



Transformación digital del flujo logístico de entrega de mercancía en un concesionario de automóviles del valle de Aburrá, mediante el desarrollo de una aplicación web.

Julian David Agudelo Blandón

Informe de práctica como requisito para optar al título de: Ingeniero de telecomunicaciones

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria o Práctica Empresarial

Asesor

Jaime Alberto Vergara Tejada

Ingeniero de Telecomunicaciones

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Telecomunicaciones

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita	(Agudelo, 2024)
Referencia	Agudelo, J. (2024). <i>Transformación digital del flujo logístico de entrega de mercancía en un concesionario de automóviles del valle de Aburrá, mediante el desarrollo de una aplicación web</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de Contenido

Resumen	10
Abstract	11
1. Introducción	12
2. Objetivos	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. Marco teórico	16
3.1 ¿Cómo funcionan las aplicaciones web?	16
3.1.1 Arquitectura del lado del cliente:	16
3.1.2 Arquitectura del lado del servidor:	16
3.2 ¿Cuál es la diferencia entre una aplicación web y una página web?	17
3.3 Tecnologías en el desarrollo de aplicaciones web.	17
3.3.1 Frontend:	17
3.3.2 El backend:	18
3.3.3 Framework:	18
3.4 Bases de datos	19
3.5 Uso de aplicaciones web en procesos logísticos.	19
3.6 Desafíos de la implementación de software en el proceso logístico.	20
3.7 Mejores prácticas en la automatización de procesos logísticos	21
4. Metodología	22
4.1 Descripción del proceso	22
4.1.1. Generación de documento.	22
4.1.2. Recolección de repuestos.	26
4.1.3. Fin de recolección.	26

4.1.4 Envío de repuestos.	28
4.1.5. Transporte de mercancía.	29
4.1.6. Regreso al concesionario.	29
4.2 Diagrama de flujo del proceso de distribución de repuestos.	31
4.3 Definición de requisitos funcionales y no funcionales	32
4.4 Modelamiento de datos	36
4.4.1 Picking	37
4.4.2 Envio	38
4.4.3 Viaje encabezado.	39
4.4.4 Detalle_viaje	40
4.4.5 Mensajeros	41
4.4.6 Tipos_transporte	41
4.5 Implementación de las tablas en la base de datos	42
4.6 Diseño de aplicación	42
4.6.1 Arquitectura del sistema	42
4.6.2 Diseño de Interfaz de Usuario (UI)	42
4.6.3 Experiencia de Usuario (UX)	43
4.7 Desarrollo de la Aplicación	43
4.7.1 Frontend: Implementación con Bootstrap	43
4.8.2 Backend: Implementación con JavaScript	46
4.8.3 Base de Datos: Microsoft SQL Server	46
4.8.4 Firma Digital: Implementación con Signature Pad	47
4.9 Pruebas y Control de Calidad	48
4.9.1 Pruebas Unitarias	48
4.9.2 Pruebas de Integración	49

4.9.3 Pruebas de Rendimiento	49
5. Análisis de resultados	51
6. Conclusiones y recomendaciones	53
Referencias	55
Anexos	57

Lista de tablas

Tabla 1 Requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación	32
Tabla 2 Tabla Picking	38
Tabla 3 Entidad Envío	38
Tabla 4 Viaje encabezado	39
Tabla 5 Detalle viaje	40
Tabla 6 Tabla registro mensajeros	41
Tabla 7 Tabla registro tipos de transporte	41
Tabla 8 Muestra de registros de la aplicación	51
Tabla 9 Muestra de registros de ERP	51

Tabla de Figuras

Figura 1 Módulo de facturación de ERP	22
Figura 2 Representación gráfica de una remisión	23
Figura 3 Generación de un traslado en ERP	24
Figura 4 Representación gráfica de un traslado	25
Figura 5 Evento de Fin de Picking	26
Figura 6 Control de consecutivos	27
Figura 7 Evento de despacho	28
Figura 8 Medición de repuestos	29
Figura 9 Consulta de guías	29
Figura 10 Evento entrega a cliente	30
Figura 11 Diagrama de flujo de proceso logístico	31
Figura 12 Modelo conceptual de base de datos	37
Figura 13 Creación de Tabla SQL	42
Figura 14 Datatable Picking	43
Figura 15 Grillas responsivas, ejemplo en pantalla ancha	44
Figura 16 Grillas responsivas, comportamiento en una pantalla angosta	44
Figura 17 Modal con encabezado de factura	45
Figura 18 Reutilización de modal en proceso de firma	45
Figura 19 Interacción Javascript, PHP, SQL	46
Figura 20 Consulta SQL ejecutada por PHP	47
Figura 21 Ejemplo de implementación de Signature-pad	47
Figura 22 Prueba unitaria del archivo index.html	48
Figura 23 Prueba unitaria del archivo picking.html	48
Figura 24 Parametrización de Jmeter	49

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CRUD	Create, Read, Update y Delete
ERP	Enterprise Resource Planning
Req.	Requisitos

Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo e implementación de una aplicación web para optimizar el flujo logístico en la entrega de repuestos en un concesionario de automóviles del valle de Aburrá. El principal objetivo del proyecto fue reducir el uso de papel y mejorar la eficiencia operativa al automatizar procesos clave mediante la digitalización. La aplicación permitió gestionar de manera más eficiente el despacho de autopartes, integrándose con el sistema ERP existente, lo que garantiza una transición fluida y minimiza errores humanos. Además, contribuyó a la sostenibilidad ambiental al reducir la emisión de CO2 y el uso de recursos naturales. Los resultados obtenidos durante las pruebas evidencian una reducción del 7% en el tiempo de recolección de repuestos y del 21% en el tiempo de despacho; también eliminaron el uso de papel en los procesos documentales. Este proyecto refleja cómo la transformación digital pudo optimizar operaciones logísticas y fomentar prácticas más sostenibles.

Palabras clave: Transformación digital, logística, aplicación web, concesionario, sostenibilidad, ERP.

Abstract

This work presents the development and implementation of a web application to optimize the logistics flow in delivering spare parts at a car dealership in Medellín's metropolitan area. The project's main goal was to reduce paper usage and enhance operational efficiency by automating key processes through digitalization. The application enables efficient spare parts dispatch management and integration with the existing ERP system to ensure a smooth transition and minimize human errors. Additionally, it contributes to environmental sustainability by reducing CO2 emissions and natural resource consumption. Test results show a 7% improvement in collection time and a 21% reduction in dispatch time; also, the use of paper in documentary processes was omitted. This project demonstrates how digital transformation can optimize logistics operations and promote more sustainable practices.

Keywords: Digital transformation, logistics, web application, dealership, sustainability, ERP.

1. Introducción

La distribución de autopartes como unidad de negocio fundamental en la empresa durante sus 73 años de existencia, presenta la necesidad de transformar su ciclo logístico de distribución, con el ánimo de ser más eficientes en procesos y costos, y ser coherentes con las políticas ambientales que han promovido inversiones importantes durante los últimos años buscando reducir la huella de carbono.

El presente proyecto quiere apalancar esta transformación mediante el desarrollo de una aplicación web, reemplazando el papel como pieza fundamental del proceso de distribución, pero sin producir traumas significativos en los procedimientos implementados, por lo que, como punto de partida, será integrado con el ERP adoptado en la operación de la empresa por más de 20 años. Además, este desarrollo tiene como finalidad impactar directamente los factores económico, ambiental y eficiencia operacional, de la siguiente manera:

- Factor económico: el ahorro que se alcanzará será principalmente de omitir la impresión de 40.000 documentos mensuales que acarrearán costos por papel utilizado, por consumo energético de los equipos de impresión que requieren entre 400 y 600 Watts para su funcionamiento y por un rubro de canon de arrendamiento ya que dichos equipos son alquilados.
- Factor ambiental: se estima, (según el software de tracking de impresión de la empresa) que al dejar de imprimir dicha cantidad de documentos se dejarán de emitir 529 Kg de CO₂ a la atmósfera y se salvarán 5 árboles en un promedio mensual.
- Factor eficiencia operacional: se conseguirá suplir las carencias del ERP cuya limitante está en no ofrecer campos normalizados para el seguimiento del flujo y ser altamente sensible a la alteración de datos, blindando un poco la operación ante errores humanos. También se quiere eliminar grandes cantidades de papel que implican almacenamiento y gestión documental. Otra de las ventajas será mayor facilidad para personal operativo,

disminuyendo la necesidad de manejo de herramientas ofimáticas y haciendo más simple la gestión de su trabajo.

Adicionalmente, en este proyecto será implementada una sección de indicadores de gestión basados en las políticas ya existentes de tiempos de respuesta y se entregará una nueva medida que hoy no existe, como lo es el tiempo efectivo de entrega a cliente.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Desarrollar una aplicación web responsiva para la distribución de autopartes, empleando tecnologías web de última generación, con el propósito de optimizar la eficiencia operativa y reducir el impacto ambiental. Esta plataforma se propone automatizar y digitalizar los procesos de gestión de pedidos, con el objetivo de disminuir el tiempo de procesamiento en un 30% y reducir el uso de papel en un 90%. Asimismo, se buscará implementar funcionalidades que permitan reducir los errores humanos y fomentar prácticas sostenibles, contribuyendo a una gestión más eficiente y responsable desde una perspectiva medioambiental.

2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar una aplicación web responsiva y fácil de usar que proporcione una experiencia de usuario fluida y eficiente en múltiples pantallas, realizando investigaciones y análisis de usuarios para comprender sus necesidades y preferencias, para garantizar facilidad en el uso y compatibilidad en todos los dispositivos, fomentando la satisfacción del cliente, la disminución de errores y la mejora en tiempos de respuesta operativa.
- Implementar características que promuevan prácticas sustentables, tales como firmas digitales y funcionalidades de gestión documental, que permitan reducir el impacto ambiental ahorrando un 90% del papel utilizado y disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero asociados a la impresión, propios del proceso actual de distribución de autopartes.
- Realizar pruebas exhaustivas de la aplicación web, implementando un plan de pruebas que incluya pruebas unitarias, de integración, funcionales, y de rendimiento, utilizando escenarios de prueba basados en casos de uso reales, para garantizar la calidad, estabilidad y rendimiento

de la aplicación, asegurando que todas las funcionalidades cumplan con los requisitos y proporcionen una experiencia de usuario óptima.

