.7.4 Área total de la zona de reparación del taller.....	81
6.7.5 Superficie de aparcamiento de vehículos	82
6.7.6 Área total de aparcamiento	82
6.7.7 Zona de recambios	83
<i>6.8 Propuesta de un esquema de flujo de actividades destinado a normalizar los procedimientos involucrados en la gama de servicios proporcionados por el centro automotriz Cárdenas</i>	<i>84</i>
6.8.1 Mantenimiento y reparación del sistema de frenos.....	84
6.8.2 Cambio de aceite y filtro del motor	86
6.8.3 Limpieza y mantenimiento de inyectores	88
6.8.4 Diagnóstico de abordó.....	90
6.8.5 Reparación del sistema de suspensión.....	92
<i>6.9 Aplicación de inventario y base de datos para la gestión del centro automotriz</i>	<i>94</i>
6.9.1 Base de datos clientes centro automotriz Cárdenas	94
6.9.2 Base de datos repuestos centro automotriz Cárdenas	95
<i>7. Conclusiones</i>	<i>97</i>
<i>8. Recomendaciones</i>	<i>98</i>
<i>9. Bibliografía</i>	<i>99</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> Objetivos de la distribución en planta	16
<i>Tabla 2</i> Códigos y relaciones	27
<i>Tabla 3</i> Codificación de razón o causa	28
<i>Tabla 4</i> Codificación para el diagrama de recorridos y/o actividades	29
<i>Tabla 5</i> Zona y distribución (Zona 1).....	33
<i>Tabla 6</i> Zona y distribución (Zona 2).....	35
<i>Tabla 7</i> Servicios más frecuentes.....	44
<i>Tabla 8</i> Normativas que cumple el centro automotriz Cárdenas.....	53
<i>Tabla 9</i> Tamaño y ubicación del centro automotriz.....	58
<i>Tabla 10</i> Tabla de relacional de actividades	61
<i>Tabla 11</i> Dimensionamiento de distribución.....	70
<i>Tabla 12</i> Dimensionamiento de distribución.....	71
<i>Tabla 13</i> Mantenimiento y reparación del sistema de frenos	85
<i>Tabla 14</i> Cambio de aceite y filtro del motor	87
<i>Tabla 15</i> Limpieza y mantenimiento de inyectores.....	89
<i>Tabla 16</i> Diagnóstico de abordó.....	91
<i>Tabla 17</i> Reparación del sistema de suspensión.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.Ubicación centro automotriz Cárdenas</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2.Proceso de aplicación del método SLP.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3.Ejemplo de tabla relacional de actividades</i>	<i>26</i>
<i>Figura 4.jError! Marcador no definido.</i>	
<i>Figura 5.Organigrama estructural.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 6.Fotografía del centro automotriz Cárdenas (Zona 1)</i>	<i>32</i>
<i>Figura 7.Fotografía del centro autmotriz Cárdenas (Zona 2)</i>	<i>32</i>
<i>Figura 8.Zona 1 Centro automotriz Cárdenas (Zona 1)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 9.Zona 2 Centro automotriz Cárdenas (Zona 2)</i>	<i>36</i>
<i>Figura 10.Oficina</i>	<i>37</i>
<i>Figura 11.Bodega 1.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 12.Bodega 2-3-4.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13.Zona de mantenimiento</i>	<i>39</i>
<i>Figura 14.Zona de recolación de aceites.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 15.Zona de aparcamiento.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 16.Almacén.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 17.Sanitario</i>	<i>41</i>
<i>Figura 18.Vestuario 1 - 2</i>	<i>42</i>
<i>Figura 19.Bodega 1 - 2</i>	<i>42</i>
<i>Figura 20.Actividades automotrices</i>	<i>43</i>

<i>Figura 21. Tiempos de mantenimiento y reparación sistema de frenos</i>	<i>45</i>
<i>Figura 22. Tiempo de cambio de aceite y filtro de motor.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 23. Tiempos de limpieza y mantenimientos de inyectores</i>	<i>47</i>
<i>Figura 24. Tiempos de diagnosticos abordó.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 25. Tiempos de reparación de sistema de suspensión.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 26. Recorrido actual</i>	<i>67</i>
<i>Figura 27. Optimización de recorrido.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 28. Mejoramiento Zona 1</i>	<i>69</i>
<i>Figura 29. Mejoramiento Zona 2</i>	<i>71</i>
<i>Figura 30. Visualización general de la propuesta</i>	<i>73</i>
<i>Figura 31. Zona de elevadores y recolección de aceites.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 32. Zona de mantenimiento y reparación</i>	<i>74</i>
<i>Figura 33. Oficina de dirección</i>	<i>75</i>
<i>Figura 34. Sanitario</i>	<i>75</i>
<i>Figura 35. Almacén de herramientas.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 36. Vestuarios</i>	<i>76</i>
<i>Figura 37. Paneo general zona 1</i>	<i>77</i>
<i>Figura 38. Zona de recepción</i>	<i>77</i>
<i>Figura 39. Sanitario</i>	<i>78</i>
<i>Figura 40. Almacén de insumos.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 41. Despacho de insumos</i>	<i>79</i>
<i>Figura 42. Paneo general Zona 2.....</i>	<i>79</i>

Figura 43. Control de clientes	95
Figura 44. Centro de citas de clientes	95
Figura 45. Base de datos de repuestos	96

1. INTRODUCCIÓN

En un mundo en constante evolución, la industria automotriz no se queda atrás. Como menciona el autor (Porter, 1985) la competencia en la industria automotriz se ha vuelto cada vez más intensa, y las empresas deben buscar constantemente formas de mejorar su posición en el mercado. Esto incluye la optimización de las operaciones y la eficiencia de las plantas de fabricación y mantenimiento.

Durante el funcionamiento de un centro automotriz, se enfrenta el desafío de determinar las dimensiones adecuadas para el espacio de trabajo utilizando dos enfoques principales. Uno de ellos se basa en la habilidad y experiencia acumulada, mientras que el otro se apoya en el uso de fórmulas respaldadas por métodos prácticos. Estos últimos permiten hacer estimaciones aproximadas del espacio necesario para cada área funcional dentro del taller.

La manera en que se distribuyen las diferentes secciones del taller tiene beneficios notables tanto en términos de productividad, lo cual se refleja en ganancias económicas, como en términos de comodidad para los trabajadores, al crear un entorno laboral más propicio y relajado.

La organización eficiente de un centro automotriz es un factor esencial para su funcionamiento exitoso. En toda operación comercial y mucho más en áreas automotrices puede surgir la necesidad de realizar correcciones a los procesos. En esta línea abordar la optimización de la distribución y dimensiones de las áreas del taller puede llevarse a cabo de dos maneras distintas: una basada en la experiencia y conocimiento especializado, y la otra respaldada por fórmulas matemáticas.

Es importante tener en cuenta que lograr una distribución óptima al 100% no siempre es alcanzable, principalmente debido a las características de la estructura del edificio (Doblado, 2022).

2. PROBLEMA

La falta de inversión en gestión puede llevar a problemas organizativos y la pérdida de clientes (Doblado, 2022). Tal es el caso que se observa en las empresas de nueva creación y consolidadas que carecen de la capacitación y capacidad necesaria, es por lo que con frecuencia conduce a una serie de desafíos y problemas operativos. En este caso se refiere a talleres automotrices que enfrentan desafíos para optimizar sus recursos.

En esta investigación el Ing. Jhonny Cárdenas gerente propietario del centro Automotriz Cárdenas indica que muchos de los trabajos que se realizan en su mecánica se los gestiona fuera de la infraestructura del taller, al inicio de la construcción del centro automotriz que funciona desde el año 2006, obtuvo una instalación económicamente conveniente pero no planificada, la cual produjo un orden aleatorio de sus estaciones de trabajo.

En la actualidad el taller sigue funcionando de forma improvisada ya que no ha tenido el conocimiento necesario para optimizar el espacio, este acarrea preocupación en relación con la seguridad de sus operarios y vehículos que quedan en su custodia para su respectiva reparación.

2.1 Antecedentes

En el ámbito de los talleres automotrices, se destaca la carencia de una adecuada optimización de recursos, lo que puede generar diversas complicaciones operativas. El presente estudio se enfoca en la experiencia del Ingeniero Jhony Cárdenas, gerente propietario de la Mecánica Automotriz Cárdenas. De acuerdo con las declaraciones proporcionadas, se observa que numerosos trabajos realizados en su taller son gestionados fuera de la infraestructura del establecimiento.

Desde los inicios de la construcción del centro automotriz en 2006, se logró establecer una instalación que, si bien resultó ser económicamente conveniente, adoleció de una planificación adecuada. Esta falta de previsión condujo a la disposición aleatoria de las estaciones de trabajo,

dando lugar a un funcionamiento actual del taller caracterizado por la improvisación. La ausencia de conocimientos para optimizar eficientemente el espacio se ha erigido como una inquietud, especialmente en lo que concierne a la seguridad tanto de los operarios como de los vehículos confiados al taller para su respectiva reparación.

2.2 Importancia y Alcances

La importancia de abordar la falta de optimización de recursos en talleres automotrices, como se evidencia en el caso de la Mecánica Automotriz Cárdenas, radica en varios aspectos críticos. En primer lugar, la gestión eficiente de recursos es esencial para mejorar la productividad y la eficacia operativa de un taller. La falta de planificación y optimización puede dar lugar a una disposición caótica de las estaciones de trabajo, lo que, a su vez, impacta directamente en la eficiencia de los procesos y la calidad de los servicios ofrecidos.

Además, la seguridad tanto de los operarios como de los vehículos que ingresan al taller es de suma importancia. La improvisación en la disposición de las estaciones de trabajo puede generar condiciones inseguras, aumentando el riesgo de accidentes o daños a los vehículos durante el proceso de reparación. La implementación de medidas de seguridad adecuadas, que incluyan una disposición organizada y planificada de las instalaciones, es esencial para garantizar un entorno de trabajo seguro y minimizar posibles incidentes.

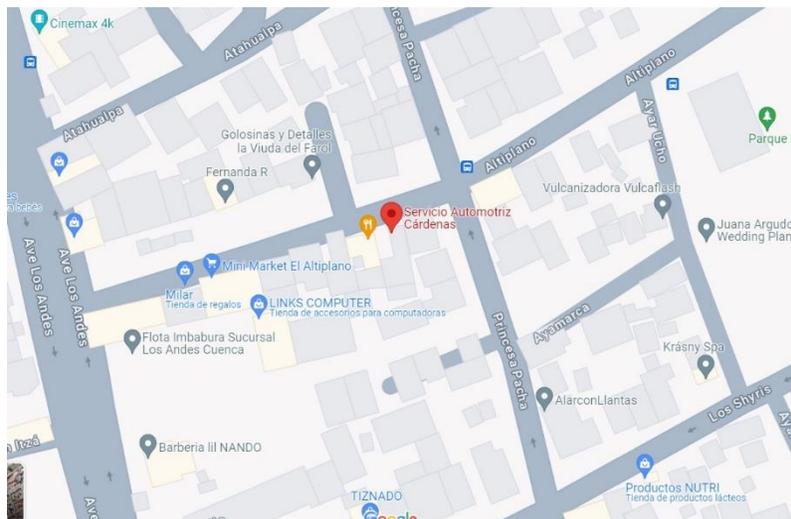
En cuanto a los alcances, abordar la falta de optimización de recursos no solo impacta directamente en la operatividad del taller y la seguridad, sino que también puede tener repercusiones positivas en la satisfacción del cliente. Un taller organizado y eficiente no solo puede completar los trabajos de manera más rápida y precisa, sino que también puede proporcionar un servicio al cliente más efectivo y orientado a la excelencia.

2.3 Delimitación

El proyecto se llevará a cabo en el centro automotriz Cárdenas en la parroquia urbana de Totoracocha de la ciudad de Cuenca-Ecuador, enfocándose en los procesos de los siguientes servicios: cambio de aceite y filtro de motor, limpieza y mantenimiento de inyectores, diagnóstico de abordó, reparación del sistema de suspensión además en la distribución en las zonas de trabajo, mediante los recursos que posee el centro automotriz.

Figura 1.

Ubicación centro automotriz Cárdenas



Nota. Lugar donde se desarrolló el proyecto técnico. Tomada de Google Maps.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Generar una propuesta de optimización y análisis para el centro Automotriz Cardanes en la ciudad de Cuenca-Ecuador. Esto tiene como finalidad potenciar la eficiencia operativa y la capacidad de tomar decisiones estratégicas en el sector automotriz, con un enfoque especial en la mejora del diseño del layout.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar una exhaustiva revisión bibliográfica que permita establecer un sólido marco teórico en el ámbito de la optimización y la movilidad. Esto se logrará a través de la búsqueda, selección y análisis crítico de investigaciones y publicaciones académicas relevantes, con el propósito de contextualizar la importancia de la mejora en la optimización del centro Automotriz.
- Identificar de manera detallada los procesos y operaciones actuales en la distribución, capacidades y funcionamiento del centro automotriz mediante la distinción de cada uno de ellos.
- Formular una propuesta concreta y viable para la optimización logística del centro automotriz, haciendo uso de un diseño de layout eficiente. Esta propuesta buscará maximizar el rendimiento de manera integral.

CAPÍTULO I

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1 Distribución en Planta y sus objetivos

La distribución de la planta consiste en el ordenamiento eficiente de las áreas físicas, equipos, superficies y personal con el propósito de disminuir movimientos innecesarios que nos permiten optimizar tiempos de servicio o producción, costos laborales, según (Muther, 1981) estos se agrupan en seis objetivos:

Tabla 1.

Objetivos de la distribución en planta

Distribución de planta	
1	Integración conjunta de todos los factores que afecten a la Distribución
2	Movimiento del material según distancias mínimas
3	Circulación del trabajo a través de la planta
4	Utilización efectiva de todo el espacio
5	Satisfacción y seguridad de los trabajadores
6	Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier ajuste

Nota: **Adaptado de** (Muther, 1981).Exposición de los objetivos primordiales de la distribución en planta.

4.2 Ventajas de una distribución en planta

Una distribución en planta eficiente conlleva una serie de beneficios técnicos fundamentales en el contexto de un centro automotriz. En general, esta óptima organización de los espacios proporciona ventajas tales como la optimización de resultados con los recursos disponibles, el aumento significativo de la productividad, la elevación de los estándares de calidad, la capacidad de adaptarse ágilmente a las fluctuaciones en la demanda, la maximización de la utilización de los espacios disponibles y, crucialmente la facilitación de la comunicación y colaboración entre los empleados y departamentos.

El análisis de la distribución en planta es un proceso crítico en la gestión de un centro automotriz y se lleva a cabo por diversas razones técnicas, ya sea para abordar la planificación de una instalación completamente nueva, gestionar la expansión o traslado de una planta existente, reorganizar una distribución preexistente o realizar ajustes menores en la configuración actual, cada uno de estos escenarios demanda un enfoque técnico especializado (De la Fuente & Fernández , 2015).

4.3 Tipos de distribución

Estos tipos de distribución se eligen en función de factores como el tipo de producto o servicio que se produce, la cantidad de espacio disponible, el flujo de trabajo, la interacción entre los trabajadores y las necesidades de almacenamiento. Basan su estudio en el manejo de tres elementos básicos de la producción como son: materiales, hombre y maquinaria (Avilés , 2019)

4.3.1 Distribución de proyecto singular

Se refiere a una serie de actividades, a veces únicas, que se llevan a cabo como resultado de proyectos de gran alcance. Esta modalidad de organización implica situar las estaciones de trabajo o centros de producción en proximidad al producto de acuerdo con la secuencia óptima del proceso.

4.3.2 Distribución de posición fija

Se emplea cuando el producto es de dimensiones excesivas o incómodo de trasladar a lo largo de las diferentes etapas del proceso. En esta situación, en lugar de desplazar el producto entre diferentes estaciones de trabajo, se ajusta el proceso de producción para acomodarlo al producto.

4.3.3 Distribución por grupos autónomos de trabajo

Se aplica cuando la producción de cada producto específico no alcanza para justificar una distribución de productos independiente.

4.3.4 Distribución basada en el Producto

Consiste en ubicar la maquina y demás servicios complementarios en forma de cada, uno seguido del otro, se utiliza en producciones elevadas.

4.5. Factores que intervienen en la distribución en planta

Los factores para tomar en cuenta son variados, pero tienen una alguna influencia directa sobre la distribución en planta.

4.5.1 Factor material

Es el factor con mayor relevancia a tomar en consideración, puesto que con ello se elabora el producto, además el material presenta características tales son: químicas, manipulación, almacenamiento, físicas, etc.