3. Marco teórico

Una aplicación web es un software que se ejecuta en el navegador web y no necesita ser instalada en el dispositivo, obteniendo de esto practicidad y facilidad para actualizar y mantener. Estas aplicaciones son utilizadas principalmente para intercambiar información y proporcionar servicios de manera remota (Amazon Web Services, 2023); están ampliamente relacionados con el almacenamiento en la nube y suelen guardar toda la información en servidores, almacenando en los equipos clientes solo copias temporales. Dichos servicios pueden ser accedidos desde lugares distantes, requiriendo comúnmente solo un usuario y una contraseña (Gcglobal.org, 2023).

Algunos ejemplos de aplicaciones web en la actualidad son los carritos de compra, la búsqueda y filtrado de productos, las aplicaciones de mensajería instantánea, redes sociales, entre otros (Amazon Web Services, 2023).

3.1 ¿Cómo funcionan las aplicaciones web?

Las aplicaciones web tienen una arquitectura cliente-servidor. Su código se divide en dos componentes: scripts del lado del cliente y scripts del lado del servidor.

3.1.1 Arquitectura del lado del cliente:

Se encarga de la funcionalidad en la interfaz de usuario, como la disposición de elementos, la animación de botones y menús desplegables. Cuando el usuario ingresa al sitio web de la aplicación, el navegador carga el script del lado cliente y renderiza los elementos gráficos y el texto para interacción del usuario. Por ejemplo, este script puede interpretarse como un sitio de noticias, de streaming de video o un formulario que debe ser enviado. En este último caso, un clic sobre el botón enviar constituye una petición al servidor.

3.1.2 Arquitectura del lado del servidor:

El script del lado del servidor se encarga del procesamiento de datos. El servidor de la aplicación procesa las solicitudes y envía una respuesta de vuelta. Las solicitudes pueden ser obtener más datos, editar o guardar información, realizar cálculos, etc. (Amazon Web Services, 2023).

3.2 ¿Cuál es la diferencia entre una aplicación web y una página web?

Las páginas web son más estáticas, se enfocan principalmente en proporcionar contenido al usuario. Está compuesta principalmente por texto, imágenes y enlaces, su propósito principal es informar.

Las aplicaciones web, por otro lado, son más dinámicas y permiten la interacción del usuario, se comportan como software tradicional, pero se ejecutan en el navegador. Estas aplicaciones ofrecen una amplia gama de funcionalidades, como gestión de correos electrónicos, documentos en línea o banca electrónica, etc. (Platzi, 2023).

3.3 Tecnologías en el desarrollo de aplicaciones web.

Para hablar un poco de las tecnologías actuales en el desarrollo de aplicaciones web es preciso hablar de los siguientes conceptos, frontend, backend, framework.

3.3.1 Frontend: es la parte visible de la plataforma, donde los usuarios visualizan e interactúan con el contenido (ILERNA, 2023), algunas de las tecnologías ligadas al frontend son:

3.3.1.1 HTML: el lenguaje de marcado de hipertexto. Consiste en marcas basadas en etiquetas, que, siguiendo una serie de reglas otorgan la estructura básica del sitio a desarrollar (Bambu Mobile, 2023).

3.3.1.2 CSS: hojas de estilo en cascada. Indican el aspecto visual de las estructuras HTML, proporciona la guía de estilos y el diseño de la aplicación web (ILERNA, 2023).

3.3.1.3 JavaScript: es un lenguaje de programación multiplataforma que proporciona interactividad y dinamismo a los sitios, como animaciones y cambios en elementos en tiempo real sin necesidad de recargar el sitio.

3.3.2 El backend: es la parte que el usuario no ve, pero que se encarga del funcionamiento de la lógica que conforma al sitio web. Algunas de las tecnologías involucradas al backend son:

3.3.2.1 PHP: Se utiliza principalmente para la comunicación de un sitio web con un servidor de datos. Gracias a esto es posible crear contenido dinámico acoplando bases de datos como MySQL y HTML.

3.3.2.2 Python: es una tecnología sencilla pero potente, de fácil sintaxis y gran cantidad de librerías que la convierten en una de las más utilizadas en la actualidad.

3.3.2.3 Java: se utiliza para ejecutar software de Java en el lado del servidor, esto en plataformas empresariales de gran nivel.

3.3.3 Framework: son herramientas y librerías de código ya escrito, que son utilizados por los desarrolladores para evitar tareas rutinarias (ILERNA, 2023), en otras palabras, son aportaciones de librerías y funcionalidades ya creadas que permiten al desarrollador enfocarse en los problemas a resolver (De Dios, 2023). Algunos de los más utilizados actualmente son:

3.3.3.1 Angular: usa HTML para crear interfaces de usuario y es compatible con las últimas versiones de los navegadores actuales.

3.3.3.2 React: escrita en JavaScript, se utiliza principalmente para el frontend.

3.3.3.3 Vue.JS: al igual que React, utiliza JavaScript enfocado al frontend.

3.3.3.4 NodeJS: es la tecnología de JavaScript que ha evolucionado para trabajar en la parte de backend.

3.3.3.5 Laravel: de código abierto, se utiliza para desarrollar de forma simple aplicaciones y servicios web usando PHP (ILERNA, 2023; Bambu Mobile, 2023).

3.4 Bases de datos

Es un conjunto de datos estructurado, almacenado de manera sistemática, que pertenecen a un mismo entorno y son recogidos para ser utilizados en cualquier momento. La principal función es permitir almacenar datos y tenerlos accesibles para cuando sean necesitados. Existen algunas bases de datos ampliamente utilizadas para programación como lo son MySQL y Mongo BD (ILERNA, 2023).

3.5 Uso de aplicaciones web en procesos logísticos.

La búsqueda de la automatización y optimización de procesos, hacen de las aplicaciones de logística herramientas clave en la actualidad. El control y seguimiento de todas las fases de la cadena de suministro puede ser un trabajo tedioso debido a procedimientos complejos o altos volúmenes a procesar, esto sumado a la necesidad de las empresas de ser más ágiles y eficientes en un mercado globalizado (Vailos, 2023). Investigaciones de Oracle sobre la importancia del software de las empresas arrojan relevantes cifras sobre el impacto que tiene la implementación de tecnología en sus procesos logísticos, a continuación, se presentan algunas:

- 4 El 35% de las empresas que implementan tecnologías para el control de la cadena de suministro, logra mejorar la satisfacción de sus clientes.
- 5 El 40% logra acelerar sus ciclos logísticos.
- 6 El 82% logra aumentar las entregas rápidas y puntuales (DispatchTrack, 2020; Oracle, 2023).

Adicional a esto la integración de una aplicación en logística, entiéndase integración como el proceso de conectar diferentes sistemas y software para trabajar de manera conjunta (Vailos, 2023),

aporta beneficios a los procesos internos de la empresa que van ligados a la cadena de suministro (DispatchTrack, 2019), algunos de estos beneficios son:

- Optimización del seguimiento en la entrega de mercancía.
- Mejora en transparencia y claridad que se traduce en satisfacción del cliente, al ofrecer la posibilidad de seguimiento en tiempo real de su producto.
- Reducción del tiempo dedicado a tareas manuales, disminución de errores humanos y minimizar el desperdicio de recursos.
- Rápida detección y corrección de errores (Vailos, 2023).

3.6 Desafíos de la implementación de software en el proceso logístico.

El proceso de integración de software en el proceso logístico puede presentar importantes desafíos.

- Costos de implementación: la adopción de aplicaciones web y tecnologías de automatización pueden significar una inversión importante para la empresa. La solución debe ser evaluada cuidadosamente ya que el retorno de inversión se verá reflejado a largo plazo en términos de ahorro y mejoras operativas (Gómez. 2023; Fulfillment Hub USA, 2023).
- Integración de sistemas: las empresas suelen contar con sistemas de inventarios y pedidos, es importante que la integración con dichos sistemas sea eficiente y funcione de manera cohesionada, esto evitará problemas de compatibilidad (Gómez. 2023; Fulfillment Hub USA, 2023).
- Capacitación y adopción del sistema: la capacitación exhaustiva en el uso del sistema, así como un diseño funcional e intuitivo, es fundamental para su adopción, ya que la resistencia al cambio supone un obstáculo a superar (Gómez. 2023; Fulfillment Hub USA, 2023).

-
- Gestión de los datos: el sistema debe estar en la capacidad de gestionar grandes volúmenes de datos con el fin de proporcionar informes precisos y actualizados sobre el rendimiento y la eficiencia de la cadena de suministro, además, es preciso mencionar que los datos deben ser almacenados de manera tal que estén seguros contra las diferentes amenazas cibernéticas (Fulfillment Hub USA, 2023).

3.7 Mejores prácticas en la automatización de procesos logísticos

Para el máximo aprovechamiento de la implementación de aplicaciones web en procesos logísticos es necesario seguir algunas buenas prácticas:

- Identificar los procesos clave que han de ser impactados: enfoque en los procesos más críticos, los que tienen un alto valor en la eficiencia y los costos.
- Escalabilidad: la solución debe ser escalable y tener la posibilidad de crecer y adaptarse a nuevas integraciones y tendencias tales como IOT, aprendizaje automático, big data, etc.
- Seguridad de los datos: asegurar la aplicación web de manera que los datos estén seguros.
- Monitoreo y evaluación constante: realizar un seguimiento constante del rendimiento en búsqueda de oportunidades de mejora, realizar los ajustes pertinentes para garantizar que el proceso logístico, de cara a la aplicación web, sea óptimo (Gómez, 2023).

4. Metodología

4.1 Descripción del proceso

4.1.1. Generación de documento.

El proceso logístico de envío de repuestos comienza con la generación de un documento en el ERP que implica un movimiento de inventario, este documento puede tener 2 naturalezas, traslados y facturas.

- Generación de una factura: la generación de una factura lleva consigo varios pasos, inicialmente la selección del cliente y su dirección, la elección de bodega donde se origina la venta, diligenciamiento de un campo opcional de notas donde se puede agregar información que debe ser tenida en cuenta por parte del personal logístico y finaliza con agregar los artículos que van a ser vendidos a una parrilla como se muestra en la **Figura 1**.

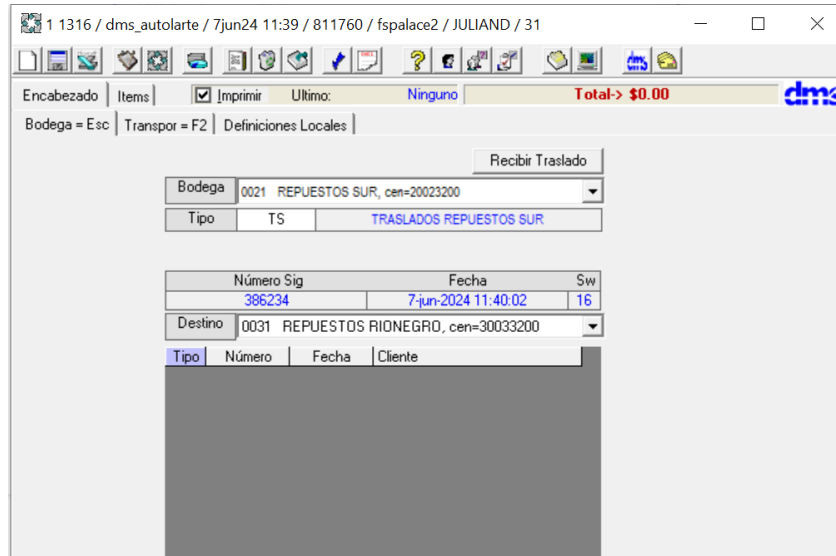
Figura 1

Módulo de facturación de ERP

Código	Descripción	Cantidad	U/M	Valor Unitario	% 1	% 2	% 3	% Iva	Valor Total+Iva	Adicional	Lotes?	Est	C/Pedida	Inv.
88863336	BLOQ_GM_REFRIGERANTE	1	LIND	\$57.086.72				19	\$67.933.20					5

Luego de generada la factura se produce la representación gráfica de una remisión.

Figura 3
Generación de un traslado en ERP



Luego de cargar los ítems y generar el documento se produce una representación gráfica.

Figura 4
Representación gráfica de un traslado

AUTOLARTE S.A.S		TRASLADOS REPUESTOS SUR		TS	386234
Bodega Origen : 21				Doc. Ref:	
TS386234				Fecha documento	jun./7/2024 11:50:00AM
				Fecha Impresión:	jun./7/2024 11:50:06
				Rombo:	
Nit: 890900081		Vehiculo En La Orden:			
Cliente: AUTOLARTE S.A.S		Fecha Recibido:			
Dirección: CRA. 50 No 32 - 16		Ciudad: MEDELLIN			
Teléfono: 448545		Vendedor: BODEGA 52 SOLOCHEVROLET BARRIO TRISTE 2			
Orden:		Bodega:		Bodega Origen: 21	
nit 901449760					
Cordialmente					

Adicional	Referencia	Alterno	Descripcion	Ubicacion	Cant.	Iva	DctoDcto 2 ABC	Vr. Unidad	V. Total
	25195785		KIT FILTRO ACEITE	2042 LA C0	1.0	19	0 A	\$28,268	\$33,639

	Subtotal	Descuento	IVA	VALOR TOTAL
	28,268			\$ 28,268
	Bodeguero: _____		Transportador: _____	Conteo de Ítem: 1
	Despachador: _____		Recepcion Destino: _____	

Total Referencias: 1
Total Item: 1

En la representación gráfica del traslado que se muestra en la **Figura 4** nos encontramos con una información muy similar a la factura, cabe resaltar que en este caso la bodega destino se identifica como “Vendedor:”.

De cada uno de los documentos generados se imprimen 2 copias, una de ellas para realizar la recolección de todas las firmas del proceso y la otra para que el cliente la conserve.

4.1.2. Recolección de repuestos.

En este paso, luego de generado el documento se realiza el proceso de recolección de la hoja impresa, clasificación del documento y validación de la información del campo notas para validar el destino del documento que puede ser entregado localmente en la ventanilla, enviado a zona metropolitana o remitido a algún destino nacional. Posteriormente se realiza la recolección de los repuestos que están listados y se llevan a la zona respectiva.

4.1.3. Fin de recolección.

Cuando se termina la recolección de los repuestos y se llevan a su primer destino, se firma el documento físico en el apartado de “Bodeguero” y se ingresa esta información en el módulo 2005 del ERP, bajo un evento denominado “Fin de picking”, para una mejor comprensión remitirse a la **Figura 5** a continuación.

Figura 5
Evento de Fin de Picking

2005 / dms_autolarte / 1jul24 19:22 / 80308 / fspalace2 / JULIAND / 42

F1 F2 F3 F4 F5 F8 Permisos

Vehículo * MEDICION TIEMPO REPUESTOS Maestro

Evento ***FIN PICKING 285 + Nuevo

Fecha viernes, 7 de junio de 2024 Hora 19:23

Tercero AGUDELO BLANDON JULIAN DAVID 1042769792

Blindado Convertido a GAS

Conf. Ingreso Documental NIIF

Notas

TS388234

Imprimir medicion_repuestos.rpt Ver

Importar Eventos Actualizar Eliminar

- En el campo “Vehículo” se utiliza * como identificación “comodín” y debe ser ingresada manualmente, esto se debe a que el módulo está optimizado para dar eventos informativos a vehículos existentes del sistema y no al proceso logístico.

- El evento “*** FIN DE PICKING 285” debe ser seleccionado de manera manual dentro del listado disponible, esta disponibilidad está sujeta a los permisos que el usuario tenga dentro del sistema.
- La fecha no debe ser ingresada manualmente, aparece en todo momento como el tiempo actual, pero es susceptible a modificaciones.
- Se ingresa de forma manual la cédula de quien realiza el fin de picking, esto para efectos de relacionamiento en los informes de gestión.
- En el campo Notas se digita el documento gestionado, se escribe el tipo y el número de documento y la sintaxis debe ser respetada con rigor ya que un fallo puede ocasionar un error o un vacío de información en el archivo de control.

Paralelamente a hacer recolección, firmar la hoja física y registrar la información cuidadosamente, en el sistema debe ser llenado un formulario de control de consecutivos que es impreso para efectos de control.

Figura 6
Control de consecutivos

TS	DESTINO	PICKING BODEGUERO
187-156		
187-157		
187-158		
187-159		
187-160		
187-161		
187-162		
187-163		
187-164		
187-165		
187-166		
187-167		

El control de consecutivos en la **Figura 6** tiene como finalidad garantizar que todos los documentos dentro de un rango de numeración sean debidamente gestionados.

4.1.4 Envío de repuestos.

- En la cuarta etapa se realiza el embalaje, la firma de documento por parte del despachador y posterior envío. Debe validarse la disponibilidad de mensajeros y se procede a registrar la información nuevamente en el módulo 2005 del ERP.

Figura 7
Evento de despacho

The screenshot shows a web application window titled '2005 / dms_autolarte / 1jul24 19:22 / 80308 / fspalace2 / JULIAND / 42'. The main form is titled 'MEDICION TIEMPO REPUESTOS'. It contains the following elements:

- Vehículo *:** A dropdown menu with the text 'MEDICION TIEMPO REPUESTOS' and a 'Maestro' button to its right.
- Evento:** A dropdown menu with the value '***DESPACHO 310' and a '+' button to its right, and a 'Nuevo' button below it.
- Fecha:** A date selector showing 'lunes, 1 de julio de 2024' and a 'Hora' field showing '20:14'.
- Tercero:** An empty text input field.
- Blindado:** A checkbox that is currently unchecked.
- Convertido a GAS:** A checkbox that is currently unchecked.
- Conf. Ingreso Documental NIIF:** A button located below the checkboxes.
- Notas:** A text area containing the text 'TS3862324'.
- Imprimir:** A checkbox that is currently unchecked, with the filename 'medicion_repuestos.rpt' next to it.
- Ver:** A checkbox that is currently unchecked.
- Importar Eventos:** A button with a document icon.
- Actualizar:** A button with a refresh icon.
- Eliminar:** A button with a trash can icon.

La **Figura 7** nos muestra que en este caso se utiliza nuevamente el vehículo comodín * y se llenan nuevamente de forma manual la información del evento, la cédula del mensajero, la fecha permanece invariante y conserva la susceptibilidad a modificaciones, nuevamente se debe digitar con mucho cuidado el documento a ser enviado para evitar errores y faltas de información.

El control de documentos se ejerce mediante el archivo “Medición de Repuestos”, es en este archivo donde pueden producirse bloqueos en la consulta a la base de datos o huecos en los registros por falta de emparejamiento debido a errores de digitación.

Figura 8
Medición de repuestos

Parametro	Fecha_factura	Usuario_Factura	Fecha_Fin_Picking	Usuario_Pcking	causal_fp	Ciclo_Primer	Fecha_Despacho	Usuario_Despacho
RS2394483	6/1/24 8:04 AM	CRISTIANM	6/1/24 8:30 AM	GOMEZ CRISTIAN CAMILO	26	6/1/24 8:31 AM	ALONSOZ	
RS2394484	6/1/24 8:21 AM	CRISTIANM	6/1/24 8:24 AM	BERMUDEZ GONZALES JUAN CARLOS	3	6/1/24 8:25 AM	ALONSOZ	
RS2394485	6/1/24 8:22 AM	CRISTIANM	6/1/24 8:24 AM	BERMUDEZ GONZALES JUAN CARLOS	2	6/1/24 8:25 AM	ALONSOZ	
RS2394486	6/1/24 8:33 AM	INGRITM	6/1/24 8:37 AM	GOMEZ CRISTIAN CAMILO	4	6/1/24 8:38 AM	ALONSOZ	
RS2394487	6/1/24 8:47 AM	ADRIANAC	6/1/24 8:50 AM	GOMEZ CRISTIAN CAMILO	3	6/1/24 8:51 AM	ALONSOZ	
RS2394488	6/1/24 8:49 AM	RAFAELP	6/1/24 8:52 AM	GOMEZ CRISTIAN CAMILO	3	6/1/24 8:53 AM	ALONSOZ	
RS2394488	6/1/24 8:49 AM	RAFAELP	6/1/24 8:52 AM	GOMEZ CRISTIAN CAMILO	3	6/1/24 8:53 AM	ALONSOZ	

La **Figura 8** ilustra el archivo mencionado, este archivo funciona con una conexión a base de datos y es constantemente actualizado, el manejo es netamente con la utilización de filtros, siendo inconveniente para las personas con poco manejo ofimático.

- Cuando los envíos se realizan a ciudades fuera de la zona metropolitana se utiliza el servicio de transportadora, esto requiere la diligencia adicional por parte del despachador de un archivo de “Consulta de guías”, esto para efectos de trazabilidad y seguimiento del pedido por parte de los asesores comerciales, personal de bodega o el cliente mismo.