4.5.2 Factor maquinaria

Es el segundo factor más importante, dado que una misma maquinaria no cubrirá todos los trabajos que se necesita realizar, además se tiene que conocer todos los requerimientos de este tanto: altura, ancho, volumen, peso y cantidad, todo esto afectara la ordenación de espacio dentro de la empresa

4.5.3 Factor hombre

Este factor es altamente flexible, se enfoca en la seguridad del personal, además de la cantidad de operarios que necesitan en un puesto de trabajo o para maniobrar una maquinaria, así como en los tiempos para realizar una actividad. Además, se procura que los movimientos dentro de la empresa no sean largos como es el ejemplo de poder alcanzar objetos.

4.5.4 Factor movimiento

El desplazamiento de uno o de los tres factores mencionados con anterioridad es primordial, pero de manera general solo hace referencia al factor material en otras palabras al movimiento del material. Se ha calculado que el manejo del material es responsable del 90% de los accidentes industriales, del 80% de costos de mano de obra indirecta, un gran porcentaje de daños al producto, así como de muchos otros inconvenientes (Muther, 1981).

4.5.5 Factor espera

Se refiere a la consideración de los tiempos de espera que experimentan las personas, los materiales o los productos en el proceso de producción. Esta espera puede deberse a demoras en el flujo de trabajo, congestiones en el proceso, tiempos de inactividad de la maquinaria o cualquier otro factor que cause retrasos o interrupciones en la producción.

La optimización del factor espera es fundamental para mejorar la eficiencia operativa y minimizar los tiempos muertos en una instalación. Algunos aspectos clave relacionados con el factor espera en un layout incluyen:

- Eliminación de Cuellos de Botella
- Programación y Planificación:
- Mantenimiento Preventivo
- Gestión de Inventarios:
- Gestión de la Calidad

4.5.6 Factor servicio

El factor servicio en una planta de producción se refieren a las actividades, recursos y personal que tienen la función de respaldar y auxiliar la producción como: mantenimiento de la maquinaria, control de calidad, instalaciones para el uso del personal.

4.5.7 Factor edificio

Se refiere a la consideración de la estructura física y las características del edificio que albergará una instalación industrial o cualquier otro espacio de trabajo. Este factor es esencial para el diseño del layout o la distribución de la planta y puede influir significativamente en la eficiencia y la operatividad de las operaciones. Este factor toma relevancia en especial cuando ya se tiene una distribución establecida y se requiere de una nueva, marcando limitaciones para la distribución en planta que se pretende establecer.

4.6 Modelos de distribución en planta

Se disponen de enfoques de resolución que pueden ser aplicados, teniendo en cuenta las particularidades y los objetivos específicos del problema de distribución de instalaciones.

4.6.1 Modelo CRAFT

Inicia con la determinación de los costos de las instalaciones y la determinación del centroide de cada una de las áreas, luego evalúan todas las posibles ubicaciones de las áreas que pueden ser adyacentes entre sí o ser del mismo departamento (Armour & Buffa, 1963). La configuración de las áreas que resulte de menor costo es la elegida. Este procedimiento se repite hasta cuando no existe una combinación de ubicaciones que resulte de menor costo que la actual. Esta técnica puede manejar solo cuarenta instalaciones y funciona mejor cuando las áreas de las instalaciones son de áreas disimiles (Foulds, 1983).

4.6.2 Modelo CORELAP

Usada en construcción de distintas distribuciones “Computarized Relationship Layout Planning” CORELAP. Este enfoque, concebido en 1967, fue uno de los primeros avances en el ámbito de la distribución facilitada por computadora. En este método, se organizan los departamentos según su proximidad total, trazando trayectorias rectas, y se coloca el departamento con la relación de proximidad más alta en el centro de la disposición. En caso de igualdad, se elige el departamento con la mayor área.

4.6.3 Modelo ALDEP

Automated Layout Design Program” ALDEP desarrollada en 1967, luego del CORELAP, en este caso utiliza el azar para para colocar los departamentos en el caso de igualdad.

4.6.4 Modelo SLP

La metodología systematic layout planning (SLP) diseñado por Richard Muther en 1968, permite resolver problemas de distribución de planta, esta utiliza criterios cuantitativos para diseñar una distribución con el fin de aumentar el nivel de productividad y reducir costos Álvarez et al. (2022). Es un proceso organizado para la realización de distribuciones en planta. Para su desarrollo se estudian cinco elementos básicos implicados en una distribución de planta: (1) productos (P),

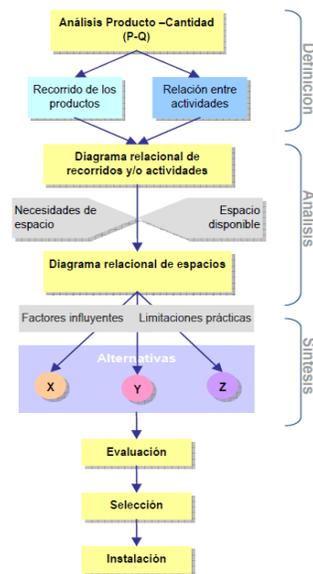
engloba las materias primas, materiales de compra, artículos semi elaborados o terminados; (2) cantidades (Q), la cuantificación de los productos empleados, valorándolos de la forma representativa para el estudio en unidades, peso, volumen, valor, etc. (3) recorridos (R), estudia el conjunto de operaciones o manipulaciones que sufren los productos y el orden en el que son procesados; (4) servicios (S), serie de procesos auxiliares necesarios para el desarrollo de la actividad, y para lo que es preciso que se prevé un espacio físico, y (5) tiempo (T), que vendrá determinado por el tiempo de ciclo del sistema, o por lo especificado en los planes de fabricación de la empresa (Payán et al., 2019).

Asimismo, el SLP contempla aspectos ergonómicos y de seguridad, ya que una disposición efectiva debe proporcionar un entorno laboral seguro y cómodo para los trabajadores, lo cual, a su vez, puede traducirse en un aumento en la productividad y la calidad del trabajo. En resumen, la metodología SLP no solo optimiza la distribución física de una planta, sino que también optimiza la cadena de valor en su totalidad.

4.7 Estructura del método SLP

Figura 2.

Proceso de aplicación del método SLP



Nota. Proceso referencial al momento de utilizar el método SLP. Reproducida de Estructura del método S.L. P (De la Fuente & Fernández, 2015)

4.7.1 Producto (P)

Es el objeto de estudio que se está produciendo, ensamblando o manejando en la instalación, y se utiliza como punto de referencia para diseñar una distribución en planta que optimice la eficiencia en su producción o manipulación.

4.7.2 Cantidad (Q)

La idea es considerar la cantidad de productos que se producirán o manejarán en una instalación y cómo se distribuirán eficientemente las áreas y las estaciones de trabajo para minimizar las distancias de transporte y optimizar el flujo de producción.

4.7.3 Recorrido (R)

Se logra mediante la disposición de las áreas de trabajo y las estaciones de trabajo de manera que se sigan las trayectorias más cortas y eficientes para mover los productos.

4.7.4 Servicios (S)

Se refieren a las áreas o estaciones de trabajo que no están directamente involucradas en la producción o el procesamiento de productos, pero que proporcionan servicios de apoyo a esas actividades.

4.7.5 Tiempo (T)

Se emplea como una medida estándar para cuantificar las cantidades de productos o materiales, ya que comúnmente se expresan en términos de masa o volumen por unidad de tiempo.

4.7.6 Análisis P-Q

El comienzo del método se enfoca en analizar los datos relacionados con los productos y las cantidades que deben ser producidos. Este análisis es crucial para determinar la distribución más adecuada para el proceso en estudio, lo cual sugiere la creación de un gráfico en forma de histograma de frecuencias. En este gráfico, se mostrarán en el eje horizontal los diferentes productos a fabricar y en el eje vertical las respectivas cantidades correspondientes a cada uno.

4.8 Fases de desarrollo del Modelo SLP enfocado a un centro automotriz

4.8.1 Fase I: Selección de Ubicación

En esta etapa, se determina la ubicación óptima para el centro automotriz. Si se trata de una instalación completamente nueva, se busca un emplazamiento geográfico que sea competitivo y satisfaga criterios clave para la eficiencia de las operaciones, como la proximidad a proveedores, acceso a la infraestructura de transporte y la disponibilidad de la fuerza laboral calificada. En el caso de una redistribución de un centro automotriz existente, se evalúa si se debe mantener la

ubicación actual o trasladarse a un nuevo edificio o área con características similares y potencialmente disponibles.

4.8.2 Fase II: Plan de Distribución General

En esta etapa, se establece el patrón de flujo para todas las áreas que deben ser atendidas en el centro automotriz. Se define la superficie requerida, la relación entre las diferentes áreas y la configuración general de las actividades principales, departamentos o secciones. Este plan general incluye la disposición de las áreas de servicio, como talleres de mecánica, áreas de pintura, zonas de almacenamiento de repuestos y áreas de atención al cliente. El resultado de esta fase es un esquema a escala que representa la futura distribución del centro automotriz.

4.8.3 Fase III: Plan de Distribución Detallada

En esta etapa, se profundiza en el plan de distribución establecido en la fase anterior. Se estudian con detalle los lugares donde se ubicarán los puestos de trabajo, la maquinaria, los equipos y las instalaciones necesarios para cada actividad específica. Esto implica la disposición de estaciones de trabajo en los talleres, la ubicación de equipos de diagnóstico, elevadores y herramientas, así como la planificación de áreas de almacenamiento para piezas y repuestos. El objetivo es optimizar la eficiencia y la productividad de cada área dentro del centro automotriz.

4.8.4 Fase IV: Instalación

En la última fase, se lleva a cabo la materialización de la distribución detallada planificada. Aquí, se realizan los movimientos físicos y ajustes necesarios a medida que se instalan los equipos, las máquinas y las instalaciones en sus ubicaciones designadas. Se trata de la fase de ejecución, donde se asegura que la distribución planificada se convierte en la disposición física real del centro automotriz. Estas cuatro fases se suceden en secuencia, pero es común que se solapen para lograr los mejores resultados.

4.9 Tabla relacional de espacios

En el ámbito de los sistemas de producción, las actividades desempeñan un papel fundamental, ya que están estrechamente relacionadas con los requisitos espaciales y las conexiones con otras tareas dentro de un proceso industrial. Para gestionar y optimizar estas relaciones, se utiliza una herramienta esencial como es: la tabla relacional de actividades. El primer paso es listar todas las actividades relacionadas con la industria que se va a implementar, una vez que se completa la lista de actividades, se procede a crear una tabla relacional que muestra estas actividades y sus interdependencias. Esta tabla evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades y utiliza una codificación específica para indicar la naturaleza de estas relaciones. Cada casilla representa la relación entre dos actividades, especificando si deben estar cerca o separadas, lo que facilita la comprensión de estas relaciones.

Figura 3.

Ejemplo de tabla relacional de actividades

1.Cambio de aceites	30m ²				
		A			
2.Recambios	50m ²	1	A		
		L	9	A	
3.Administrativo	20m ²	1	X	7	A
		U	2	X	1
4.Parqueo	60m ²		E	4	
		U	1		
5.Analizador de gases	15m ²	1			

Nota. Ejemplo de tabla relacional de actividades basado en un taller automotriz con sus códigos y relaciones

4.10 Codificación entre relaciones

En esta tabla, se utilizan letras como A, E, L, O, U y X para denotar diferentes niveles de relación entre actividades. Esto proporciona una estructura sistemática para analizar y planificar la disposición de las actividades en el entorno, teniendo en cuenta sus interacciones y necesidades espaciales.

Tabla 2.

Códigos y relaciones

Código	Tipo de relación
A	Relación absolutamente importante
E	Relación especialmente importante
L	Relación importante
O	Relación ordinaria
U	Relación sin importancia
X	Relación no deseada

Nota. **Adaptado.** Tabla de códigos y relaciones de (Muther, 1981) que se utilizan en la tabla relacional de actividades para indicar el tipo de relación entre espacios dentro del área de estudio.

4.11 Codificación de razón de relación

Estos códigos indican el porqué de la relación, se pueden indicar causas negativas o positivas. Las relaciones del código U no pueden utilizar la codificación de razón de relación puesto que son "sin importancia.

Tabla 3.

Codificación de razón o causa

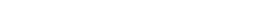
Código	Razón o causa
1	Recorrido de material
2	Recorrido de personal
3	Inspección y control
4	Aporte de energía
5	Razones estéticas, ruidos higiene y otras molestias
6	Reparación de averías
7	Uso compartido de equipos de trabajo
8	Comodidad
9	Control de calidad

Nota. **Adaptado.** Tabla de códigos y razón y causa de (Muther, 1981) que se utilizan en la tabla relacional de actividades para justificar la relación entre actividades.

4.12 Diagrama relacional de actividades

Éste refleja en forma de diagrama la información contenida en la tabla relacional de actividades, no existen normas adoptadas universalmente en la industria para los tipos de actividades a graficar en los diagramas relacionales de recorridos y/o actividades (Casals y otros, 2008) . Pero para el método SLP se pueden utilizar los siguientes.

Tabla 4.*Codificación para el diagrama de recorridos y/o actividades*

Tipo de relación	Color	Número de líneas de trazado	Líneas de trazado
A	Rojo	4 rectas	
E	Naranja	3 rectas	
I	Verde	2 rectas	
O	Azul	1 recta	
U	Blanco	-	
X	Negro	1 zizzag	

Capítulo II: DISTRIBUCIÓN ACTUAL DEL CENTRO AUTOMOTRIZ CÁRDENAS

5. Introducción

El centro automotriz Cárdenas abre sus puertas por primera vez en el año 2006, situado en la ciudad de Cuenca, específicamente en el barrio Totoracocha en las calles Altiplano y los Andes, bajo la dirección de su gerente y propietario, Ing. Jhonny Cárdenas. Este centro en principio contaba únicamente con un solo terreno, pero con el pasar de los años y la demanda se vieron en la necesidad de incrementar una variedad de servicios en el ámbito automotriz, con lo cual en la actualidad ocupa dos terrenos separados, con esto obtuvo una instalación económicamente conveniente pero no planificada, la cual produjo un orden aleatorio de sus estaciones de trabajo. En consecuencia, hoy, en ciertos días de afluencia masiva de clientes se puede visualizar operarios trabajando en la vía pública como es el caso de los cambios de aceite de motor. Es importante señalar que los terrenos son alquilados y que una parte de ellos cuenta con una edificación

residencial de dos pisos, sin embargo, el taller solo utiliza la planta baja del edificio previamente construido.

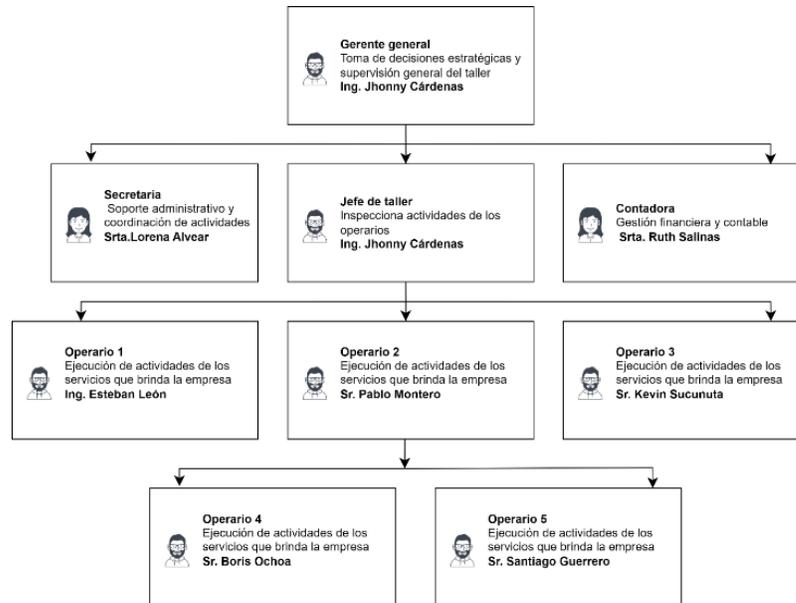
5.1 Organigrama Estructural

El análisis detallado del organigrama estructural ofrece una visión precisa de la disposición y relaciones dentro del centro automotriz, no solo se delinea la posición estratégica de cada miembro, sino que también se explora su procedimiento, destacando la importancia de cada objetivo.

En el Centro Automotriz Cárdenas, el Gerente General se establece como el eje central de la organización, desempeñando un papel crucial en la formulación de la visión y estrategia empresarial. Esta posición clave es el punto de partida para una serie de subdivisiones fundamentales que son vitales para la operatividad del centro. Entre estas, se encuentran la Secretaría y el Departamento de Contabilidad, cada una contribuyendo significativamente al mantenimiento de la eficiencia operativa global del centro. De especial relevancia es la Gerencia de Taller, encargada de supervisar un área crítica que cuenta con cinco operarios especializados en mecánica automotriz.