Figura 9
Consulta de guías

TIPO DE DOCUMENTO	# DE DOC.	GUIA	FECHA DESPACHO	DESTINATARIO	CIUDAD	OBSERVACION
RS2	281628	386142220	12/06/17	COUNTRY MOTOR	SINCELEJO	
RS2	281602	386142227	12/06/07	CODIESEL	BUCARAMANGA	
RS2	281957	386142296	16/06/07	INTERNACIONAL DE VEHICULOS	BOGOTA	
DRCP	6113	379780022	29/04/14	COMERCIALIZADORA HOMAZ	PEREIRA	
RS2	278488	379780023	29/04/14	INTERNACIONAL DE VEHICULOS	BOGOTA	
RS2	278505	379780024	29/04/14	AUTOPACIFICO	CALI	
RS2	278504	379780025	29/04/14	CODIESEL	BUCARAMANGA	
RS2	278545	379780026	29/04/14	CASA RESTREPO	MANIZALES	RTO MARCAI
TS	235483	379780027	29/04/14	SOLO CHEVROLET	BOGOTA	
TS	235485	379780027	29/04/14	SOLO CHEVROLET	BOGOTA	
SCHR	272546	379780028	29/04/14	YURLEDISON ARENAS	BARRANCABERMEJA	
RS2	278565	379780029	29/04/14	SOMOS CHEVROLET	SINCELEJO	
RS2	278527	379780030	29/04/14	IMPORTADORA CELESTE	PEREIRA	

4.1.5. Transporte de mercancía.

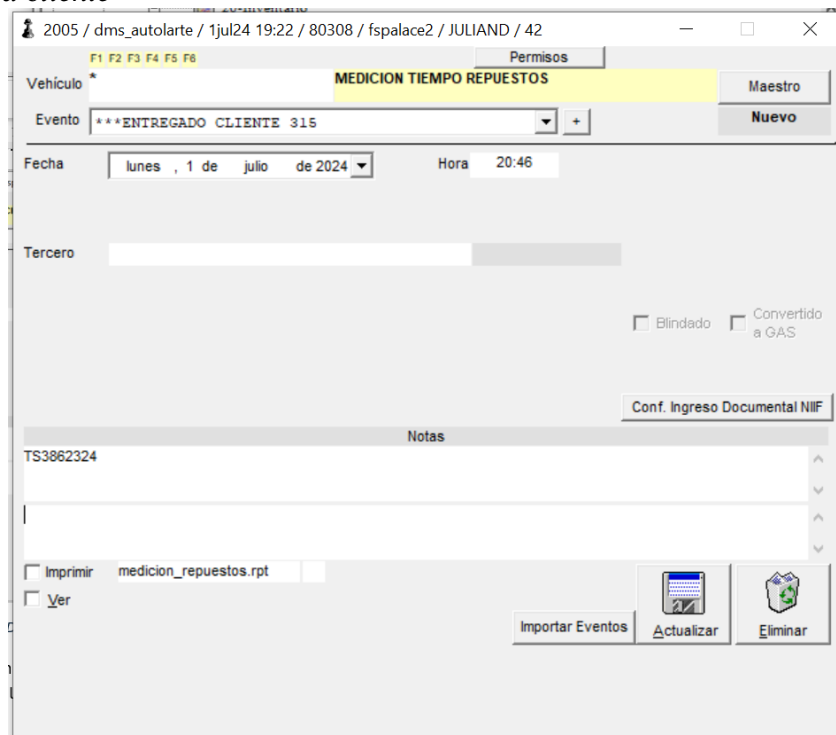
En esta etapa, el mensajero firma el documento inicial en el apartado de “Transportador” y el producto es llevado hacia su destino. Cuando el producto es recibido a satisfacción por parte del cliente se diligencia por parte de éste la firma de “Recepción destino” y regresa al concesionario. Una variante del proceso contempla la cobranza por parte del transportador cuando el tipo de pago es de contado.

4.1.6. Regreso al concesionario.

Cuando el mensajero llega del domicilio y recibió un pago de contado debe dirigirse a la caja de recaudo y registrar este cobro a nombre del cliente.

Cuando la venta es a crédito o cuando ya se realizó el proceso en la caja se dirigen nuevamente a la zona de despachos y allí se registra un nuevo evento en el módulo 2005 llamado “*** ENTREGADO CLIENTE 315”. Este registra la información de forma similar a los otros eventos y termina el flujo de envío de repuestos.

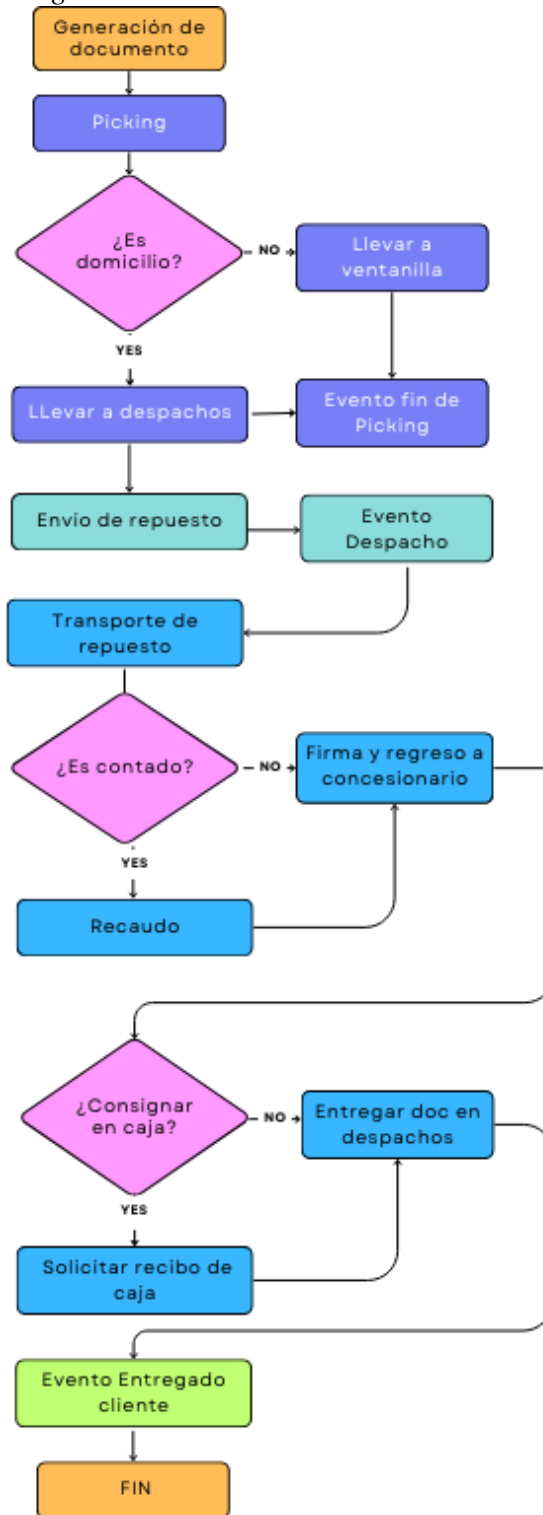
Figura 10
Evento entrega a cliente



4.2 Diagrama de flujo del proceso de distribución de repuestos.

Figura 11

Diagrama de flujo de proceso logístico



La anterior figura (**Figura 11**), describe el ciclo logístico que sigue un repuesto mediante un diagrama de flujo.

4.3 Definición de requisitos funcionales y no funcionales

A continuación, se hará un análisis de cada una de las etapas buscando extraer los datos y funcionalidades relevantes tratando de establecer los principales requisitos funcionales y no funcionales, así mismo las entidades a utilizar en la estructura de datos.

Tabla 1

Requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación

	Información/Característica	Req. Funcional	Req. no funcional
4.1.1 - Generación de documento	Impresión de documento		Flujo automático de documentos a separar para sustituir impresión
			Tiempo transcurrido de generación de documento
	Cliente		Visualización sencilla de la información relevante de los documentos.
	Vendedor		
	¿Es domicilio?		
	Dirección		
	¿Es contado?		
Notas			
4.1.2 - Picking	Selección de documento	Fácil selección de documento a despachar - Esto evita posibles	

		errores de digitación.	
	Cliente		Visualización de encabezado de documento para toma de decisiones.
	Vendedor		
	¿Es domicilio?		
	Dirección		
	¿Es contado?		
	Notas		
	¿Otra ciudad?	Check de envío a otra ciudad para control	
4.1.3 - fin de Picking		Botón fin de picking	
	Ingreso de nombre	Campo de ingreso de identificación	
	Firma	Campo de firma para fin de picking	
			Cuando se produce fin de Picking el documento desaparece del listado inicial a gestionar.
4.1.4 - Envío de repuestos	Documento separado		Flujo automático de documentos a despachar luego de la separación - Esto evita posibles errores de digitación.

		Tiempo transcurrido de separación de documento
Cliente		Visualización sencilla de la información relevante de los documentos.
Vendedor		
Dirección		
¿Es contado?		
Notas		
Selección de transportador		
Ingreso de nombre	Ingreso de información del transportador	
Ingreso de varios documentos a transportar en un solo viaje	Botón envío de mercancía estilo carrito de compras para facilitar envío de múltiples documentos	
Identificación	Campo de ingreso de identificación	
Firma	Campo de firma para envío	
Flujo de documentos		Cuando se produce envío desaparece del listado de documentos a enviar.

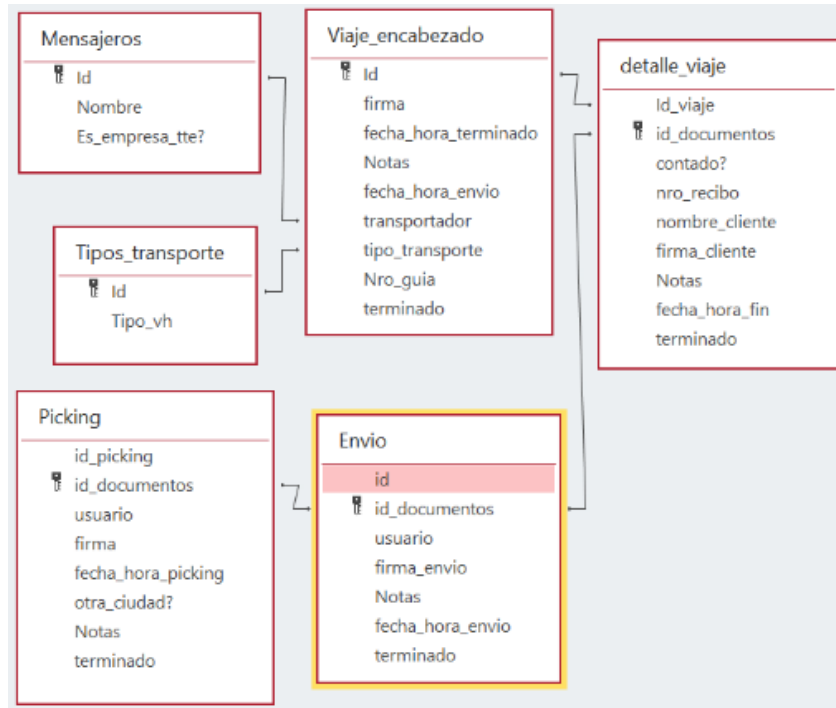
4.1.5 - Transporte de mercancía	Documentos transportados		Información de el/los pedidos a entregar
	Selección de documento a entregar	Botón de selección - Esto evita posibles errores de digitación.	
	Flujo de documentos		Cuando se entrega documento desaparece del listado
	Cliente		Visualización sencilla de la información relevante de los documentos.
	Vendedor		
	Dirección		
	¿Es contado?		
Notas			
Firma de cliente	Campo de firma de cliente		
4.1.6 - Consignación y fin de flujo	¿Es consignación?	Campo de enlace de recibo de caja	
	Fin de entrega	Botón de fin de entrega	
	Firma de transportador	Campo de firma de transportador	
Fecha no modificable en ingreso de eventos	Procesos paralelos a todos los pasos		Cuando se haga un registro la fecha no podrá ser alterada.

<p>Nueva funcionalidad - Recepción de documentos traslados</p>	<p>Documentos para recibir</p>		<p>Listado de documentos a recibir, se liberan cuando se hace el paso 5 en caso de un traslado de zona metropolitana, en caso de traslado con transportadora habrá una nueva sección para esta recepción.</p>
<p>Funcionalidad - Representación gráfica con firmas</p>		<p>Mostrar el documento con las firmas para efectos de trazabilidad</p>	

4.4 Modelamiento de datos

A partir de esta documentación podemos comenzar un modelamiento de datos que permita almacenar la información que va a ser recopilada durante las distintas etapas del proceso, por este motivo, para identificar las entidades, atributos y relaciones a ser utilizadas se utilizó un diagrama Entidad-Relación, arrojando el siguiente resultado:

Figura 12
Modelo conceptual de base de datos



En la **Figura 12** se aprecian las siguientes entidades:

- Picking
- Envio
- Viaje_encabezado
- Detalle_viaje
- Mensajeros
- Tipos_transporte

Que corresponden, de modo general a las etapas descritas al inicio de este documento, sus atributos responden a la información que actualmente se diligencia o que por una nueva funcionalidad ha de ser almacenada.

4.4.1 Picking

Esta entidad contiene los datos relacionados al segundo y tercer paso, la información que se registra se puede verificar en la **Figura 5**.

Tabla 2

Tabla Picking

Atributo	Descripción	Manipulable
id_picking	Identificador de la tabla.	No
id_documentos	Este campo se genera en una tabla llamada “documentos” que es utilizada por el ERP para almacenar todos los documentos que se generan, es un identificador único de cada documento. Lo utilizaremos como atributo de varias entidades para identificar los estados del proceso.	No
usuario	Almacena la información del usuario que realiza el picking, es análogo a la CC que se ingresa en el módulo 2005.	Si
firma	Campo para firmar posterior a fin de picking	Si
fecha_hora_picking	Almacena la hora de fin de picking.	No
otra_ciudad	Check de envío a otra ciudad para control	Si
Notas	Este campo se integra para registrar movimientos inusuales como repuestos que requieren de traslado de otras bodegas o que están perdidos en bodega.	Si
terminado	Es un campo tipo flag que servirá para control.	No

La **Tabla 2** nos muestra la información que será recopilada en el proceso de recolección.

4.4.2 Envío

En la **Tabla 3** mostrada a continuación se maneja la información relacionada al numeral **4.1.4** de Envío de repuestos y se ingresa la información registrada en la **Figura 7**.

Tabla 3

Entidad Envío

Atributo	Descripción	Manipulable
id	Identificador de la tabla.	No

id_documentos	Este campo se genera en una tabla llamada “documentos” que es utilizada por el ERP para almacenar todos los documentos que se generan, es un identificador único de cada documento. Lo utilizaremos como atributo de varias entidades para identificar los estados del proceso.	No
fecha_hora_envio	Hora en la que se programa el envío	No
usuario	Almacena la información del usuario que realiza el despacho, es análogo a la CC que se ingresa en el módulo 2005.	Si
firma_envio	Campo para firmar el envío, aparecerá en el reporte gráfico	Si
Notas	Campo para registrar sucesos especiales para el envío	Si
terminado	Es un campo tipo flag que servirá para control.	No

4.4.3 Viaje encabezado.

Esta entidad registra las tareas del transportador, es un intermedio entre el paso **4.1.5** y **4.1.6**, es decir, allí aparecen los viajes en curso y el/los documento(s) a entregar y la acción de finalizar la tarea cuando entregue todos los documentos, pero se agregan datos adicionales como la transportadora a usar y la guía generada en caso de que el repuesto viaje a otra ciudad.

Tabla 4

Viaje encabezado

Atributo	Descripción	Manipulable
id	Identificador de la tabla, también id de viaje	No
firma	Campo para registrar la firma del transportador cuando termine la entrega, se incluirá en el reporte.	Si
fecha_hora_terminado	Fecha - hora de la finalización del viaje.	No
Notas	Campo para registrar notas en caso de ser necesarias.	Si
terminado	Es un campo tipo flag que servirá para control.	No
fecha_hora_envio	Hora en la que se programa el envío	No

transportador	Campo para ingresar al transportador del pedido.	Si
tipo_transporte	Campo para tipificar el tipo de vehiculo a utilizar.	Si
Nro_guia	En caso de ser un envío nacional se ingresa el número de guia de transportadora.	Si

4.4.4 Detalle_viaje

Contiene la información detallada del viaje registrado en la entidad anterior, la funcionalidad principal es discriminar los documentos registrados en el viaje e ingresar la información diferenciada de cada uno de ellos como la firma de los clientes al recibir el pedido o el recibo de caja asociado a la consignación que realiza el transportador. Es también un intermedio entre los pasos 4.1.5 y 4.1.6.

Tabla 5

Detalle viaje

Atributo	Descripción	Manipulable
Id_viaje	Identificador de viaje	No
id_documentos	Se ingresa el idetificador de documento para obtener la información de la entrega en la vista del mensajero.	No
contado?	Es un campo que servirá para alertar el cobro del pedido en la entrega.	No
nro_recibo	En caso de consignar dinero en caja este consulta, pedirá que se confirme el recibo para finalizar la entrefa.	Si
nombre_cliente	Nombre de cliente que recibe.	Si
firma_cliente	Firma de cliente para agregar al reporte.	Si
Notas	Campo para posibles notas.	Si
fecha_hora_fin	Fecha - hora de cada uno de los documentos del viaje.	Si
terminado	Es un campo tipo flag que servirá para control.	No

Las **Tablas 4** y **5** almacenan la información de cada viaje y el detalle, respectivamente, con su trámite se finaliza el flujo logístico.

4.4.5 Mensajeros

Es una nueva herramienta de administración, esta tabla es para registrar los transportadores que muchas veces no están creados en el ERP o son ocasionales y su proceso de creación puede ser tedioso.

Tabla 6

Tabla registro mensajeros

Atributo	Descripción	Manipulable
Id	Identificación de los mensajeros.	Si
Nombre	Nombre de los mensajeros.	Si
Es_empresa_tte?	Campo de validación de transportadora para flexibilizar la información a ingresar.	Si

4.4.6 Tipos transporte

Como la entidad anterior, es una tabla de administración de los tipos de transporte.

Tabla 7

Tabla registro tipos de transporte

Atributo	Descripción	Manipulable
Id	Identificador de tabla.	Si
Tipo_vh	Tipo de vehículo que va a transportar, puede ser motocicleta, camión, Van, etc.	Si

Las **tablas 6** y **7** fueron concebidas con el ideal de agregar escalabilidad al sistema, dando la opción a los usuarios administradores del proceso de agregar nuevas personas o nuevos tipos de transporte a la plataforma.

4.5 Implementación de las tablas en la base de datos

Se implementan las tablas en la base de datos, se presenta en la **Figura 13** a continuación un ejemplo de implementación de una de las tablas.

Figura 13

Creación de Tabla SQL

```
USE [dms_autolarte]
GO

SET ANSI_NULLS ON
GO

SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO

CREATE TABLE [dbo].[t__picking](
    [id_picking] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    [id_documentos] [int] NOT NULL,
    [usuario] [varchar](10) NULL,
    [firma] [varchar](max) NULL,
    [fecha_hora_picking] [datetime] NULL,
    [otra_ciudad] [bit] NULL,
    [Notas] [varchar](50) NULL,
    [terminado] [bit] NULL,
    PRIMARY KEY CLUSTERED
    (
        [id_picking] ASC
    )WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY = OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON,
    ALLOW_PAGE_LOCKS = ON, FILLFACTOR = 90, OPTIMIZE_FOR_SEQUENTIAL_KEY = OFF) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY] TEXTIMAGE_ON [PRIMARY]
GO
```

4.6 Diseño de aplicación

A continuación, se describe el proceso de desarrollo de aplicación buscando satisfacer la necesidad de facilidad, gestión documental y características responsivas que la hicieran compatible con múltiples dispositivos.

4.6.1 Arquitectura del sistema

La arquitectura adoptada es de tipo cliente-servidor, con el backend basado en **JavaScript** y **PHP** gestionando la lógica de negocio y el frontend construido con **Bootstrap** para garantizar la compatibilidad entre dispositivos. La base de datos **SQL** almacena los datos de la operación.

4.6.2 Diseño de Interfaz de Usuario (UI)

Se utilizó una plantilla open source llamada AdminLTE para establecer un flujo intuitivo, asegurando que la interfaz sea fácil de usar para usuarios con diferentes niveles de habilidad técnica. Bootstrap permite que el diseño sea completamente adaptable a múltiples tamaños de pantalla (móvil, 42ignat, escritorio).

4.6.3 Experiencia de Usuario (UX)

Durante el diseño, se llevaron a cabo pruebas de usabilidad con usuarios principales, lo que ayudó a reducir la complejidad del proceso de pedidos, disminuyendo la cantidad de clics necesarios para completar acciones clave. El objetivo era ofrecer una experiencia rápida y eficiente que contribuya a una mayor satisfacción del cliente.

4.7 Desarrollo de la Aplicación

4.7.1 Frontend: Implementación con Bootstrap

Bootstrap se utilizó como el framework CSS para desarrollar una interfaz web responsiva que se adapta fácilmente a diferentes dispositivos. Algunas de las características clave implementadas en el frontend son:

4.7.1.1 Datatables

Es una biblioteca de Javascript que sirve para mejorar tablas HTML, agrega características avanzadas como búsqueda, paginación y ordenamiento, agregando interactividad al sistema.