Figura 4.

Organigrama estructural



5.2 Análisis de infraestructura del centro automotriz Cárdenas

El complejo automotriz, cuenta con una extensión de 915.75 m², presenta dos áreas adyacentes, configurando la infraestructura del Centro Automotriz Cárdenas. La Zona 1, de primordial importancia, alberga instalaciones sanitarias, zona de lavado de herramientas, desechos, un espacio equipado para reparaciones, servicios automotrices y área administrativa. A pesar de su funcionalidad, la Zona 1 presenta desafíos en la accesibilidad y orden del entorno. En el ámbito administrativo, la presencia de oficinas centrales y bodegas contribuye a la eficiencia operativa. En contraste, la Zona 2, aunque posee elementos similares, se encuentra subutilizado. Esta área, cuenta con vestuarios, baño y almacenes inutilizados, lo que nos sugiere oportunidades de optimización. El contraste entre ambas zonas destaca la necesidad de revisar y maximizar el aprovechamiento de los recursos para optimizar el rendimiento general del Centro Automotriz Cárdenas.

Figura 5.

Fotografía del centro automotriz Cárdenas (Zona 1)



Figura 6.

Fotografía del centro automotriz Cárdenas (Zona 2)



5.3 Infraestructura y Operaciones Eficientes en el Centro Automotriz Cárdenas (Zona 1)

La Zona 1 del centro automotriz abarca un área de 497.55 m², caracterizándose por su estructura robusta compuesta principalmente de ladrillo y concreto, con un piso íntegramente construido en concreto. Este espacio se divide estratégicamente en diversos compartimentos, siendo el núcleo de gestión y zona de almacenaje el área más distinguida con 56.55 m².

La estructura del centro automotriz Cárdenas tiene un centro de administración y almacén que emerge como un componente crucial en el funcionamiento eficiente del centro automotriz, este complejo se divide en ocho secciones, de las cuales cuatro desempeñan la función de bodegas, la primera bodega cuenta con un área específica que abarca 5.95 m², 5.92 m² para una bodega secundaria, y dos bodegas más pequeñas con áreas de 2.85 y 4.75 m² respectivamente. Una sección adicional alberga una cocina, brindando un espacio de 10.26 m², mientras que otra sección se destina a oficina, proporcionando un área de trabajo de 19.52 m².

En la Zona 1, se destaca una sección diseñada específicamente para actividades automotrices, esta área se caracteriza por seis robustas bases de acero que sostienen láminas de acero, configurando un espacio total de 329.53 m², esta sección se divide de manera hábil en zonas funcionales, abarcando áreas como recolección de aceite, herramientas, lavado de herramientas y elevadores, cada una desempeñando un papel vital en el proceso operativo, es importante señalar que otra sección del centro corresponde a la zona de aparcamiento, que se extiende por 111.47 m² y no cuenta con cobertura. Esta área ofrece una oportunidad para evaluar la posible implementación de estructuras adicionales que mejoren la accesibilidad y organización de este espacio.

Tabla 5.

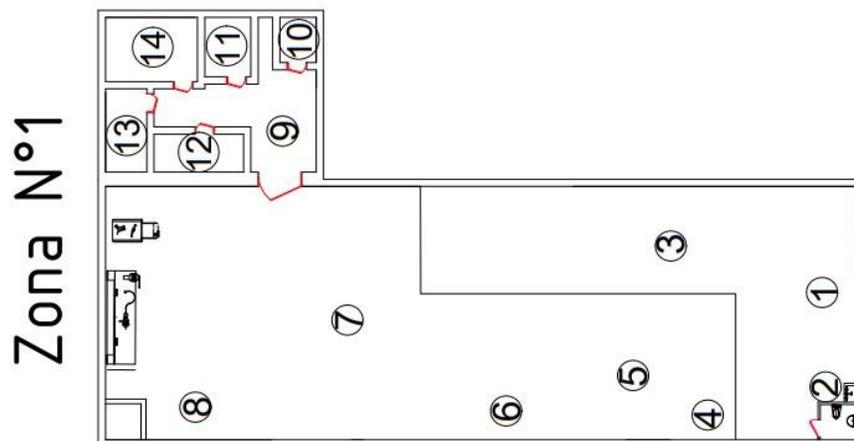
Zona y distribución (Zona 1)

Numeración	Zona
1	Zona de desechos
2	Sanitario 1

Numeración	Zona
3	Zona de aparcamiento
4	Zona de lavado de piezas
5	Zona de mantenimiento y reparación
6	Zona de herramientas
7	Zona de elevadores
8	Zona de recolección de aceites
9	Oficina
10	Bodega 1
11	Bodega 2
12	Bodega 3
13	Bodega 4
14	Cocina

Figura 7.

Zona 1 Centro automotriz Cárdenas (Zona 1)



5.4 Infraestructura y Operaciones Eficientes en el Centro Automotriz Cárdenas (Zona 2)

La Zona 2 del centro automotriz presenta una extensión de 418.20 m², destacando un almacén de significativa amplitud con 98.94 m², con un piso exclusivamente de concreto. En donde este sería el núcleo de la zona ya que es el área más importante para tener el control de la zona 2 del centro automotriz Cárdenas. Este se divide en ocho secciones, en donde dos secciones destinadas a vestuarios con áreas respectivas de 6.50 y 5.46 m², una sección de baño con un área de 2.0 m², y dos secciones de almacenamiento que abarcan áreas de 7.30 y 56.0 m². Además, dos secciones actualmente sin ocupar están designados como bodegas, con áreas de 6.0 m² respectivamente.

La zona también alberga una sección para el espacio dedicado a actividades automotrices, compuesto por bases de acero y un piso de grava, abarcando un área total de 316.20 m². Sin embargo, es notable la desorganización evidente en esta área, ya que se encuentra infrautilizada y solo es empleada de manera esporádica. Esta falta de uso genera un ambiente desocupado, careciendo de una estructura organizativa evidente que contribuya a mejorar la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa. La Zona 2 presenta, por ende, una oportunidad clara para una revisión estratégica y una implementación de prácticas que optimicen su rendimiento y contribuyan al logro de los objetivos del centro automotriz.

Tabla 6.

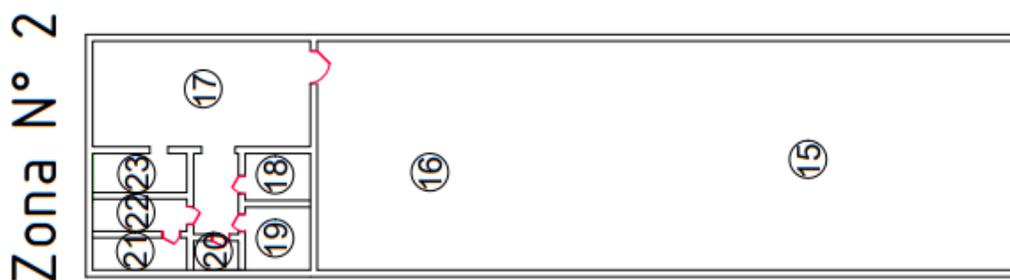
Zona y distribución (Zona 2)

Numeración	Zona
15	Zona de aparcamiento 2
16	Zona de elevador 2

Numeración	Zona
17	Bodega 5
18	Zona de Vestuario 1
19	Zona de Vestuario 2
20	Sanitario 2
21	Bodega 6
22	Bodega 7
23	Bodega 8

Figura 8.

Zona 2 Centro automotriz Cárdenas (Zona 2)



5.5 Análisis Detallado de la Organización en la Zona 1 del Centro Automotriz Cárdenas

La Zona 1 del Centro Automotriz Cárdenas, aunque constituye un componente esencial en las operaciones automotrices, presenta desafíos notables en términos de organización, lo que impacta directamente en la eficiencia operativa de este núcleo operativo. A continuación, se detallan los puntos críticos identificados.

5.5.1 Oficina y bodegas

Figura 9.

Oficina



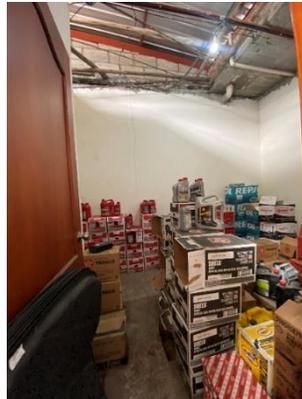
Figura 10.

Bodega 1



Figura 11.

Bodega 2-3-4



La estructura del centro automotriz Cárdenas, compuesta por ladrillo y concreto, sin embargo, la disposición de las bodegas y la oficina parece carecer de un diseño optimizado. Esta falta de una distribución eficiente puede influir negativamente en la accesibilidad y el flujo de trabajo. En cuanto a la organización interna, se identifican oportunidades de mejora en las bodegas. La ausencia de un sistema de almacenamiento eficiente puede dar lugar a desorden y complicar la localización rápida de suministros y herramientas.

5.5.2 Área de actividades automotrices

Figura 12.

Zona de mantenimiento



Figura 13.

Zona de recolección de aceites



Se percibe una evidente desorganización en el área de trabajo, a pesar de la presencia de bases de acero y láminas que brindan protección a los operarios. En ningún aspecto, ya sea en la disposición de herramientas o en el proceso de atención a los vehículos, se evidencia un control poco efectivo.

Se observa la ausencia de un sistema claro de gestión que respalde la subdivisión en zonas funcionales, lo que resulta en una ejecución desordenada de las actividades en esta área.

5.5.3 Zona de aparcamiento

Figura 14.

Zona de aparcamiento



La carencia de una estructura de cobertura en la zona de estacionamiento constituye una limitación operativa. Esta área, esencial para la coordinación eficiente del taller, adolece de resguardo contra las inclemencias climáticas, comprometiendo la integridad y seguridad de los vehículos, así como la efectividad operativa. La falta de orden y organización entre los operarios contribuye a la insuficiencia de espacio disponible, impactando negativamente la disposición adecuada de los vehículos. Como consecuencia, algunos automóviles, tanto aquellos en proceso de reparación como los ya atendidos, quedan expuestos al ambiente sin cobertura protectora.

5.6 Análisis Detallado de la Organización en la Zona 2 del Centro Automotriz Cárdenas

La Zona 2 del Centro Automotriz Cárdenas, abarcando una extensión de 418.20 m², revela un panorama de desafíos organizativos y oportunidades de mejora en sus distintivas secciones. A continuación, se presenta un análisis de los puntos críticos identificados:

5.6.1 Almacén – vestuario- sanitario

Figura 15.

Almacén



Figura 16.

Sanitario



5.6.2 Vestuarios 1-2

Figura 17.

Vestuario 1 - 2



Amplitud y estructura la oficina, con 98.94 m². Sin embargo, la disposición de las siete secciones, incluyendo vestuarios y baño, podría beneficiarse de una evaluación detallada para mejorar la eficiencia de uso del espacio.

5.6.3 Bodegas

Figura 18.

Bodega 1 - 2



Las Bodegas no ocupadas y la presencia de dos cuartos sin ocupar designados como bodegas plantea interrogantes sobre la planificación y asignación de recursos. Se requiere una revisión estratégica para determinar su mejor uso y evitar infrautilización.

5.6.4 Actividades automotrices

Figura 19.

Actividades automotrices



La zona donde se debería desarrollar las actividades automotrices tiene una extensión de 316.20 m² y construida con bases de acero y un piso de grava, muestra claramente signos de desorganización y subutilización. La falta de uso evidente contribuye al deterioro de herramientas esenciales y resulta en pérdida de tiempo, indicando una carencia de integración efectiva en las operaciones diarias. Este panorama impacta negativamente en la eficiencia operativa del centro automotriz Cárdenas. A La falta de una estructura organizativa clara crea un ambiente desocupado que afecta directamente la satisfacción del cliente y la eficiencia general. Se hace necesaria una revisión estratégica y la implementación de prácticas organizativas efectivas para abordar esta situación.

5.7 Procesos en el centro automotriz Cárdenas

En el centro automotriz Cárdenas, la gestión ineficiente de los procesos de trabajo ha desencadenado una serie de descoordinaciones que afectan directamente tanto la eficiencia como la calidad del servicio prestado. Este problema se manifiesta desde la recepción de los vehículos hasta su entrega final, donde cada paso parece contribuir a una falta de armonía operativa, resultando en retrasos, confusiones y, en algunos casos, en resultados que no satisfacen las expectativas de los clientes. Específicamente, la falta de sincronización en etapas críticas como la evaluación inicial, la asignación de tareas y la gestión del tiempo, repercute negativamente en la experiencia del cliente, esta situación en el centro automotriz Cárdenas resalta los desafíos asociados a un flujo de trabajo mal gestionado y subraya la urgencia de implementar correcciones y optimizaciones en cada fase del proceso, con el fin de restablecer la eficiencia operativa y asegurar la plena satisfacción del cliente.

Tabla 7.

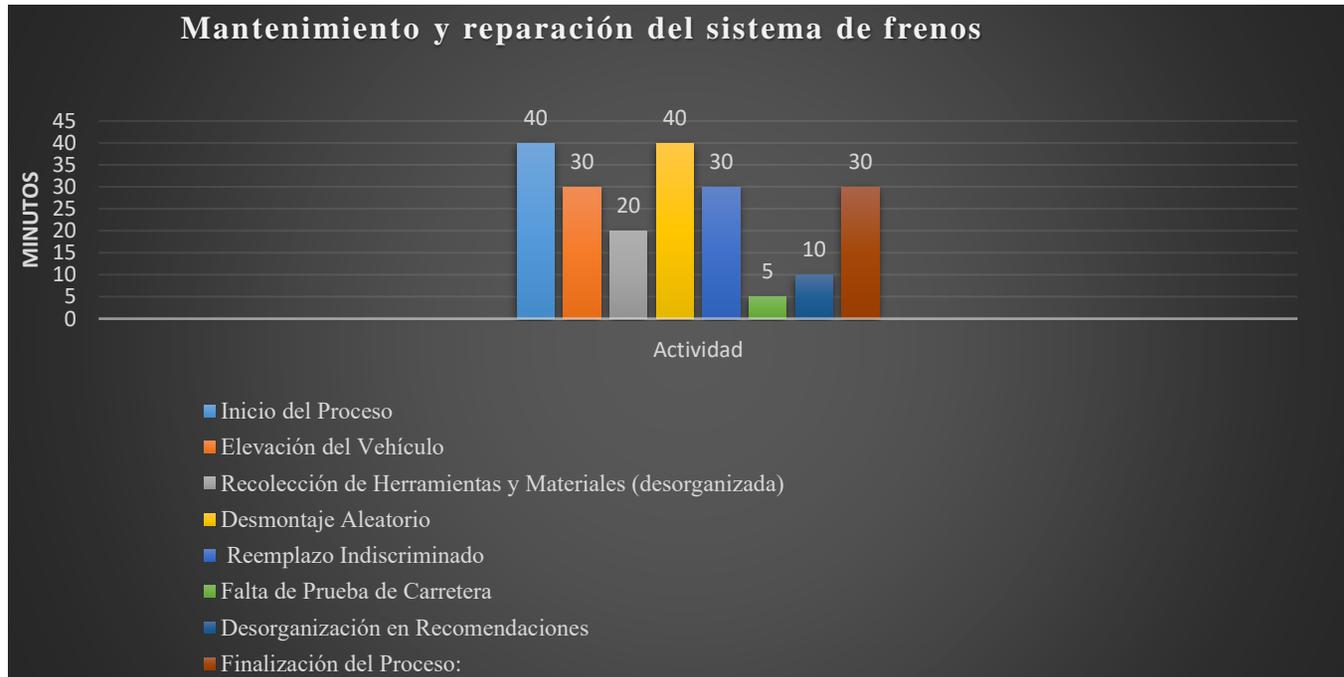
Servicios más frecuentes

Servicios del centro automotriz Cárdenas
Mantenimiento y reparación del sistema de frenos
Cambio de aceite y filtro del motor
Limpieza y mantenimiento de inyectores
Diagnóstico de abordó
Reparación del sistema de suspensión

5.7.1 Mantenimiento y reparación del sistema de frenos

Figura 20.

Tiempos de mantenimiento y reparación sistema de frenos

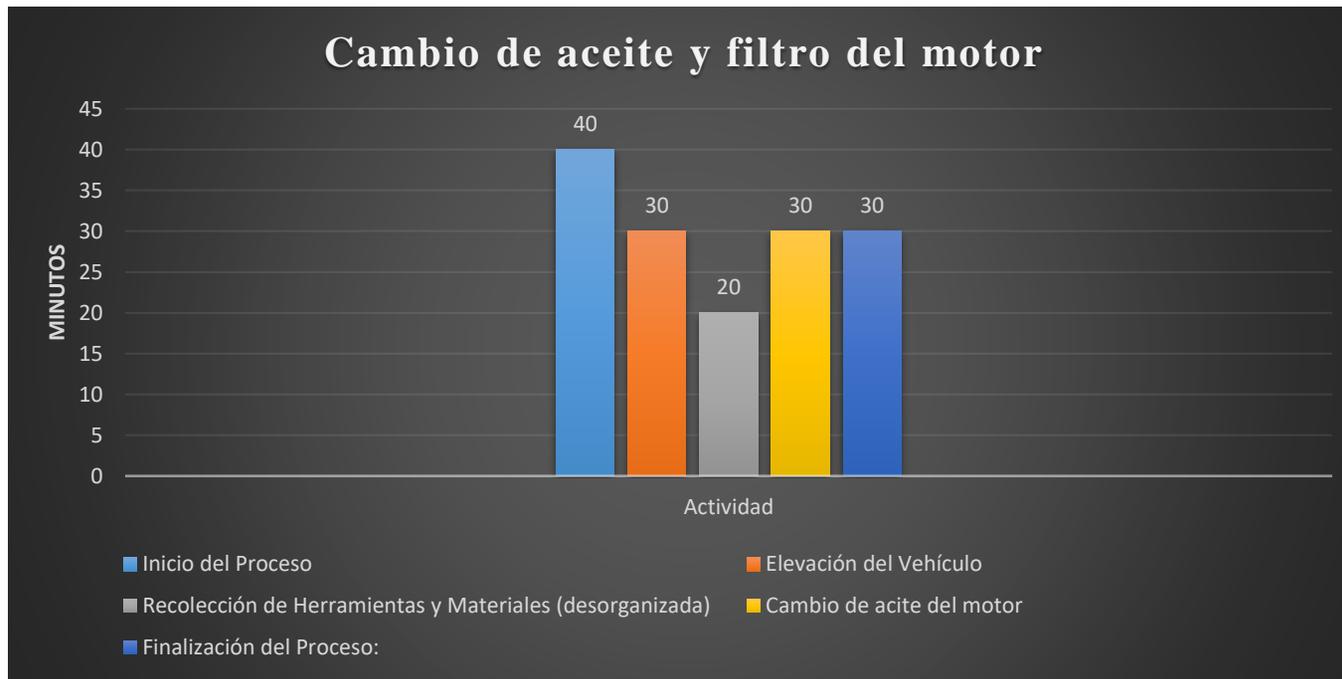


Nota. El tiempo promedio total que los operarios emplean para completar este servicio es de 3 horas y 41 minutos.

5.7.2 Cambio de aceite y filtro del motor

Figura 21.

Tiempo de cambio de aceite y filtro de motor

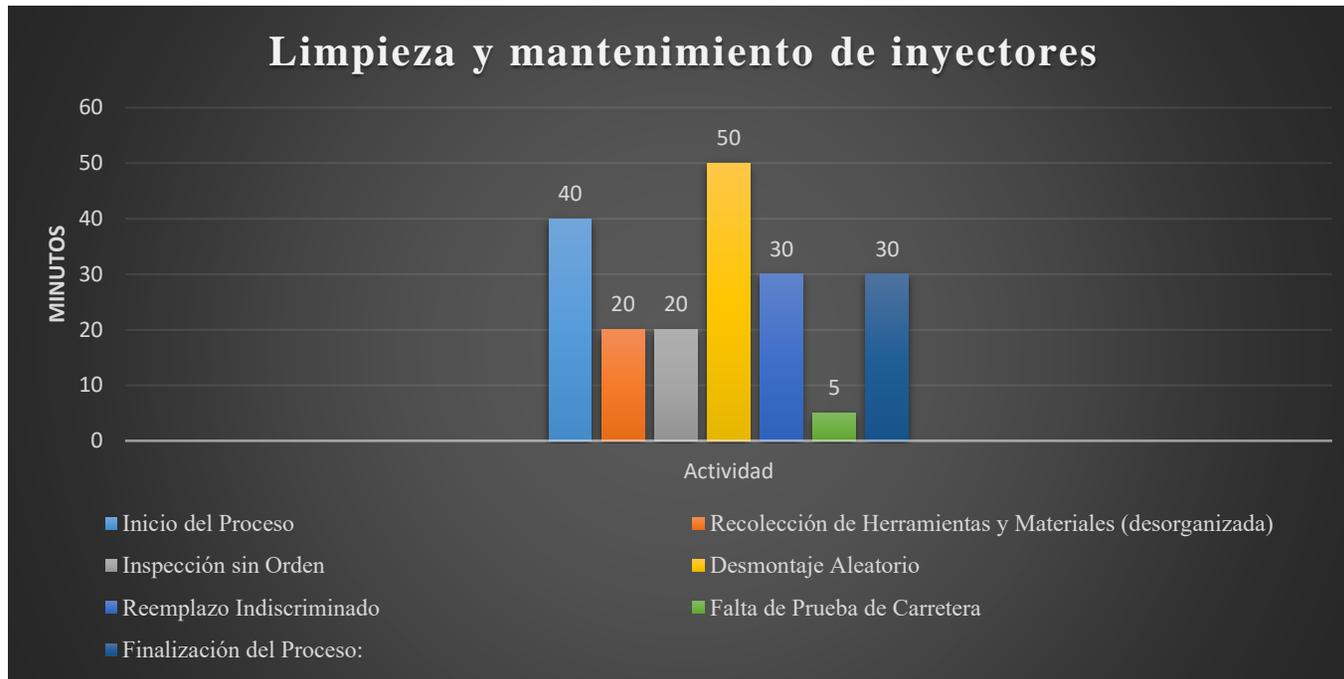


Nota. El tiempo promedio total que los operarios emplean para completar este servicio es de 2 horas y 30 minutos.

5.7.3 Toma de tiempos del proceso (Limpieza y mantenimiento de inyectores)

Figura 22.

Tiempos de limpieza y mantenimientos de inyectores

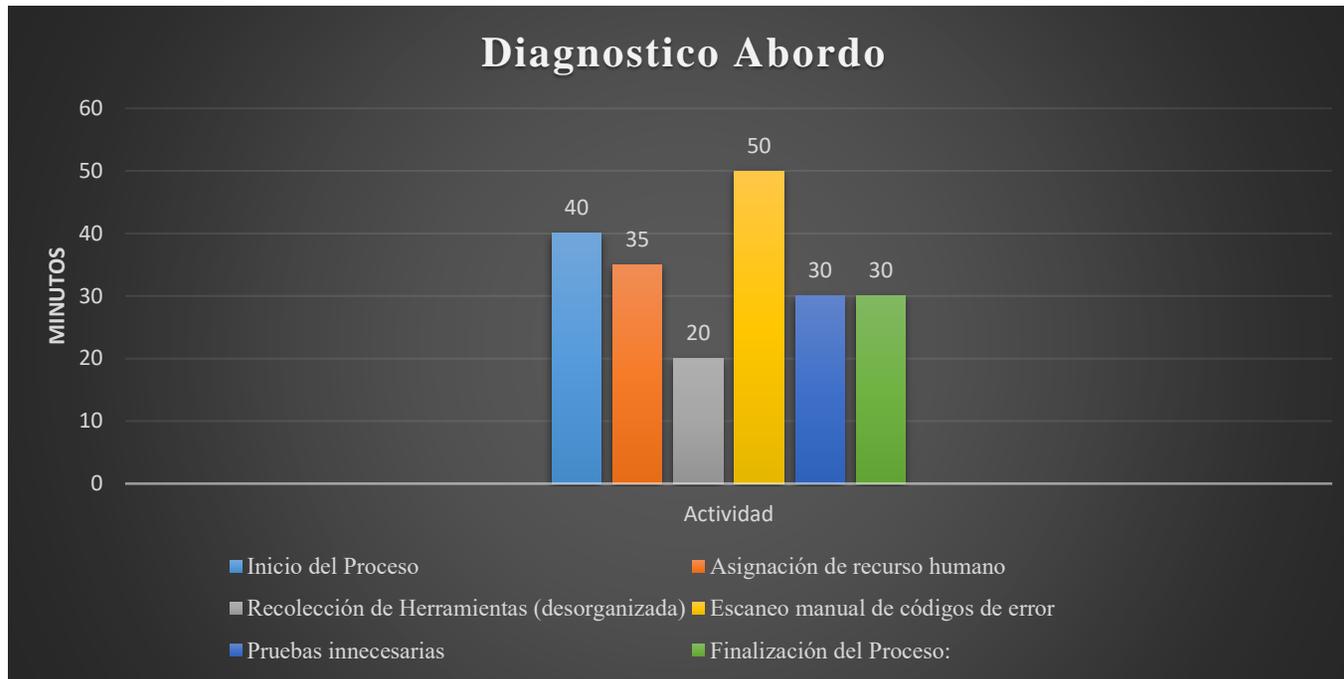


Nota. El tiempo promedio total que los operarios emplean para completar este servicio es de 3 horas y 25 minutos.

5.7.4 Diagnóstico de abordó

Figura 23.

Tiempos de diagnosticos abordó

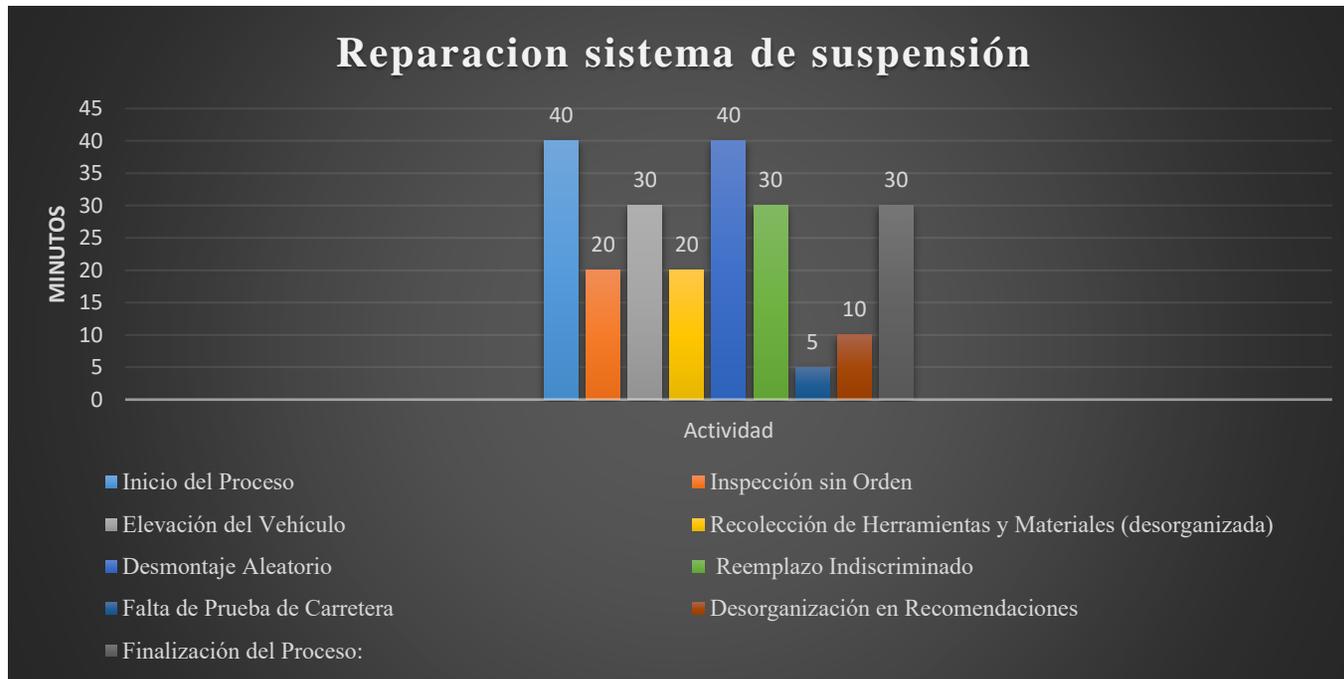


Nota. El tiempo promedio total que los operarios emplean para completar este servicio es de 3 horas y 41 minutos

5.7.5 Reparación del sistema de suspensión

Figura 24.

Tiempos de reparación de sistema de suspensión



Nota. El tiempo promedio total que los operarios emplean para completar este servicio es de 4 horas y 15 minutos

5.8 Capacidades en el centro automotriz

En el centro automotriz Cárdenas, la zona 1 dispone actualmente de nueve bahías operativas. De estas, dos están completamente equipadas con elevadores y un conjunto integral de herramientas destinadas a reparaciones y mantenimientos automotrices. Las bahías restantes se configuran de forma adaptable, según las demandas operativas del día. Notablemente, una de estas bahías está especializada en la recolección y manejo de aceites de motor, transmisión y caja de cambios, aunque su uso no se restringe exclusivamente a estas funciones. Sin embargo, se identifica una deficiencia en términos de equipamiento, particularmente la falta de elevadores en varias bahías, lo que limita su capacidad para ciertos procedimientos de mantenimiento y reparación.

En términos de uso práctico, los técnicos del centro automotriz Cárdenas suelen ocupar cinco de estas bahías de manera regular. La inexistencia de un sistema de programación de citas conlleva a la llegada imprevista de clientes, lo que plantea desafíos en la gestión eficiente del flujo de trabajo. Esta situación, agravada por la tendencia del jefe de taller a asignar trabajos de manera que satura las bahías disponibles, resulta en una carga de trabajo excesiva para los técnicos y, en consecuencia, una disminución en la eficiencia operativa. Adicionalmente, en la Zona 2 se encuentra un elevador que raramente se utiliza, dado que la mayoría de las operaciones se centralizan en la Zona 1.

En el centro automotriz Cárdenas, la plantilla laboral se compone de ocho empleados, distribuidos en roles específicos: un jefe de taller, una secretaria, una contadora y cinco operarios. El enfoque principal de este estudio se centra en el trabajo de los operarios que hacen labor de mecánicos, debido a su papel crítico en la ejecución de los servicios automotrices.

Los cinco Operarios trabajan un total de 8 horas diarias de lunes a viernes y 5 horas los sábados, acumulando un total de 78 horas laborales por semana, lo que equivale aproximadamente a 390 horas mensuales. Entre los servicios que realizan con mayor frecuencia se encuentra el mantenimiento y reparación del sistema de frenos, tarea en la que, en promedio, cada operario invierte alrededor de 3 horas y 25 minutos. Este tiempo medio es un indicador clave para evaluar la eficiencia del proceso de servicio en el taller. Además, constituye un dato fundamental para la identificación de áreas susceptibles de mejora en la gestión del tiempo y la optimización de los procesos operativos del Centro Automotriz Cárdenas.

La estimación de la capacidad de atención de vehículos en la Zona 1 del Centro Automotriz Cárdenas se basa en los siguientes datos y supuestos operativos:

Capacidad diaria por bahía: Se asume que cada bahía tiene la capacidad de atender aproximadamente 2 vehículos por día. Este cálculo se fundamenta en el promedio de tiempo que cada vehículo requiere para los diferentes servicios ofrecidos, incluyendo tanto el tiempo de trabajo efectivo como los periodos de espera y preparación.

Capacidad semanal por bahía: Bajo la premisa de que cada bahía puede atender 2 vehículos diarios, se estima una capacidad de atención de aproximadamente 13 vehículos por semana por bahía. Esta cifra se obtiene considerando un horario de trabajo de 5 días a la semana (lunes a viernes), más un horario reducido los sábados.

Capacidad mensual por bahía: Extendiendo el cálculo a un marco temporal mensual, y asumiendo un promedio de 4 semanas por mes, se estima que cada bahía puede atender aproximadamente 53 vehículos al mes. Este cálculo toma en cuenta los días laborables regulares y los sábados, ajustando por la variabilidad en el número de semanas por mes.

Es importante destacar que estos cálculos son estimaciones basadas en el rendimiento promedio observado y pueden variar según la complejidad de los servicios requeridos por cada vehículo y la eficiencia operativa del personal del taller.

Los datos a continuación serán los referentes para estimar la capacidad de atención de vehículos en la zona 1:

Diariamente: Cada bahía puede atender aproximadamente 2 vehículos.

Semanalmente: Cada bahía puede atender aproximadamente 13 vehículos.

Mensualmente: Cada bahía puede atender aproximadamente 53 vehículos, asumiendo un promedio de 4 semanas por mes.