Figura 14
Datatable Picking



Documento	Cliente	Vendedor	Acción
RS2-397431	AYURA MOTOR SA.	GOMEZ HECTOR	Picking
RS2-397432	RIOS ALVAREZ LINA MARIA	MOLINA ZULETA MARLON ESTIVEN	Picking
RS2-397433	PINO RIOS IVAN DE JESUS	MOLINA ZULETA MARLON ESTIVEN	Picking

La **Figura 14** nos muestra como una tabla HTML adquiere funciones avanzadas buscando la comodidad para el usuario en la gestión de la información.

4.7.1.2 Grillas responsivas

El sistema de grillas de Bootstrap asegura que el contenido se distribuya de manera adecuada en pantallas de diferentes tamaños.

Figura 15
Grillas responsivas, ejemplo en pantalla ancha

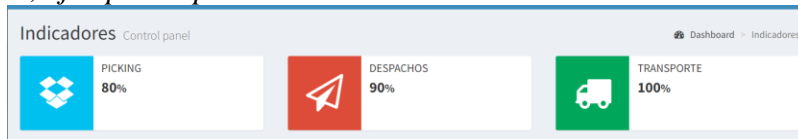
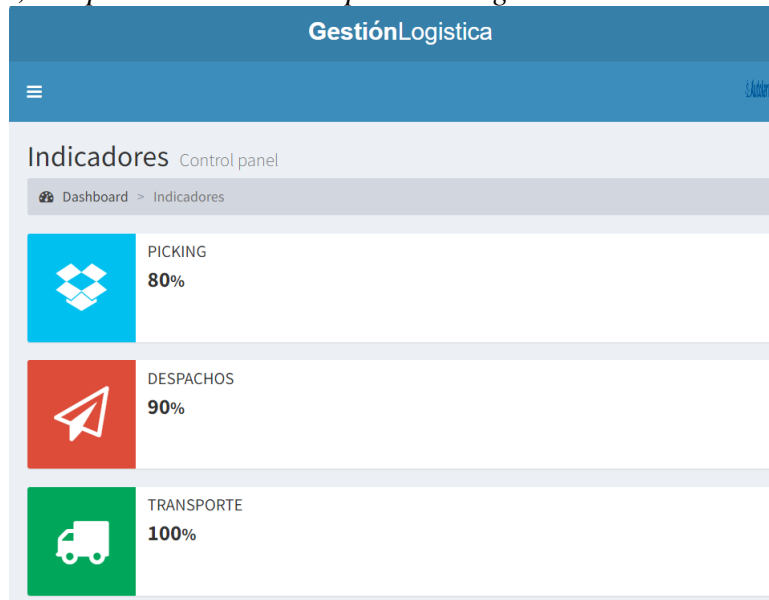


Figura 16
Grillas responsivas, comportamiento en una pantalla angosta



Las **Figuras 15** y **16** nos muestran el comportamiento en la distribución de los elementos de la pantalla cuando son visualizados en una pantalla ancha como la de un computador o cuando son visualizados en una pantalla angosta como un celular.

4.7.1.3 Componentes reutilizables

Se implementaron botones, formularios, y modales que facilitan la interacción del usuario con el sistema, lo que agiliza el proceso de gestión de pedidos.

Figura 17
Modal con encabezado de factura

The screenshot shows a modal window titled "FIN DE PICKING" with a close button (X) in the top right corner. The main content area is a form with a header section titled "Encabezado". The form contains the following fields and values:

- RS2-397432 (ID)
- Nit: 43838296
- Dirección: CLL 46 # 46C SUR - 100
- Fec. Doc: 2024-09-10 00:00:00
- Nombre: RIOS ALVAREZ LINA MARIA
- Ciudad: ENVIGADO
- ¿Solo remision? (checkbox)
- Razón:
- Vendedor: MOLINA ZULETA MARLON E
- ¿Otra ciudad? (checkbox)
- Notas: MOSTRADOR

Below the header section are two sections: "Detalle" and "Firma". At the bottom of the modal, there are two buttons: "Cerrar" (Close) on the left and "Registrar" (Register) on the right.

Figura 18
Reutilización de modal en proceso de firma

The screenshot shows the same "FIN DE PICKING" modal window, but now the "Firma" section is active. The "Encabezado" and "Detalle" sections are collapsed. The "Firma" section contains a form with the following elements:

- A label "Nombre de quien firma:" followed by an input field.
- A large empty rectangular box for the signature.
- A green "Limpiar" (Clear) button centered below the signature box.

At the bottom of the modal, the "Cerrar" (Close) and "Registrar" (Register) buttons are still present.

Las **Figuras 17** y **18** muestran como fue reutilizado un elemento modal, con una estructura plegable en su interior en diferentes etapas de visualización o ingreso de información.

4.8.2 Backend: Implementación con JavaScript

El backend fue desarrollado completamente en **JavaScript** que se encarga de gran parte de la lógica de programa, junto a **Ajax** y **PHP** se conforma el sistema CRUD (CREATE, READ, UPDATE, DELETE) que maneja los datos que se guardan en la base de datos.

Figura 19

Interacción Javascript, PHP, SQL

```
var table=$('#dtencabeza').DataTable({
  language: {
    url: 'https://cdn.datatables.net/plug-ins/2.1.6/i18n/es-ES.json',
  },
  paging:true,
  searching:true,
  responsive:true,
  cache: false,
  "ajax":{
    "type": "POST",
    "dataType": "JSON",
    "url": "php/listar_picking.php"
  },
  "columns": [
    {"data": "Documento"},
    {"data": "Cliente"},
    {"data": "Vendedor"},
    {"defaultContent": "<a type='button' class='btn btn-app btnPick' data-toggle='modal'"}
  ],
  processing: true,
  error: function( jqXHR, textStatus, errorThrown) {
    console.log(jqXHR);
  }
});
```

La **Figura 19** muestra la implementación de un Datatable, nótese que hace referencia al elemento HTML “dtencabeza”, agregando paginación, búsqueda y características responsivas. La tabla se llena con la información que trae de la base de datos mediante “listar_picking.php” haciendo uso de la tecnología Ajax.

4.8.3 Base de Datos: Microsoft SQL Server

Se utilizó el gestor de base de datos de Microsoft para el manejo de datos estructurados, con el fin de integrar la información al actual ERP de la compañía. Se diseñaron consultas optimizadas para recuperar datos de pedidos en tiempo real, aprovechando su capacidad para realizar consultas complejas de manera eficiente.

Figura 20
Consulta SQL ejecutada por PHP

```
<?php
//Parametros Base de datos
include("conexion.php");
$id_doc=$_POST['id_doc'];

$query="select Referencia=b.codigo,Descripcion=c.descripcion,Alterno=d.Ultimo_Alterno,Ubicacion=e.ubicacion,
left join documentos_lin b on a.tipo=b.tipo and a.numero=b.numero and b.sw in (1,16)
left join referencias c on b.codigo=c.codigo
left join v_alternos d on c.codigo=d.codigo
left join referencias_fis e on c.codigo=e.codigo and b.bodega=e.bodega
where a.id='$id_doc'
order by e.ubicacion desc;";
$result=sqldr_query($conn,$query);
$arreglo=array();
$tabla="";

while ($data=sqldr_fetch_array($result)) {
    $tabla.='
    "Referencia":'.$data['Referencia'].'",
    "Descripcion":'.$data['Descripcion'].'",
    "Alterno":'.$data['Alterno'].'",
    "Ubicacion":'.$data['Ubicacion'].'",
    "Cantidad":'.$data['Cantidad'].'",
    "VrUnidad":'.$data['VrUnidad'].'",
    "abc":'.$data['abc'].'"
    },';
}
}
```

4.8.4 Firma Digital: Implementación con Signature Pad

Se integró la librería **47ignatura-pad** de JavaScript para permitir a los usuarios firmar documentos de manera digital directamente en la plataforma. Esta funcionalidad contribuye a la reducción del uso de papel en un 90%.

Figura 21
Ejemplo de implementación de Signature-pad

```
<canvas id="signature-pad" class="signature-pad" width=400 height=200></canvas>
<button id="save-signature" class="btn btn-success">Guardar Firma</button>
<script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/signature_pad/2.3.2/signature_pad.min.js"></script>
<script>
const canvas = document.getElementById('signature-pad');
const signaturePad = new SignaturePad(canvas);

document.getElementById('save-signature').addEventListener('click', function() {
const dataURL = signaturePad.toDataURL(); // Guarda la firma como imagen
// Envía la firma al servidor
});
</script>
```

El uso de la librería Signature Pad se implementa de manera sencilla y eficiente, permitiendo firmar los documentos digitalmente, en la **Figura 21** se muestra un ejemplo de la implementación.

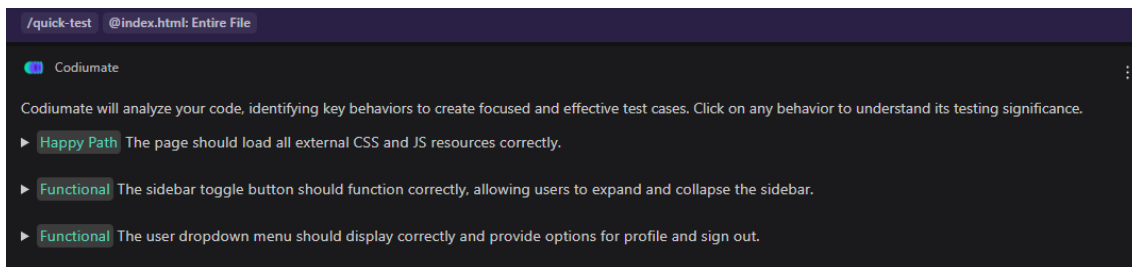
4.9 Pruebas y Control de Calidad

4.9.1 Pruebas Unitarias

Cada componente del frontend y backend fue sometido a pruebas unitarias para verificar que las funcionalidades individuales trabajen de manera correcta. El plugin **Codium AI** de Visual Studio Code fue utilizado en estas pruebas, a continuación se presentan un par de ejemplos.

Figura 22

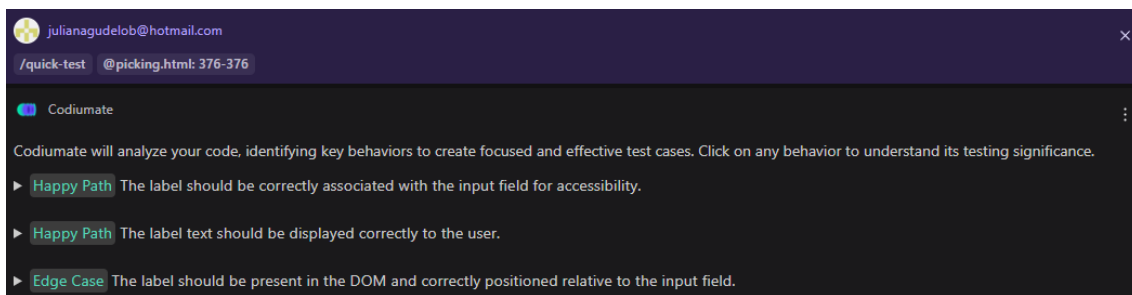
Prueba unitaria del archivo index.html



La **Figura 22** representa el resultado arrojado por Codium AI, este plugin analiza el código y hace énfasis en las principales funcionalidades del mismo, mostrando un resultado rápido de las pruebas, en este caso, como index.html es el menú inicial el análisis se enfocó en las características CSS y las funcionalidades de menú y de la barra lateral.

Figura 23

Prueba unitaria del archivo picking.html



Por otro lado, los resultados del análisis del archivo picking.html, presentados en la **Figura 23** tiene funciones de registro de información, razón por la cual la prueba se enfoca en otras características.

4.9.2 Pruebas de Integración

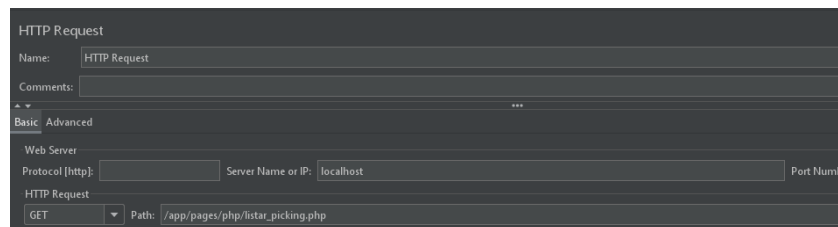
Se realizaron pruebas para asegurar que todos los componentes del sistema interactúen correctamente entre sí. Por ejemplo, se verificó el cargue automático de la información en la aplicación mediante el trigger, posteriormente se realizó el monitoreo al sistema CRUD, corroborando que la información almacenada en la base de datos puede ser administrada de tal manera que sea un éxito el flujo de trabajo planteado.

4.9.3 Pruebas de Rendimiento

Usando la aplicación open source **JMeter**, se llevaron a cabo pruebas de rendimiento sobre las etapas más críticas como la consulta a la base de datos, esta aplicación simula conexiones simultáneas y nos ayuda a verificar el comportamiento de la aplicación ante conexiones simultáneas.

Figura 24

Parametrización de Jmeter



La **Figura 24** muestra la parametrización realizada a **Jmeter**, el método GET es utilizado para solicitar la información en formato JSON que arroja *listar_picking.php*

Figura 25

Tiempos de respuesta con usuarios concurrentes

Sample #	Start Time	Thread Name	Label	Sample Time(ms)	Status	Bytes	Sent Bytes	Latency
1	16:43:48.316	Pruebas 1-1	HTTP Request	38	⊕	13161	146	38
2	16:43:48.375	Pruebas 1-2	HTTP Request	72	⊕	13161	146	72
6	16:43:48.566	Pruebas 1-6	HTTP Request	69	⊕	13161	146	69
7	16:43:48.616	Pruebas 1-7	HTTP Request	51	⊕	13161	146	51
8	16:43:48.665	Pruebas 1-8	HTTP Request	70	⊕	13161	146	69
10	16:43:48.765	Pruebas 1-10	HTTP Request	89	⊕	13161	146	89
11	16:43:48.817	Pruebas 1-11	HTTP Request	80	⊕	13161	146	80
12	16:43:48.866	Pruebas 1-12	HTTP Request	64	⊕	13161	146	64
13	16:43:48.915	Pruebas 1-13	HTTP Request	48	⊕	13161	146	48
15	16:43:49.015	Pruebas 1-15	HTTP Request	70	⊕	13161	146	70
20	16:43:49.266	Pruebas 1-20	HTTP Request	70	⊕	13161	146	70
3	16:43:48.422	Pruebas 1-3	HTTP Request	58	⊕	13161	146	57
4	16:43:48.470	Pruebas 1-4	HTTP Request	44	⊕	13161	146	44
5	16:43:48.516	Pruebas 1-5	HTTP Request	38	⊕	13161	146	38
9	16:43:48.715	Pruebas 1-9	HTTP Request	52	⊕	13161	146	52
14	16:43:48.965	Pruebas 1-14	HTTP Request	88	⊕	13161	146	87
16	16:43:49.066	Pruebas 1-16	HTTP Request	51	⊕	13161	146	51
17	16:43:48.117	Pruebas 1-17	HTTP Request	72	⊕	13161	146	71
18	16:43:48.165	Pruebas 1-18	HTTP Request	56	⊕	13161	146	56
19	16:43:49.215	Pruebas 1-19	HTTP Request	57	⊕	13161	146	57

De la **Figura 25** podemos apreciar que se realizaron 20 conexiones simultáneas, teniendo esto como resultado tiempos de respuesta muy aceptables, donde el mayor tiempo está por debajo de 0.1 segundos.

5. Análisis de resultados

Se tomó una muestra de 200 documentos consecutivos registrados en la nueva aplicación y los 200 documentos consecutivos posteriores con tratamiento en el ERP para realizar el análisis comparativo. Se hizo un filtro de la información del ERP que cumpliera algunos requisitos para garantizar que tuviese las fechas debidamente diligenciadas y se realizó el mismo filtro para los registros de la aplicación para hacer un cotejo en igualdad de condiciones. En ese orden de ideas se analizaron los documentos tipo factura que tuvieran domicilio.

Tabla 8

Muestra de registros de la aplicación

numero	Facturacion	Separada	tiempo picking	Despacho	tiempo despacho	Entrega	tiempo entrega	total	#item	promedio picking	item
397436	8:51:00	8:54:49	0:03:49	8:57:05	0:02:16	09:12:03	0:14:58	00:21:03	2		0:01:54
397437	9:09:00	9:12:05	0:03:05	9:15:18	0:03:13	09:27:37	0:12:19	0:18:37	3		0:01:02
397440	9:41:00	9:43:15	0:02:15	9:46:32	0:03:17	10:09:58	0:23:26	0:28:58	3		0:00:45
397442	9:57:00	9:59:28	0:02:28	10:00:45	0:01:17	10:15:44	0:14:59	0:18:44	6		0:00:25
397444	10:35:00	10:38:52	0:03:52	10:40:02	0:01:10	10:57:10	0:17:08	0:22:10	1		0:03:52
397446	10:41:00	10:45:21	0:04:21	10:46:51	0:01:30	11:10:29	0:23:38	0:29:29	10		0:00:26
397456	11:31:00	11:33:23	0:02:23	11:35:38	0:02:15	11:49:05	0:13:27	0:18:05	2		0:01:11
397461	12:24:00	12:27:43	0:03:43	12:30:31	0:02:48	12:43:07	0:12:36	0:19:07	2		0:01:51
397463	13:08:00	13:10:03	0:02:03	13:11:03	0:01:00	13:28:39	0:17:36	0:20:39	2		0:01:02
397464	13:08:00	13:10:36	0:02:36	13:11:07	0:00:31	13:26:24	0:15:17	0:18:24	2		0:01:18
397467	13:47:00	13:49:18	0:02:18	13:50:46	0:01:28	14:06:57	0:16:11	0:19:57	3		0:00:46
397470	14:34:00	14:36:29	0:02:29	14:37:20	0:00:51	14:48:13	0:10:53	0:14:13	2		0:01:15
397471	14:44:00	14:48:05	0:04:05	14:50:04	0:01:59	15:10:22	0:20:18	0:26:22	2		0:02:02
397476	15:31:00	15:34:23	0:03:23	15:36:27	0:02:04	15:50:41	0:14:14	0:19:41	2		0:01:41
397486	9:00:00	9:03:55	0:03:55	9:05:12	0:01:17	09:20:36	0:15:24	0:20:36	2		0:01:57
397497	14:23:00	14:26:42	0:03:42	14:30:00	0:03:18	14:45:18	0:15:18	0:22:18	2		0:01:51
397499	14:38:00	14:41:09	0:03:09	14:45:26	0:04:17	15:01:08	0:15:42	0:23:08	4		0:00:47
397501	14:48:00	14:51:57	0:03:57	14:54:10	0:02:13	15:10:46	0:16:36	0:22:46	2		0:01:58
			0:03:12		0:02:02		0:16:07	0:21:21	52		00:01:27

De la **Tabla 8** se obtuvo un tiempo promedio de picking de 00:03:12, un tiempo de despacho de 00:02:02 y un tiempo promedio de pickig por artículo de 00:01:27. La variable de tiempo de entrega no será tenida en cuenta para el análisis ya que las variables de tráfico no son controladas.

Tabla 9

Muestra de registros de ERP

numero	Facturacion	Separada	tiempo picking	Despacho	tiempo despacho	Entrega	tiempo entrega	total	#item	promedio picking	item
397505	15:55:00	15:59:00	0:04:00	16:01:00	0:02:00	16:15	0:16:00	0:22:00	2		0:02:00
397507	16:19:00	16:22:00	0:03:00	16:24:00	0:02:00	16:38	0:15:00	0:20:00	2		0:01:30
397529	14:07:00	14:09:00	0:02:00	14:14:00	0:05:00	14:30	0:16:00	0:23:00	2		0:01:00
397530	14:12:00	14:14:00	0:02:00	14:19:00	0:05:00	14:37	0:18:00	0:25:00	2		0:01:00
397535	15:22:00	15:26:00	0:04:00	15:29:00	0:03:00	15:43	0:16:00	0:23:00	2		0:02:00
397537	15:45:00	15:47:00	0:02:00	15:50:00	0:03:00	16:10	0:22:00	0:27:00	2		0:01:00
397549	9:49:00	9:53:00	0:04:00	9:54:00	0:01:00	10:10	0:16:00	0:21:00	2		0:02:00
397551	10:43:00	10:46:00	0:03:00	10:48:00	0:02:00	11:9	0:22:00	0:27:00	2		0:01:30
397556	11:58:00	12:02:00	0:04:00	12:04:00	0:02:00	12:19	0:16:00	0:22:00	6		0:00:40
397558	13:51:00	13:57:00	0:06:00	13:58:00	0:01:00	14:14	0:16:00	0:23:00	2		0:03:00
397560	15:39:00	15:42:00	0:03:00	15:45:00	0:03:00	15:59	0:16:00	0:22:00	3		0:01:00
397561	16:28:00	16:32:00	0:04:00	16:34:00	0:02:00	16:48	0:15:00	0:21:00	2		0:02:00
397563	16:44:00	16:49:00	0:05:00	16:52:00	0:03:00	17:5	0:15:00	0:23:00	3		0:01:40
397566	7:58:00	8:00:00	0:02:00	8:02:00	0:02:00	8:18	0:16:00	0:20:00	1		0:02:00
			0:03:26		0:02:34		0:16:47	0:22:47	33		00:01:36

De la **Tabla 9** podemos analizar las mismas variables obtenidas en la **Tabla 8**, tenemos un tiempo promedio de picking de 00:03:26, un tiempo de despacho de 00:02:34 y un tiempo promedio de picking por artículo de 00:01:36.