En el análisis del centro automotriz, se destacan tres aspectos clave: la tasa de utilización de las bahías, el rendimiento de los operarios y el tiempo de ciclo promedio por vehículo. El taller cuenta con 9 bahías, de las cuales solo 5 se utilizan regularmente, lo que resulta en una tasa de utilización del 55.56%. Esta cifra se obtiene al considerar que las bahías activas operan durante las 8 horas laborales diarias, lo que indica que más de la mitad de la capacidad de las bahías está siendo provechada, aunque todavía hay margen para mejorar la eficiencia.

5.9 Normativas que cumple el centro automotriz Cárdenas

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Cuenca, actualizado en diciembre de 2022, incluye normativas de construcción para talleres mecánicos y vulcanizadoras, especificando requisitos para servicios sanitarios y accesos vehiculares.

Tabla 8.*Normativas que cumple el centro automotriz Cárdenas*

Normativa	Artículo normativo	Sección de la normativa	Cumplimiento
Normas de arquitectura y urbanismo para el cantón Cuenca	165	a.- Se construirán con materiales estables y tendrán tratamiento acústico en áreas ruidosas	SI
	165	b.- El suelo estará conformado por pavimento firme	NO
	165	c.- Las zonas de trabajo estarán techadas y contarán con un sistema apropiado para drenar las aguas pluviales.	SI
	165	d.- El suelo debe contar con rejillas de desagüe adecuadas para evacuar el agua utilizada, conforme a las normas de la Empresa E.T.A.P.A.	NO
	165	e.- Las paredes de los espacios de trabajo estarán revestidas con materiales lavables e impermeables hasta una altura mínima de 1,80 metros.	NO
	165	f.- Los cerramientos se construirán utilizando mampostería sólida, conforme a lo establecido en esta ordenanza	SI
	165	g.- La distancia mínima entre el piso terminado y la parte inferior del cielo raso en las áreas de trabajo será de al menos 3,00 metros	SI

Artículo normativo	Sección de la normativa	Cumplimiento
166	Deben contar con instalaciones sanitarias tanto para el público como para el personal, así como vestidores con divisiones para los empleados.	SI
167	El ancho de los accesos para vehículos debe ser de al menos 2,80 metros si son independientes; de lo contrario, no debe ser inferior a 5,00 metros.	SI
168	Los lugares designados para talleres de automóviles y servicios de vulcanización deben disponer de servicios completos de agua, canalización y suministro eléctrico	SI
169	Cualquier establecimiento dedicado a la reparación de vehículos debe mostrar su letrero correspondiente, el cual debe cumplir con lo establecido en la normativa aplicable.	SI

Nota. Tabla de normativas provinciales que cumple o no el centro automotriz Cárdenas para justificar la relación entre actividades.

Análisis

Al abordar el artículo 165 de las Normas de Arquitectura y Urbanismo para el cantón Cuenca, se observa un índice de cumplimiento del 57,14%, con un incumplimiento del 42,86%. Esta discrepancia puede atribuirse a la aparente adaptación del terreno, originalmente destinado para fines residenciales, a propósitos comerciales. En específico, las secciones a, b y c evidencian un cumplimiento parcial.

Si bien se cumplen las disposiciones de contar con instalaciones sanitarias y vestidores (sección a), y los accesos vehiculares cumplen con el ancho especificado (sección b), se identifica una deficiencia en la ausencia de rejillas de desagüe y en el incumplimiento del revestimiento de las paredes con materiales lavables e impermeables (secciones c y d). Estas no conformidades reflejan la necesidad de adecuaciones para optimizar el cumplimiento normativo y garantizar un entorno seguro y funcional, al tiempo que sugieren la importancia de una evaluación más detallada de la zonificación y preparación inicial del terreno.

5.10 Problemas a razón de la mala distribución de las áreas dentro del centro automotriz

La investigación pormenorizada de la distribución de áreas en las Zonas 1 y 2 del centro automotriz estudiado con desafíos sustanciales que impactan directamente en la eficiencia operativa, la calidad del servicio y la optimización de recursos. Este análisis se centra en identificar y comprender a fondo los problemas que surgen de la organización ineficiente de estas zonas, con el objetivo de proponer soluciones específicas que aborden las deficiencias detectadas.

5.10.1 Análisis de Problemas en la Zona 1:

Sobrecarga en la Zona de Trabajo:

Descripción: La concentración de operaciones en la Zona 1 ha resultado en una sobrecarga de trabajo significativa, generando congestión y repercutiendo en la eficiencia operativa.

Impacto: Posibles retrasos en la atención al cliente, disminución de la calidad de los servicios y fatiga del personal, lo cual afecta el rendimiento general.

Subutilización de Espacio en la Zona 1:

Descripción: La falta de una distribución equitativa de recursos y espacio en la Zona 1 ha llevado a áreas subutilizadas, contribuyendo al desperdicio de recursos y afectando la eficiencia operativa.

Impacto: Desperdicio de espacio y recursos, lo que podría contribuir a costos innecesarios y disminución de la productividad.

Desafíos Logísticos en la Zona 1:

Descripción: La distribución actual en la Zona 1 presenta desafíos logísticos, como la dificultad para acceder rápidamente a herramientas y equipos esenciales.

Impacto: Aumento de los tiempos de trabajo, posibles errores operativos y disminución de la eficiencia en las tareas diarias.

5.10.2 Análisis de Problemas en la Zona 2:

Inactividad y Desperdicio de Espacio:

Descripción: La inactividad en la Zona 2 indica un desperdicio de espacio que no se encuentra aprovechado eficientemente para actividades operativas o de almacenamiento.

Impacto: Pérdida de oportunidades para expandir operaciones, contribuyendo a la ineficiencia general del centro automotriz.

Deterioro de Herramientas y Equipamiento en la Zona 2:

Descripción: La falta de uso regular de herramientas y equipamiento en la Zona 2 podría llevar al deterioro prematuro y costoso de estos recursos esenciales.

Impacto: Costos adicionales por mantenimiento y reparación de equipamiento, afectando la viabilidad económica del taller.

Ineficiencia en la Distribución de Tareas en la Zona 2:

Descripción: La falta de flujo de procesos y actividad en la Zona 2 indica una ineficiencia en la distribución de tareas y recursos.

Impacto: Sub-aprovechamiento de la capacidad de trabajo, posibles pérdidas en la operación general y pérdida de oportunidades comerciales.

Capítulo III: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL CENTRO AUTOMOTRIZ (LAYOUT)

6. Propuesta de layout

En el presente capítulo, se procede a exponer una propuesta integral de mejoras destinadas al perfeccionamiento operativo del centro automotriz Cárdenas. Dichas mejoras, orientadas tanto a la optimización de sus procesos como al fortalecimiento de sus capacidades en términos de mantenimiento y reparación vehicular, tienen como objetivo primordial la instauración de prácticas avanzadas que redundarán en un evidente incremento en la eficiencia operativa y en la calidad de los servicios ofrecidos.

Tabla 9.

Tamaño y ubicación del centro automotriz

Centro automotriz Cárdenas	
Propietario	Ing. Jhonny Cárdenas
Descripción	Diseño de una propuesta de un layout para el centro automotriz Cárdenas. Localizado en la ciudad de Cuenca-Ecuador
Tamaño	Es una microempresa que tiene un área de 915.75 m ² las cuales se divide en dos zonas: 497.55 m ² y 418.20 m ² respectivamente.
Ubicación	Barrio Totoracocha en las calles Altiplano y los Andes
Actividad	Mantenimiento y reparación de vehículos livianos
Antigüedad	18 años

La meta subyacente en esta iniciativa consiste en optimizar los entornos laborales de los operarios con miras a potenciar de manera significativa su rendimiento y desenvolvimiento. Este objetivo se materializará a través de la implementación de un software en donde va a ser destinado a establecer un registro detallado de clientes en el centro automotriz. Este sistema permitirá recopilar y gestionar eficientemente la información relevante de los clientes, incluyendo datos de contacto, historial de servicios, preferencias y cualquier comentario o retroalimentación proporcionada por los clientes.

6.1 Tabla relacional de actividades

En el ámbito altamente competitivo de la industria automotriz, la eficiencia operativa se posiciona como un pilar clave para el éxito de los centros de servicio automotriz. En este contexto, el centro automotriz Cárdenas se propone que implemente una estrategia innovadora para optimizar su diseño y procesos operativos, centrada en la evaluación y mejora de su tabla relacional de actividades.

La tabla relacional de actividades en el centro automotriz Cárdenas se puede convertir en una herramienta indispensable para la gestión estratégica del espacio y las interacciones entre las diferentes áreas del taller. Esta tabla proporciona un análisis detallado y estructurado de las conexiones e interdependencias entre las distintas áreas de trabajo, facilitando la toma de decisiones estratégicas y la identificación de áreas de mejora, riesgos operativos y oportunidades para una reorganización más eficiente.

El proceso de optimización en el centro automotriz Cárdenas comienza con la elaboración de una lista exhaustiva de todas las actividades cruciales para su funcionamiento. Posteriormente, se desarrolla una tabla de relaciones que ilustra las interconexiones entre estas actividades,

utilizando un código específico para clarificar la naturaleza de estas relaciones. Este código incluye tipos de relación como A (relación absolutamente importante), E (relación especialmente importante), L (relación importante), O (relación ordinaria), U (relación sin importancia) y X (relación no deseada).

Además, la tabla incorpora una dimensión adicional al considerar la razón y causa de cada relación, como el recorrido de material, el recorrido del personal, inspección y control, aporte de energía, razones estéticas, reparación de averías, uso compartido de herramientas, comodidad y control de calidad. Esta perspectiva permite entender no solo cómo se relacionan las actividades entre sí, sino también por qué es importante o no su proximidad.

La implementación de esta tabla relacional en el centro automotriz Cárdenas ha permitido una reorganización del espacio de trabajo que no solo mejora la funcionalidad del centro, sino que también eleva los estándares de seguridad y eficiencia. Este enfoque holístico y detallado en la gestión del espacio y las operaciones es un ejemplo de cómo la planificación cuidadosa y la organización espacial pueden impulsar la eficacia operativa y mejorar la experiencia del cliente,

consolidando así la posición del centro como un referente de excelencia en la industria automotriz. La tabla relacional de actividades se ha convertido en un instrumento esencial para el análisis y la mejora continua, permitiendo al Centro Automotriz Cárdenas adaptarse dinámicamente a los desafíos operativos y mantener una ventaja competitiva en el mercado.

En este contexto, la presente investigación se enfoca en la interpretación y análisis de la tabla relacional de actividades, proponiendo ajustes y modificaciones que resultarán en una optimización significativa del rendimiento operativo del centro automotriz Cárdenas. La implementación de estas sugerencias no solo busca incrementar la eficiencia en la gestión de recursos, sino también reducir riesgos potenciales, mejorar la ergonomía de los espacios y proporcionar un entorno de trabajo más seguro y productivo.

A lo largo de este estudio, se presentará un análisis detallado de las relaciones existentes entre las diferentes áreas del centro automotriz, destacando los cambios propuestos y su impacto previsto.

6.2 Análisis de la tabla relacional de actividades

Mediante una interpretación de la tabla relacional de actividades se puede inferir los siguientes enunciados:

- Eliminación de la zona de cocina (14) debido a que posee una relación no deseada con todas las demás zonas del taller por cuestiones de higiene, además de que en la distribución actual del taller posee una proximidad elevada con las bodegas que guardan líquidos inflamables lo cual puede derivar a un alto riesgo de incendio.
- Unificación de las bodegas (10,11,12,13) como consecuencia de relaciones absolutamente importantes entre estas, además de que el recorrido del material puede verse disminuido al igual que el número de zonas existentes en la zona 1. De modo similar se puede proceder con las bodegas (17,21,22,23) obteniendo resultados semejantes
- El traslado de la oficina que se encuentra en la zona 1 a la zona 2 ya que su relación con las zonas de mayor relevancia como: zona de recolección de aceites, zona de parqueadero,

zona de mantenimiento y reparación, su ubicación actual es conveniente para los trabajadores, sin embargo, se pretende crear una nueva zona la cual puede conducir a la centralización del control de recursos derivándose en inspección de estos.

- Agrupación de los vestuarios (19,18) aunque guarden una relación absolutamente importante entre estos por el recorrido del personal se puede razonar que juntándolos llegaría a la creación de una mayor área de superficie con lo cual deriva en confortabilidad. De manera notable esta zona de vestuarios se lo puede trasladar debido a que guarda una relación sin importancia con el resto de las zonas del centro automotriz
- Se puede evidenciar la existencia de una relación absolutamente importante entre la zona de herramientas (6) y la zona de mantenimiento y reparación (5) lo cual resulta lógico por el recorrido de material entre ambas, a pesar de lo mencionado de manera anterior se busca movilizar la zona de herramientas (6) para que exista un área mayor en la zona de mantenimiento y reparación (5)
- A pesar de que el sanitario de la zona (2) posee una relación sin importancia con las demás zonas del taller se pretende dejarlo en su ubicación actual para que sea parte de la zona 2 el cual podría estar ubicada la nueva zona de control e inspección de material
- La zona del elevador (16) guarda un tipo una relación ordinaria con las demás zonas del taller debido a que no se genera continuamente en ella la reparación de averías automotrices por la inconformidad de los operarios, no obstante, esta se puede trasladar a la zona de elevadores (7) aumentando la capacidad de esta.

6.3 Infraestructura y espacios para implementar en el centro automotriz

El Centro Automotriz Cárdenas, con una destacada trayectoria en la prestación de servicios automotrices, se enfrenta a la necesidad de optimizar sus operaciones para mantenerse a la vanguardia de la industria. La actual disposición de sus instalaciones, caracterizada por 23 zonas distintas, ha sido objeto de un minucioso análisis con el objetivo de mejorar la eficiencia, reducir riesgos potenciales y crear un entorno de trabajo más funcional y seguro.

Como parte de esta iniciativa de mejora, se ha propuesto una reconfiguración significativa del layout actual, resultado de un profundo análisis.

El análisis de la tabla relacional de actividades ha guiado la propuesta de reestructuración espacial en el proyecto, resultando en la consolidación de las zonas de 23 a 16. Este cambio busca optimizar la circulación, eliminar redundancias y fortalecer la interconexión entre áreas críticas. La implementación de esta propuesta se basa en principios clave, como la eliminación de zonas redundantes, incluyendo la supresión de áreas no esenciales como la cocina y la reubicación estratégica de la oficina. Estas modificaciones apuntan a minimizar interferencias operativas y a mejorar la seguridad en el entorno de trabajo.

6.3.1 Factores de guía para la propuesta

Consolidación de Bodegas: Esta estrategia implica agrupar bodegas con vínculos funcionales importantes, lo que conduce a una optimización del espacio y simplifica la logística. Este enfoque facilita el flujo de materiales y reduce las distancias de desplazamiento, mejorando la eficiencia operativa.

Centralización de Funciones Críticas: Se contempla la centralización de operaciones esenciales, como el control e inspección de material. Esto se logra mediante la reubicación

estratégica de la oficina y la creación de nuevas zonas de trabajo, lo que permite una supervisión y gestión más efectiva de las actividades clave.

Optimización de Áreas de Trabajo: La reorganización espacial incluye el traslado de áreas como herramientas y vestuarios. Este cambio busca mejorar la ergonomía y la comodidad para los trabajadores, al mismo tiempo que maximiza la eficiencia en el uso del espacio disponible.

Estos factores son fundamentales para guiar la propuesta de reestructuración, enfocándose en mejorar la eficiencia, la seguridad y la funcionalidad del entorno de trabajo.

6.3.2 Diagrama de recorrido

La implementación de la herramienta de diagrama de recorrido en el Centro Automotriz Cárdenas es una estrategia meticulosamente planificada para mejorar los flujos operativos. Este enfoque se adopta por varias razones clave:

Optimización de Flujos Operativos: La herramienta permite un análisis detallado de los movimientos y trayectorias dentro del espacio de trabajo. Al visualizar estos flujos, se pueden identificar y corregir ineficiencias, como trayectos innecesarios o desplazamientos que consumen tiempo.

Identificación de Cuellos de Botella y Redundancias: Mediante el seguimiento de los movimientos, la herramienta ayuda a detectar áreas donde los procesos se ralentizan o se duplican. Esto es crucial para implementar soluciones que agilicen las operaciones y mejoren la productividad.

Mejora en la Disposición Física: El análisis proporcionado por el diagrama de recorrido facilita la reorganización del espacio físico del centro. Esto puede incluir la reubicación de equipos o la reestructuración de áreas de trabajo para maximizar la eficiencia espacial.

Toma de Decisiones Informada: Con datos concretos sobre cómo se utilizan realmente los espacios y recursos, la gestión puede tomar decisiones más informadas y basadas en evidencias sobre cambios operativos o de infraestructura.

Gestión Efectiva de Recursos: Al entender mejor cómo se mueven los empleados y los recursos, se pueden asignar de manera más eficiente, reduciendo el tiempo de inactividad y mejorando la utilización de los recursos.

Experiencia Mejorada para Clientes y Personal: Al agilizar los procesos y mejorar el entorno de trabajo, se mejora la experiencia tanto para los clientes como para los empleados. Los clientes se benefician de servicios más rápidos y eficientes, mientras que los empleados disfrutan de un entorno de trabajo más organizado y menos caótico.

La implementación de esta herramienta en el centro automotriz Cárdenas es un paso hacia la transformación de sus operaciones. Se espera que esta iniciativa no solo mejore la eficiencia operativa, sino que también eleve los estándares de servicio y satisfacción del cliente.

6.3.3 Optimización de recorrido centro automotriz Cárdenas

Figura 25.

Recorrido actual

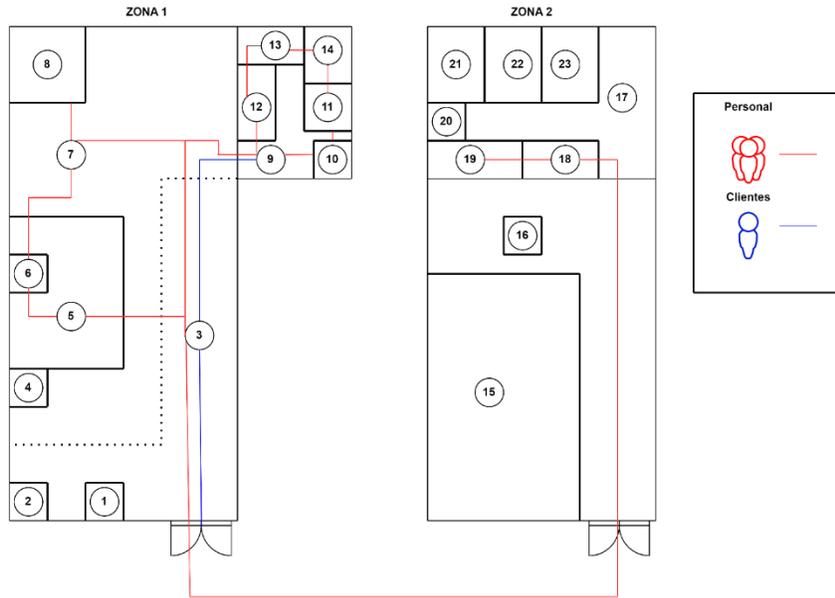
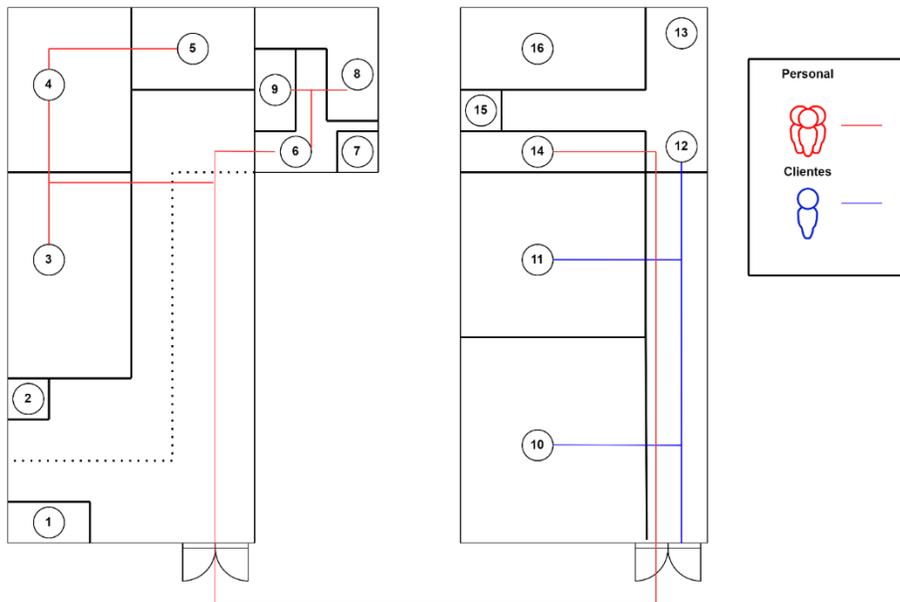


Figura 26.

Optimización de recorrido



Análisis

En el recorrido actual ver (figura 25, tabla 5 y 6) de la instalación, se observa la existencia de recorridos redundantes que se derivan de la movilidad de los operarios entre diversas zonas en busca de materiales, herramientas y equipos. Además, se identifican desplazamientos entre bahías de trabajo, los cuales no están asignados de manera fija para cada operario. Es crucial resaltar que los operarios, en ocasiones, se ven obligados a abandonar las instalaciones del taller y recorrer distancias significativas en busca de una maquinaria específica, como la rectificadora de discos, la cual es esencial para realizar servicios específicos y no se encuentra ubicada en el mismo taller. Esta falta de centralización contribuye a la ineficiencia operativa.

En contraposición, la propuesta actual de optimización de recorrido ver (figura 26, tabla 11 y 12) contempla la implementación de dos centralizaciones distintas: una diseñada específicamente para los operarios y otra destinada a los clientes. Este enfoque tiene el objetivo de reducir de manera considerable los recorridos actualmente realizados dentro del centro automotriz.

6.4 Propuesta de mejoramiento en la disposición Zona 1

En la Zona 1, se propone una reducción de 14 secciones a 7 secciones, generando así una mejora sustancial en la distribución y proporcionando entornos amplios. Un objetivo de la propuesta es transformar las cuatro bodegas actuales en un solo almacén de herramientas en el centro automotriz Cárdenas. Este cambio no solo reunirá todos los recursos en un lugar, sino que también, mediante la creación de una oficina de dirección, facilitará que el jefe de taller supervise de manera efectiva las herramientas importantes y costosas, como limpiadores de inyectores y escáneres, etc.

Este nuevo diseño contempla la incorporación de vestuarios para los operarios, proporcionándoles un área dedicada para el cambio y resguardo de indumentaria de trabajo.

Asimismo, se incluirá un sanitario en esta sección, contribuyendo a las condiciones de trabajo adecuadas y cumpliendo con el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores.

En la sección destinada a mantenimiento y reparación, se ha planificado una disposición mejorada del espacio específico para el lavado de piezas, la instalación de elevadores, la recolección de aceites y la ejecución de reparaciones y mantenimiento de vehículos. Este enfoque garantiza una operatividad más fluida y organizada, optimizando los procesos clave de servicio automotriz.

Figura 27.

Mejoramiento Zona 1

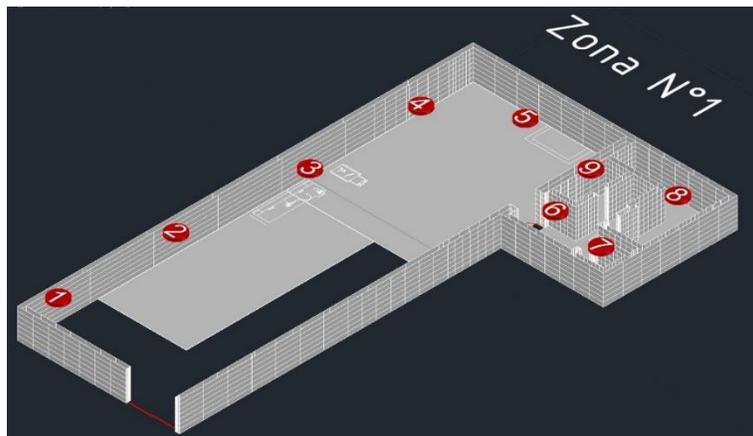


Tabla 11.*Dimensionamiento de distribución (Zona 1)*

N °	Zona	Área
1	Desechos	111,47 m ²
2-3	Mantenimiento	109,02 m ²
4-5	Reparación	109,02 m ²
6	Oficina de dirección	19,52 m ²
7	Sanitario	2,85 m ²
8	Almacén de herramientas	22,25 m ²
9	Vestuarios	5,92 m ²

6.5 Mejoramiento en la disposición Zona 2

Figura 28.

Mejoramiento Zona 2

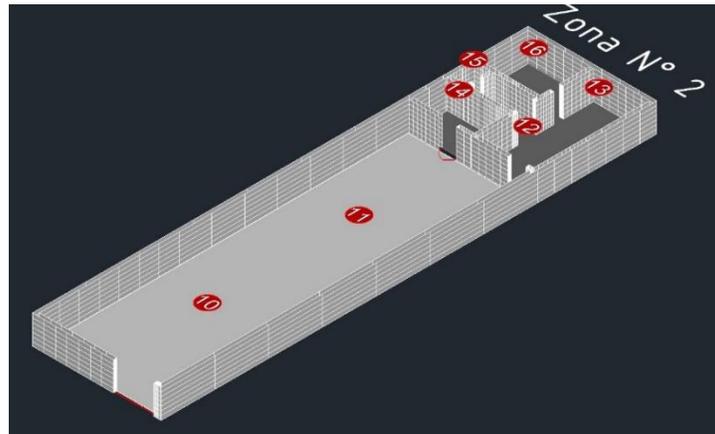


Tabla 12.

Dimensionamiento de distribución (Zona 2)

N °	Zona	Área
10	Entrega de vehículos	108,1 m ²
11	Recepción de vehículos	108,1 m ²
12	Espera del cliente	22,79 m ²
13	Oficina de recepción	22,79 m ²
14	Despacho de insumos	15,08 m ²
15	Sanitario	2,6 m ²
16	Almacén de insumos	21,84 m ²

En esta representación tridimensional, se aprecia una transformación notable en el diseño del centro automotriz, donde se ha llevado a cabo una cuidadosa optimización de los espacios, priorizando una distribución eficiente y funcional. Específicamente, la Zona 2 emerge como un componente crucial de esta reconfiguración, concentrándose en la recepción y entrega de vehículos, incorporando una zona de despacho de repuestos, destinada a mejorar aún más la operatividad del establecimiento.

La Zona de Despacho de Repuestos se forma como una extensión estratégica, buscando agilizar la adquisición de recambios e insumos para el mantenimiento y reparación. Este espacio ha sido diseñado con precisión para facilitar el proceso de envío de repuestos a los operarios y terceros.

En consonancia con la optimización general, se ha establecido un área de almacenamiento específica para los repuestos, garantizando su acceso inmediato y organizado. La proximidad de esta zona al área de despacho agiliza la logística interna, permitiendo una respuesta rápida y eficaz a las necesidades de reparación y mantenimiento.

La oficina de secretaría, con su respectiva zona de espera, continúa siendo un componente clave en la estrategia general. Su diseño estratégico permite una atención personalizada y eficiente.

El sanitario destinado a la atención al cliente sigue siendo una característica que apunta a la comodidad del usuario, contribuyendo a una experiencia global positiva durante su interacción con el centro automotriz.

La disposición de áreas más grandes y eficientes no solo responde a criterios funcionales, sino que también se traduce en un entorno laboral seguro, profesional y organizado.

Figura 29.

Visualización general de la propuesta



6.6 Simulación en 3D para la visualización del layout de los elementos internos de cada zona del centro automotriz

La visualización 3D es el proceso de generar gráficos tridimensionales mediante software especializado. Esta técnica permite la representación tridimensional de objetos, escenas o conceptos, proporcionando una vista realista y detallada. A continuación, se presentan las visualizaciones del diseño propuesto, enfatizando significativamente la disposición tanto de las zonas como de los elementos que las integran. Es importante considerar que la propuesta se ha elaborado teniendo en cuenta las capacidades, herramientas y materiales disponibles actualmente en el centro automotriz.

6.6.1 Visualización 3D zona 1

Figura 30.

Zona de elevadores y recolección de aceites



Figura 31.

Zona de mantenimiento y reparación

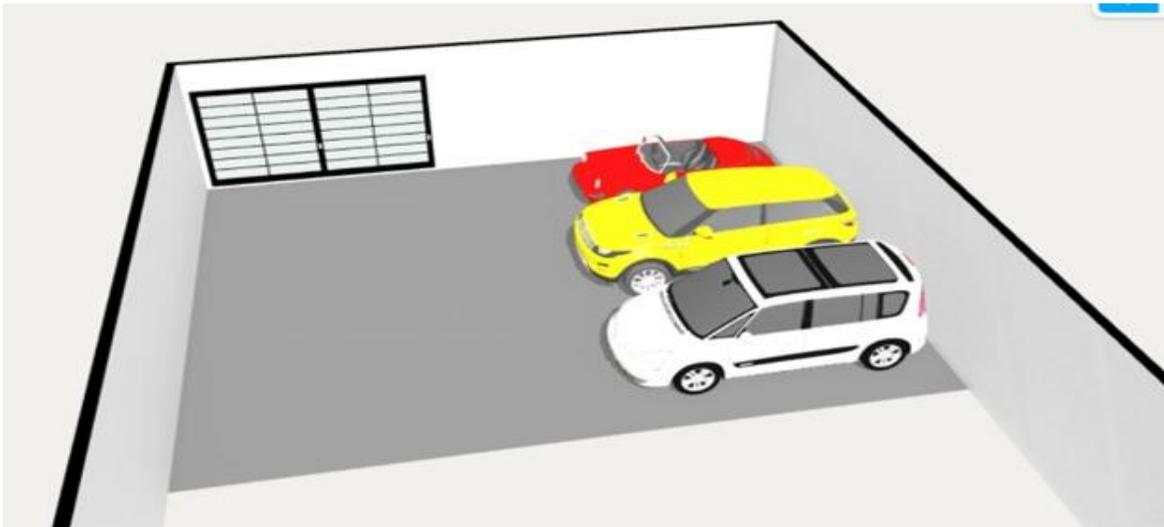


Figura 32.

Oficina de dirección



Figura 33.

Sanitario



Figura 34.

Almacen de herramientas



Figura 35.

Vestuarios



Figura 36.

Paneo general zona 1



6.6.2 Visualización 3D zona 2

Figura 37.

Zona de recepción



Figura 38.

Sanitario

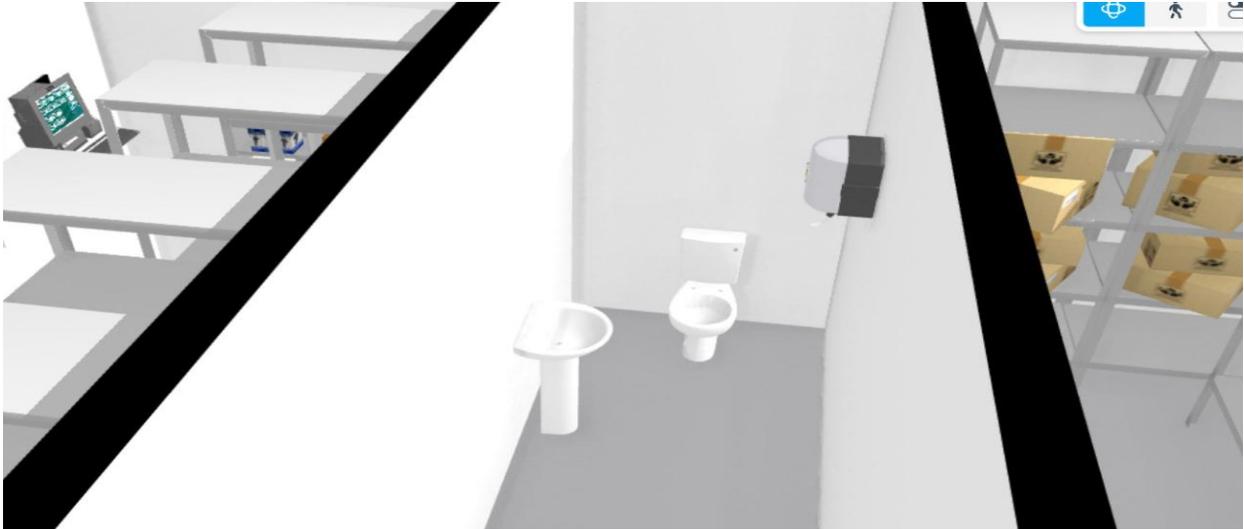


Figura 39.