La implementación de la aplicación web ha logrado optimizar el proceso de recolección de repuestos en su etapa inicial en un 7%, así mismo el proceso de despacho se ha reducido en un 21%. Por otro lado, la cantidad de hojas de papel utilizadas en la aplicación fue 0, mientras el proceso en el ERP requirió de al menos 400 hojas para su cumplimiento.

6. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo e implementación de la aplicación web para la distribución de autopartes ha demostrado ser una solución eficiente y sostenible en términos de operación logística. Los resultados obtenidos durante las pruebas de comparación con el sistema ERP evidencian una optimización en el proceso de recolección de repuestos, reduciendo el tiempo de picking en un 7% y el tiempo de despacho en un 21%. Adicionalmente, en dichas pruebas se logró la eliminación total del uso de papel en las operaciones documentales. Se espera que cuando sea implementada en todas las bodegas reduzca significativamente la huella de carbono, evitando la emisión de 529 Kg de CO₂ y salvando aproximadamente 5 árboles por mes (**Anexo 1**).

La integración de la aplicación con el ERP existente no solo ha mejorado la eficiencia operativa, sino que también ha blindado el proceso contra errores humanos, promoviendo la adopción de prácticas más sostenibles y alineadas con las políticas ambientales de la empresa. El uso de tecnologías web ha facilitado la experiencia del usuario, asegurando una gestión documental más ágil y amigable para el personal operativo.

En conclusión, la digitalización de los procesos logísticos mediante esta aplicación no solo reduce costos y tiempos, sino que también impulsa la transformación digital necesaria para una operación más moderna, sostenible y eficiente. Esta iniciativa es un paso importante hacia la modernización de la cadena de suministro de la empresa, garantizando su competitividad y alineación con los estándares ambientales actuales.

Departamento de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones

Transformación digital del flujo logístico de entrega de mercancía en un concesionario de automóviles del valle de Aburrá, mediante el desarrollo de una aplicación web.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería

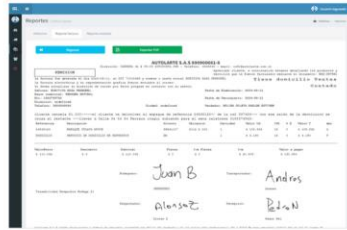
PRACTICANTE: Julián David Agudelo Blandón
ASESORES: Jaime Alberto Vergara Tejada

PROGRAMA: Ingeniería de Telecomunicaciones
Semestre de la práctica: 2024-2

Introducción

La distribución de autopartes como unidad de negocio fundamental en la empresa durante sus 73 años de existencia, presentó la necesidad de transformar su ciclo logístico de distribución, con el ánimo de ser más eficientes en procesos y costos, y ser coherentes con las políticas ambientales que han promovido inversiones importantes durante los últimos años buscando reducir la huella de carbono.

El desarrollo de esta aplicación web buscó apalancar esta transformación, reemplazando el papel como pieza fundamental del proceso de distribución, pero sin producir traumas significativos en los procedimientos implementados, por lo que, como punto de partida, será integrado con el ERP adoptado en la operación de la empresa por más de 20 años.



Objetivos

General: Desarrollar una aplicación web responsiva que optimice la distribución de autopartes, reduciendo el uso de papel en un 90% y los tiempos de procesamiento en un 30%.

Específicos: Mejorar la experiencia del usuario, implementar firmas digitales y realizar pruebas exhaustivas para garantizar la calidad.

AHORRO DE PAPEL



90%

PROCESAMIENTO



30%

Metodología

- Recolección de requisitos y diseño del flujo de trabajo logístico.
- Desarrollo de la aplicación usando tecnologías web como JavaScript, PHP y Bootstrap.
- Pruebas de rendimiento y calidad con herramientas como JMeter y Codium AI.

Resultados

- Reducción de tiempos: 7% en la recolección de repuestos y 21% en el despacho.
- Impacto ambiental: Eliminación total del uso de papel, ahorro de 529 Kg de CO2 y conservación de 5 árboles mensuales.



Conclusiones

La aplicación ha optimizado significativamente el proceso logístico, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo la huella ambiental. Su integración con el sistema ERP existente asegura una gestión más ágil y confiable, alineada con las políticas sostenibles de la empresa.

La digitalización de los procesos logísticos mediante esta aplicación no solo reduce costos y tiempos, sino que también impulsa la transformación digital necesaria para una operación más moderna, sostenible y eficiente. Esta iniciativa es un paso importante hacia la modernización de la cadena de suministro de la empresa, garantizando su competitividad y alineación con los estándares ambientales actuales.

Referencias

- Amazon Web Services, I. (s.f.). *¿Qué es una aplicación web? - Explicación de las aplicaciones web - AWS*. Recuperado el 07 de Mayo de 2024, de <https://aws.amazon.com/es/what-is/web-application/>
- DispatchTrack. (s.f.). *Importancia del software en empresas logísticas: Top 5 herramientas*. Recuperado el 10 de Mayo de 2024, de <https://www.beetrack.com/es/blog/importancia-del-software-en-logistica>
- DispatchTrack. (s.f.). *Que es un software de logística y qué ventajas aporta a la empresa*. Recuperado el 10 de Mayo de 2024, de <https://www.beetrack.com/es/blog/que-es-software-de-logistica-ventajas-aporta-empresa>
- GCFGlobal.org. (s.f.). *Informática básica: ¿Qué son las aplicaciones web?* Recuperado el 07 de Mayo de 2024, de <https://edu.gcfglobal.org/es/informatica-basica/que-son-las-aplicaciones-web/1/>
- Gómez, O. (12 de Octubre de 2023). *Automatización de Procesos Logísticos Mediante Aplicaciones Web*. Recuperado el 12 de Mayo de 2024, de <https://www.linkedin.com/pulse/automatización-de-procesos-logísticos-mediante-web-oscar-gómez-ccx4e/>
- ILERNA. (s.f.). *Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web*. Recuperado el 07 de Mayo de 2024, de <https://www.ilterna.es/blog/tecnologias-desarrollo-aplicaciones-web>
- Mobile, B. (s.f.). *Tecnologías mas actuales para Desarrollo Web*. Recuperado el 08 de Mayo de 2024, de <https://edu.gcfglobal.org/es/informatica-basica/que-son-las-aplicaciones-web/1/>
- Mobile, B. (s.f.). *Tecnologías mas actuales para Desarrollo Web*. Recuperado el 08 de Mayo de 2024, de <https://bambu-mobile.com/tecnologias-mas-actuales-para-desarrollo-web/>
- Online, D. M. (s.f.). *Frameworks en el desarrollo web*. Recuperado el 08 de Mayo de 2024, de <https://www.wearemarketing.com/es/blog/frameworks-en-el-desarrollo-web-las-mejores-practicas-para-tu-negocio-online.html>
- Oracle. (s.f.). *Prepare for the future of healthcare*. Recuperado el 10 de Mayo de 2024, de <https://www.oracle.com/webfolder/assets/infographics/scm-six-essential-strategies/index.html>

Platzi. (07 de 12 de 2023). *¿Qué son las aplicaciones web? Características y ejemplos*. Recuperado el 07 de Mayo de 2024, de <https://platzi.com/blog/que-son-aplicaciones-web/>

USA, F. H. (s.f.). *Los desafíos y soluciones en la implementación de un sistema de gestión del transporte*. Recuperado el 12 de Mayo de 2024, de <https://fulfillmenthubusa.com/los-desafios-y-soluciones-en-la-implementacion-de-un-sistema-de-gestion-del-transporte/>

Vailos. (s.f.). *Integración de aplicaciones en logística*. Recuperado el 10 de Mayo de 2024, de <https://www.vailos.com/integracion-aplicaciones-logistica-optimizar-cadena-suministro/>

Anexos

Anexo 1. Reporte mensual de impresoras de bodega

Reporte de impacto ambiental generado por las impresoras de bodega en los últimos 30 días, estimado por el software de tracking de impresión Papercut.






Impacto Ambiental de Impresora - Resumen

27-ago-2024 a 26-sep-2024.

Impresoras = dokmee\BT_SOLOCHEVROLET51, dokmee\BT_SOLOCHEVROLET52, dokmee\C_SOLOCHEVROLET1, dokmee\ct_solochevrolet, dokmee\P_BODEGA_11, dokmee\R_BODEGA_31, dokmee\S_BODEGA_21, dokmee\S_BODEGA_82

Cantidad de árboles necesarios para hacer el papel usado.

 **Árboles consumidos**
 **CO2 Producido**
 **Equivalencia a horas de una bombilla de luz**

Gases de efecto invernadero emitidos en la producción de papel usado.

La energía usada para la producción de papel representada como la energía consumida por una bombilla de luz normal en horas.

Impresora	Total de hojas	Árboles consumidos	CO2 Producido	Equivalencia a horas de una bombilla de luz
dokmee\BT_SOLOCHEVROLET51	4,475	53,700% de un árbol	56,8 kg	3.558,4 horas
dokmee\BT_SOLOCHEVROLET52	14,721	1,77 árboles	187,0 kg	11.705,6 horas
dokmee\C_SOLOCHEVROLET1	2,493	29,916% de un árbol	31,7 kg	1.982,4 horas
dokmee\ct_solochevrolet	8	0,096% de un árbol	101 gramos	6,4 horas
dokmee\P_BODEGA_11	5,107	61,284% de un árbol	64,9 kg	4.060,9 horas
dokmee\R_BODEGA_31	6,062	72,744% de un árbol	77,0 kg	4.820,3 horas
dokmee\S_BODEGA_21	5,481	65,772% de un árbol	69,6 kg	4.358,3 horas
dokmee\S_BODEGA_82	3,321	39,852% de un árbol	42,2 kg	2.640,7 horas
Totales	41.668	5,00 árboles	529,2 kg	33.133,0 horas