Almacen de insumos



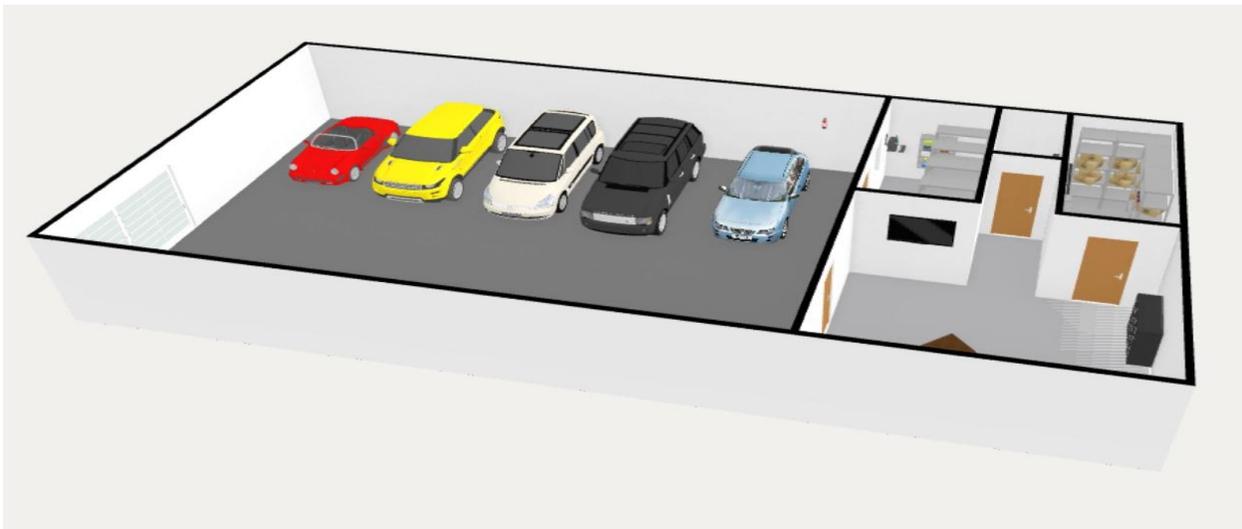
Figura 40.

Despacho de insumos



Figura 41.

Paneo general Zona 2



6.7 Calculo de dimensiones

Los siguientes datos son recomendaciones mínimas de áreas y capacidades de algunos espacios que tiene la nueva propuesta del layout del centro automotriz Cárdenas. Oscar (2022) proporciona diversas fórmulas para el cálculo de estas dimensiones, las cuales se presentan seguidamente.

6.7.1 Bahías de trabajo

Tomando en cuenta, la misma cantidad actual de operarios que son 5, se procede a determinar el número de bahías de trabajo con la siguiente fórmula:

Bahías de trabajo

$$BT = up * 1,5$$

BT = Bahias de trabajo

up = número de unidades productivas

Como resultado tenemos que se necesita una cantidad mínima de 8 bahías de trabajo

6.7.2 Superficie de puestos de trabajo

La superficie de reparación del puesto de trabajo tiene que ser de 35 m², este último valor toma en cuenta los siguientes aspectos: el área de la maquinaria (elevador), área del vehículo, área de seguridad para el operario y área de ocupación del operario. Entonces tenemos:

Superficie de puesto de trabajo

$$SPT = 35 \text{ m}^2 * PT$$

SPT = superficie de puestos de trabajo

PT = bahias de trabajo

Dando como resultado que la superficie de puestos de trabajo debería ser de 280 m²

6.7.3 Área total de zonas varias

El centro automotriz cuenta con zonas como: lavado de piezas, recambios de aceites, desechos., vestuarios, herramientas y 3 elevadores (zona de elevadores). Estas zonas y equipos se mantienen en la nueva propuesta de diseño, pero cada una debería tener al menos 30 m² de espacio mínimo

Área total de zonas varias

$$Atzv = Zv * 30m^2$$

Atzv = àrea total de zonas varias

Zv = nùmero total de zonas varias

El requisito mínimo del área total de zonas varias es: 150m²

6.7.4 Área total de la zona de reparación del taller

Área total

$$AR = 1,6 * (SPT + Atzv)$$

AR = àrea total de la zona de reparaciòn

SPT = superficie de puestos de trabajo

Atzv = àrea de total de zonas varias

La condición mínima para el área total de la zona de reparación del taller es de: 688 m²

6.7.5 Superficie de aparcamiento de vehículos

Esta superficie comprende la zona de recepción de vehículos y entrega

Superficie de aparcamiento

$$\mathbf{SAV = PT * smv}$$

SAV = superficie de aparcamiento de vehículos

PT = bahías de trabajo

smv = la superficie para poder movilizar un vehículo, recomendable 30m²

Como resultado tenemos que la superficie de aparcamiento de vehículo como mínimo se debería tener de 240 m²

6.7.6 Área total de aparcamiento

Área total de aparcamiento

$$\mathbf{ATA = SAV * 1,4}$$

ATA = área total de aparcamiento

SAV = superficie de aparcamiento de vehículos

El área total de aparcamiento corresponde a un área mínima de 336 m²

6.7.7 Zona de recambios

Esta zona está constituida área de despacho y almacén de insumos

Zona de recambios

$$\mathbf{ZR = AR * 0,3}$$

ZR = zona de recambios

AR = àrea total de la zona de reparaciòn

Se tiene como resultado 206,4 m²

6.8 Propuesta de un esquema de flujo de actividades destinado a normalizar los procedimientos involucrados en la gama de servicios proporcionados por el centro automotriz Cárdenas

6.8.1 Mantenimiento y reparación del sistema de frenos

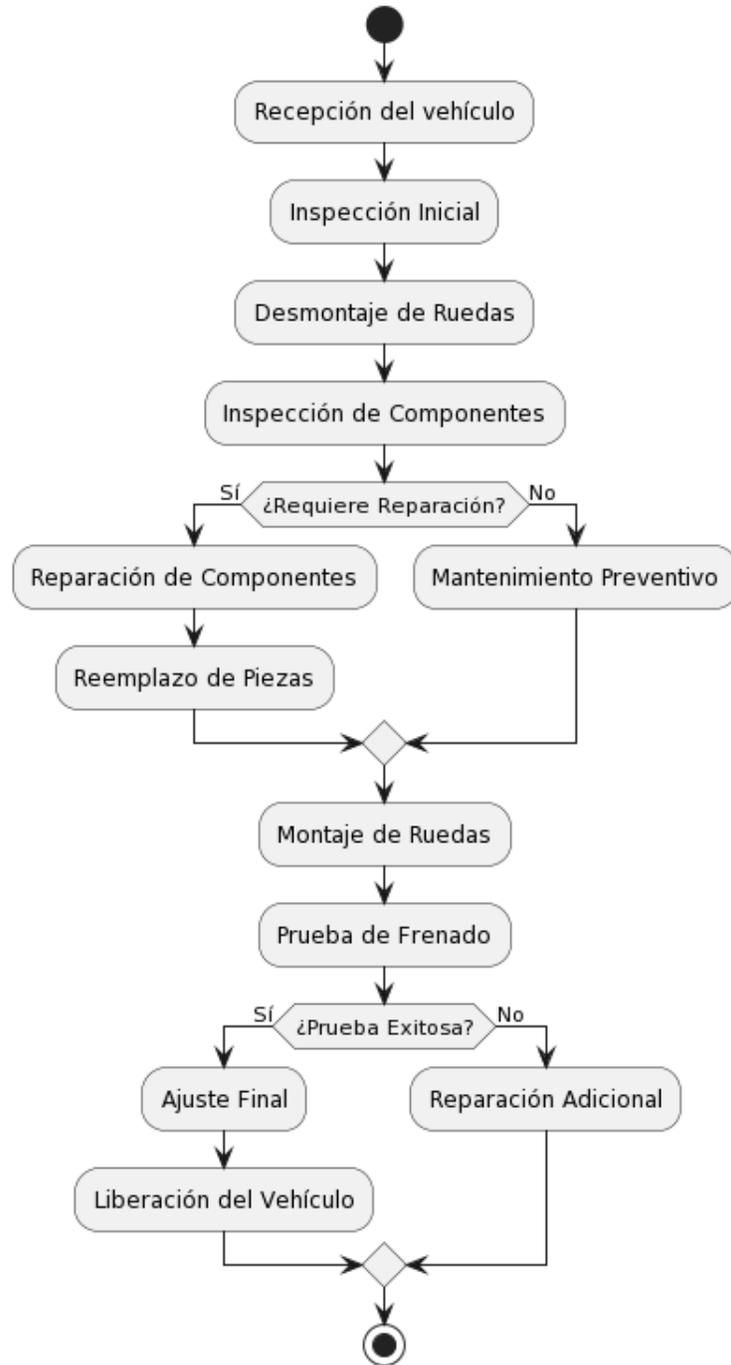


Tabla 13.

Mantenimiento y reparación del sistema de frenos

N°	Proceso	Tiempo (min)
1	Recepción del vehículo	10
2	Inspección inicial	5
3	Desmontaje de ruedas	10
4	Inspección de componentes	8
5	Reparación de componentes	30
6	Mantenimiento preventivo	25
7	Reemplazo de piezas	30
8	Montaje de ruedas	10
9	Prueba de frenado	5
10	Liberación del vehículo	8
	Total	151

Nota. En el marco de esta actividad, se requiere la participación de un único operario. Al realizar un análisis detenido de las mejoras implementadas, se observa una reducción significativa de 46 minutos en el tiempo necesario para llevar a cabo la tarea en cuestión. Este notable mejoramiento se refleja en una mayor eficiencia y sincronización con la duración total de la actividad. Cabe destacar que estos resultados se logran mediante la optimización de los espacios para garantizar una ejecución más fluida y eficaz de la labor encomendada.

6.8.2 Cambio de aceite y filtro del motor



Tabla 14.

Cambio de aceite y filtro del motor

N°	Proceso	Tiempo (min)
1	Recepción del vehículo	10
2	Colocar el vehículo en elevador	6
3	Retirar tapón de desagüe de aceite	5
4	Retirar y reemplazo de aceite	10
5	Agregar aceite nuevo	7
6	Verificar el nivel del aceite nuevo	3
7	Verificar fugas	5
8	Arrancar el motor y revisar	5
9	Liberación del vehículo	8
	Total	59

Nota. En el desarrollo de esta actividad, se emplea un operario, destacándose como una de las tareas más rápidas y recurrentes en la rutina diaria. Se ha logrado una notable mejora en la eficiencia, ya que el tiempo requerido para su ejecución ha experimentado una reducción sustancial, pasando de 1 hora y 50 minutos a tan solo 59 minutos. Este avance implica una optimización de 59 minutos por vehículo, indicando un aumento significativo en la productividad y optimización de recursos. Este logro se atribuye a la implementación de mejoras en la disposición de espacios y a una cuidadosa sincronización de las actividades involucradas.

6.8.3 Limpieza y mantenimiento de inyectores

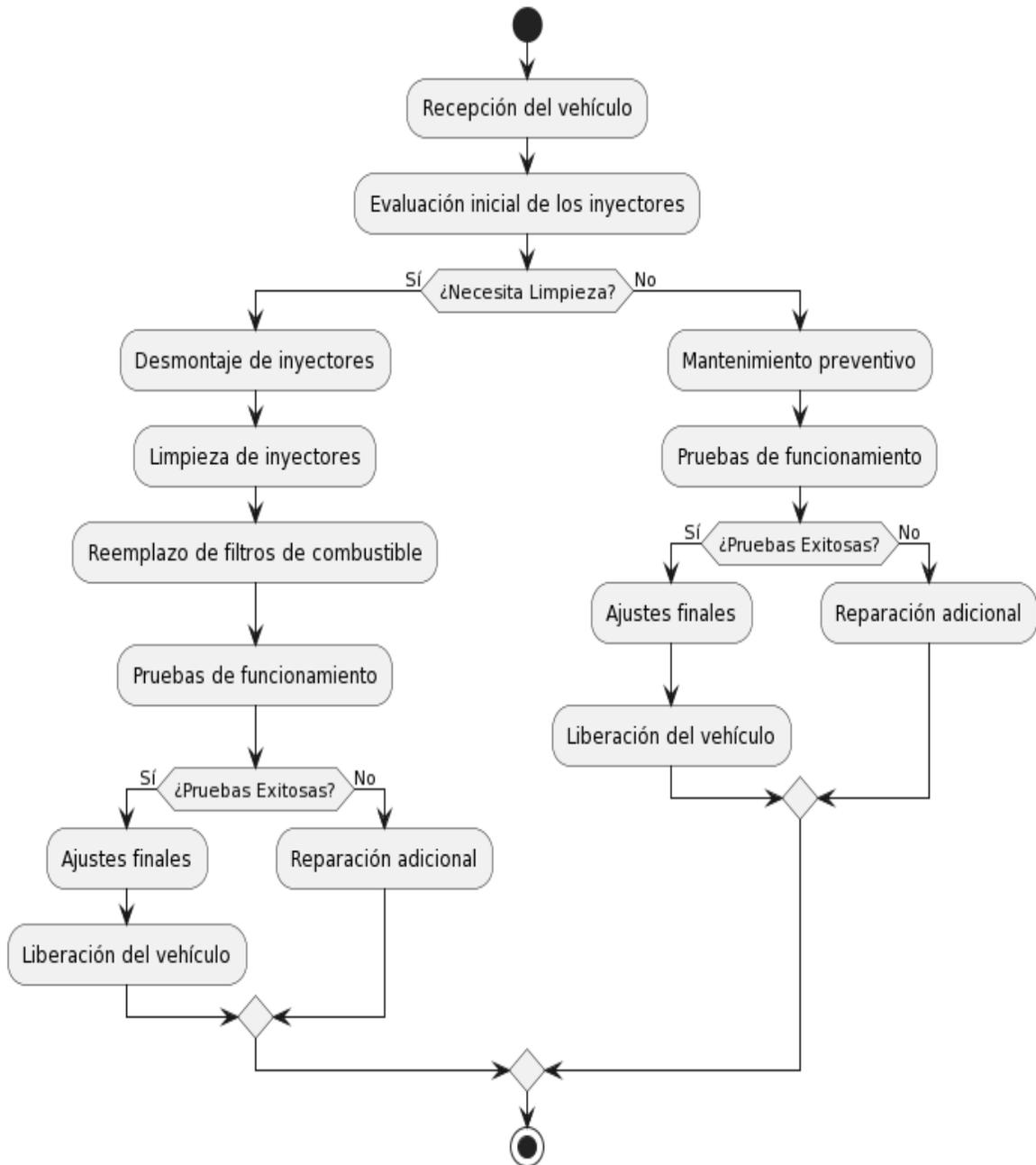


Tabla 15.

Limpieza y mantenimiento de inyectores

N°	Proceso	Tiempo (min)
1	Recepción del vehículo	10
2	Evaluación inicial de inyectores	15
3	Desmontaje de inyectores	25
4	Limpieza de inyectores	20
5	Reemplazo de filtros	15
6	Pruebas de funcionamiento	10
7	Mantenimiento preventivo	25
8	Liberación del vehículo	8
	Total	241

Nota. Esta actividad, aunque más compleja, aún requiere la intervención de un único operario. Actualmente, el tiempo destinado a su ejecución es de 3 horas con 25 minutos. Sin embargo, con las mejoras implementadas en el centro automotriz Cárdenas, se proyecta que la actividad se llevará a cabo en un tiempo notablemente reducido, específicamente en 2 horas con 41 minutos. Esta optimización representa una significativa disminución de 1 hora y 16 minutos en la duración total de la tarea. Este avance se atribuye a las mejoras implementadas en la infraestructura y procesos del centro automotriz, contribuyendo a una ejecución más eficiente y rápida de esta actividad.

6.8.4 Diagnóstico de abordó

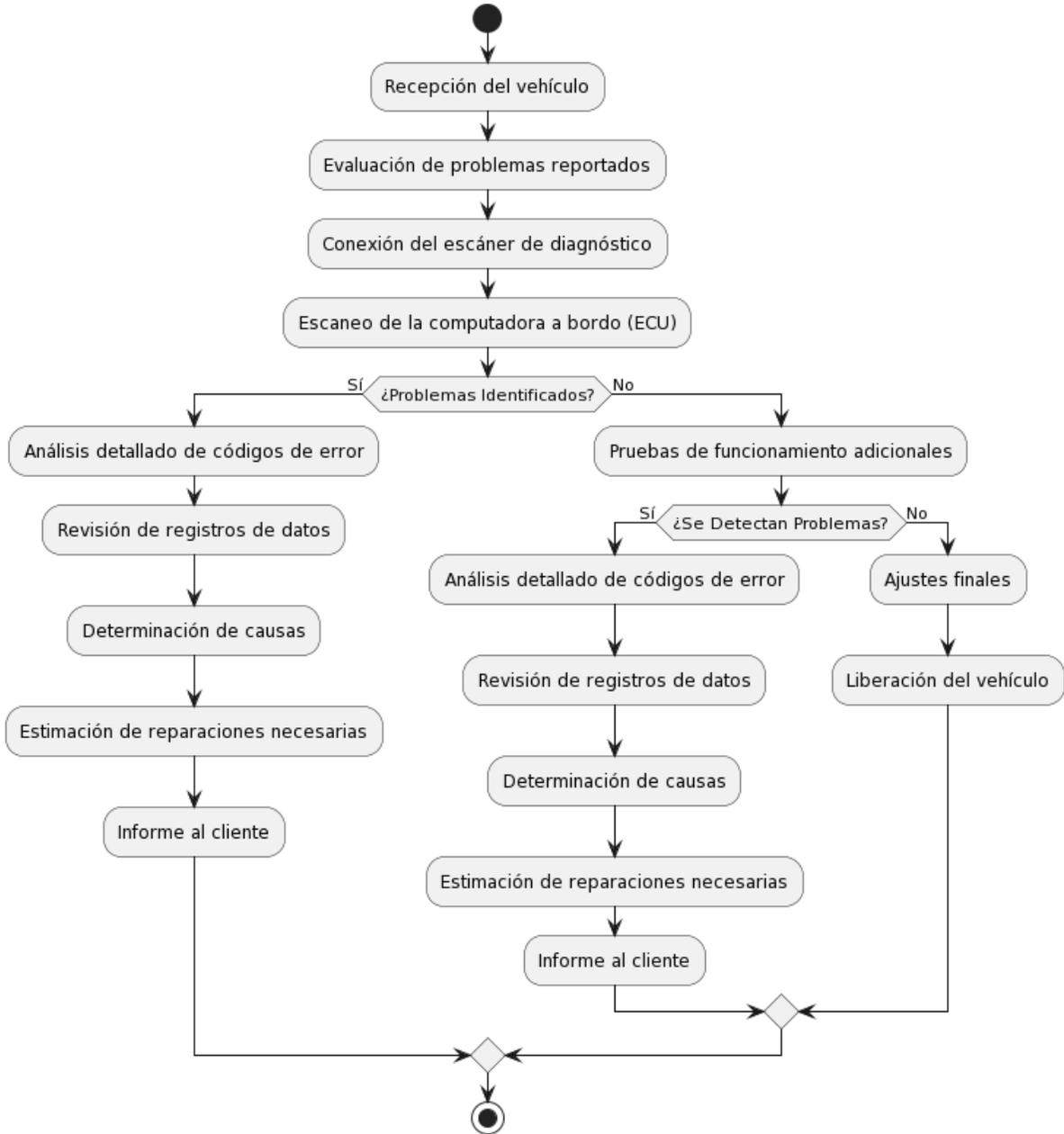


Tabla 16.

Diagnóstico de abordó

N°	Proceso	Tiempo (min)
1	Recepción del vehículo	10
2	Evaluación de problemas reportados	10
3	Conexión del escáner de diagnóstico	7
4	Escaneo de ECU	12
5	Análisis detallado de códigos de error	20
6	Revisión de registro de datos	10
7	Determinación de causas	20
8	Estimación de reparaciones necesarias	15
9	Pruebas de funcionamiento adicionales	12
10	Informe al cliente	15
11	Liberación del vehículo	8
	Total	139

Nota. Para la ejecución de esta actividad, se requiere la participación de un único operario. Gracias a las mejoras implementadas en el centro, se ha logrado una reorganización eficiente de las herramientas, eliminando demoras innecesarias en el proceso de diagnóstico. Anteriormente, esta tarea demandaba un tiempo considerable, registrando 3 horas con 41 minutos. Sin embargo, debido a las mejoras implementadas, se ha experimentado una notable mejora de 1 hora con 39 minutos en el tiempo requerido para llevar a cabo la actividad.

6.8.5 Reparación del sistema de suspensión

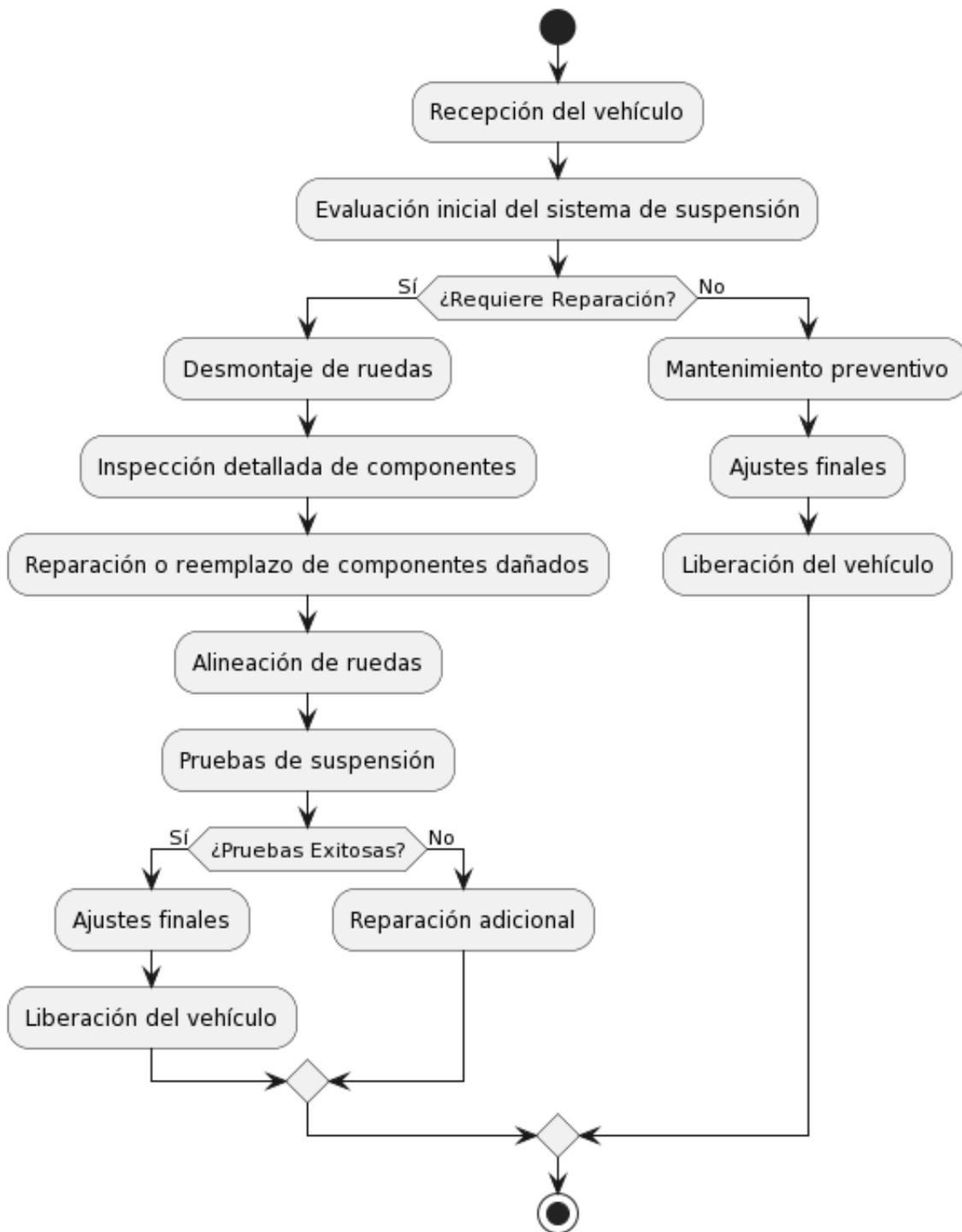


Tabla 17.

Reparación del sistema de suspensión

Número de proceso	Proceso	Tiempo (min)
1	Recepción del vehículo	10
2	Evaluación inicial	10
3	Desmontaje de ruedas	10
4	Inspección detallada de componentes	20
5	reparación o reemplazo de componentes	40
6	Alineación de ruedas	45
7	Pruebas de suspensión	20
8	Mantenimiento preventivo	30
9	Liberación del vehículo	8
	Total	193

Nota. La disminución de 32 minutos, si bien puede parecer modesta en comparación con otras áreas, representa un avance valioso. Las complejidades inherentes a esta actividad implican desafíos únicos, y la mejora evidencia el compromiso del centro en buscar eficiencias incluso en contextos más intrincados. La atención continua a estos detalles contribuye al perfeccionamiento general de las operaciones, asegurando un progreso constante hacia estándares más altos de rendimiento y eficiencia.

6.9 Aplicación de inventario y base de datos para la gestión del centro automotriz

Para optimizar la gestión de información en el Centro Automotriz Cárdenas, se propone el desarrollo de un avanzado sistema de gestión de bases de datos, integrando la funcionalidad de Visual Basic con la versatilidad de Excel. Este sistema está diseñado para recopilar, organizar y analizar de manera exhaustiva y eficiente toda la información relacionada con los clientes y los repuestos automotrices.

El sistema utilizará Visual Basic como lenguaje de programación para desarrollar interfaces de usuario intuitivas y automatizar procesos de entrada de datos, garantizando una interacción fluida y amigable para los usuarios. La integración con Excel permitirá aprovechar sus capacidades avanzadas en el manejo de datos, como la organización en hojas de cálculo, la realización de cálculos complejos y la generación de informes detallados y gráficos dinámicos.

6.9.1 Base de datos clientes centro automotriz Cárdenas

La base de datos ha sido concebida para facilitar el registro de clientes y para gestionar eficientemente el mantenimiento de sus vehículos en el centro automotriz Cárdenas. Este enfoque permite un control más preciso, posibilitando la programación de horarios para los clientes con el objetivo de evitar desajustes y acumulación. Para la identificación única de cada cliente, se emplean los números de cédula como códigos, considerando que cada persona tiene un único número de cédula. La información almacenada en la base de datos abarca la fecha de ingreso y las actividades realizadas en el centro automotriz Cárdenas. Además, se incluyen datos personales como nombres, correo electrónico y número de teléfono. La implementación técnica se llevó a cabo mediante Visual Basic para optimizar la interactividad y eficiencia del programa, mientras que Excel se empleó para almacenar y organizar de manera lista todos los datos recopilados.

Figura 42.

Control de clientes



Figura 43.

Centro de citas de clientes



6.9.2 Base de datos repuestos centro automotriz Cárdenas

Con el objetivo de eficientizar la gestión del inventario de repuestos automotrices, se ha desarrollado un sistema integral que aprovecha las capacidades de Visual Basic y Excel.

Este programa posibilita un seguimiento meticuloso de los repuestos disponibles en el centro automotriz Cárdenas, asignando a cada pieza un código único que agiliza su localización y administración en el inventario.

El programa recoge datos esenciales, tales como la descripción detallada, la marca y modelo, la ubicación específica en el almacén, la fecha de compra, el precio unitario y la indicación de si el repuesto está destinado a la venta o a la reposición del inventario. Esta información exhaustiva facilita una supervisión completa de cada repuesto y optimiza la toma de decisiones en la gestión de existencias.

Esta solución tecnológica asegura un control efectivo del inventario de repuestos automotrices, mejorando la disponibilidad de piezas y contribuyendo significativamente a la eficiencia operativa del centro automotriz Cárdenas.

Figura 44.

Base de datos de repuestos



7. Conclusiones

En conclusión, esta tesis representa un avance significativo en la comprensión y mejora de la eficiencia operativa en el Centro Automotriz. La realización de una revisión bibliográfica exhaustiva ha permitido establecer un marco teórico sólido, crucial para entender la importancia de la optimización en el contexto de la movilidad y el funcionamiento de centros automotrices. Esta revisión no solo ha proporcionado una base teórica robusta, sino que también ha contextualizado la necesidad de mejoras continuas en la optimización de estos centros.

La identificación detallada de los procesos y operaciones actuales en el Centro Automotriz ha sido un paso fundamental. Este análisis ha permitido distinguir y comprender cada uno de los procesos, revelando áreas clave para la mejora y la eficiencia. Al desglosar y examinar cada aspecto de las operaciones del centro, se ha logrado una comprensión integral de sus capacidades, limitaciones y potenciales áreas de desarrollo.

Se propone utilizar el software propuesto para iniciar un control más efectivo y realizar los cambios necesarios, basándonos en el estudio exhaustivo realizado en el Centro Automotriz Cárdenas. Esta iniciativa representa un paso crucial hacia la optimización integral del centro, destacando por su enfoque práctico y su fundamentación en análisis detallados.

La formulación de esta propuesta concreta y viable. Con un diseño de layout eficiente como su piedra angular, la propuesta no solo busca maximizar el rendimiento operativo, sino también enriquecer la experiencia global tanto de los clientes como del personal. Este enfoque innovador, que integra hallazgos teóricos y prácticos, está orientado a ofrecer soluciones reales y aplicables que van más allá de las mejoras superficiales, abordando las necesidades del centro.

8. Recomendaciones

La implementación eficiente de software personalizado en el Centro Automotriz Cárdenas requiere una estrategia cuidadosamente diseñada. En primer lugar, se recomienda llevar a cabo un análisis detallado de los requisitos específicos del centro, identificando áreas críticas para la mejora. La flexibilidad del software es esencial, por lo que se aconseja optar por una solución personalizable y escalable que se ajuste a las necesidades presentes y futuras del centro.

La implementación del software FlexSim representa una valiosa herramienta para la evaluación exhaustiva y eficiente del layout propuesto. Este sistema, al ser empleado de manera óptima, se distingue por su capacidad para analizar con precisión y en tiempos reducidos la disposición espacial propuesta para el centro automotriz. La utilización estratégica de FlexSim no solo agiliza el proceso de evaluación, sino que también aporta una mayor precisión en la identificación de posibles mejoras y ajustes necesarios en el diseño del layout. La rapidez y la precisión inherentes a FlexSim se traducen en una optimización significativa de los recursos y en una toma de decisiones más informada para perfeccionar la distribución espacial del centro automotriz. La implementación de esta herramienta no solo representa una inversión en eficiencia operativa, sino que también refuerza la capacidad del centro para adaptarse ágilmente a cambios y mejoras continuas en su infraestructura física.

Finalmente, se recomienda fomentar un cambio cultural que promueva la adaptación al nuevo sistema y una mentalidad proactiva hacia la tecnología. La medición constante de resultados, utilizando métricas claras, permitirá evaluar el impacto del software en términos de eficiencia operativa, satisfacción del cliente y mejora de procesos, garantizando así un retorno de la inversión significativo.

9. Bibliografía

- Armour, G. C., & Buffa, E. S. (1963). A heuristic algorithm and simulation approach to relative allocation of facilities. *Management Science* 9, 2, 294-309.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1287/mnsc.9.2.294>
- Avilès, J. (2019). *Diseño y distribución en planta para la Empresa REENCAVI Compañía Anónima*.
- Payán, D. E. B., Díaz, I. C. O., Rivera, D. V. J., & Domínguez, D. S. M. (2019). *ARTÍCULO: Distribución en planta, análisis y diseño. 4*.
- Casals, M., Forcada, N., & Roca, J. (2008). *Diseño de complejos industriales.Fundamentos*. Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya,SL. Retrieved 30 de octubre de 2023.
- De la Fuente, D., & Fernández, I. (2015). *Distribución en Planta*. Universidad de Oviedo. Retrieved 26 de septiembre de 2023.
- Doblado, Ò. B. (2022). *Logística y comunicación en un taller de vehículos* (Tercera ed.). (P. Paz Otero, S. Durán Tamayo, & N. Cabal Ramos, Edits.) Madrid, Sierra de Guadarrama, España: Ediciones Paraninfo,S.A. Retrieved 26 de septiembre de 2023.
- Foulds, L. R. (1983). Techniques for Facilities Layout: Deciding which Pairs of. *Management Science* 29, 12, 1414-1426.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1287/mnsc.29.12.1414>
- Muther, R. (1981). *Distribución en Planta* (Segunda ed.). (C. Cabré Rabadà, Trad.) Barcelona, España: Hispano Europea. Retrieved 10 de octubre de 2023.
- Porter. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.

- Serrano, J. E. (2019). Planificación del aprovisionamiento. En J. E. Serrano, *Gestión logística y comercial* (pág. 37). Madrid, España: Paraninfo, SA .
- Villarreal, D., Cevallos, M., Arias, D., & Moya, K. (Marzo de 2022). Optimización de los procesos de logística, su mejora y satisfacción al cliente. *Conciencia Digital*, 5(1.3), 18. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.3.2137>
- Avilès, J. (2019). *Diseño y distribución en planta para la Empresa REENCAVI Compañía Anónima*.
- Payán, D. E. B., Díaz, I. C. O., Rivera, D. V. J., & Domínguez, D. S. M. (2019). *ARTÍCULO: Distribución en planta, análisis y diseño. 4.*