



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Vicerrectoría de Posgrados e Investigación

Posgrados en Ingeniería y Negocios

Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING) A LA MEDIDA PARA PROCESOS DE CREACIÓN ÚNICA

Tesis que para obtener el grado de Maestro en Logística y Dirección de la
Cadena de Suministro

Presenta

Ramón Cruz Martínez

Directora

Dra. Diana Sánchez Partida

Puebla, México

Junio 2022



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla



Vicerrectoría de Posgrados e Investigación

Posgrados en Ingeniería y Negocios

Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Se aprueba la Tesis llamada:

ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING) A LA
MEDIDA PARA PROCESOS DE CREACIÓN ÚNICA

Comité de Revisión

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Diana Sánchez Partida', is written over a horizontal line.

Dra. Diana Sánchez Partida

Directora

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Patricia Cano Olivós', is written over a horizontal line.

Dra. Patricia Cano Olivós

Asesora

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Luis Martínez Flores', is written over a horizontal line.

Dr. José Luis Martínez Flores

Asesor



Conserflow, S.A de C.V.
Calle Del Mezquite, No. 5
Col. Santa Clara, C.P. 75820
Santiago Miahuatlán, Puebla
CON1912026U2

Puebla, Puebla a 01 de Junio de 2022

**Dra. Diana Sánchez Partida
Directora Académico de la Maestría y Doctorado en
Logística y Dirección de la Cadena de suministro
UPAEP**

Por este conducto me permito informarle que **Ramón Cruz Martínez** con ID **3370243** y matrícula **19100329**, realizó su estancia profesional en la empresa ConserFlow S.A. de C.V. en el período comprendido del **20 de febrero de 2018** al **14 de noviembre de 2020**, durante la cual desarrollo el proyecto denominado: **ERP (Enterprise Resource Planning) a la medida para procesos de creación única.**

No hay inconveniente por parte de la empresa **ConserFlow SA de CV** de que el estudiante o cualquiera de los profesores involucrados den a conocer el contenido del proyecto desarrollado, así como también los resultados de la investigación por medio de la biblioteca digital, presencial o algún otro medio de difusión y publicación como conferencias, congresos, revistas o cualquier otro medio académico.

Sin otro particular le mando un cordial saludo.



Conserflow
CALLE DEL MEZQUITE No. 5 COL. STA. CLARA
C.P. 75820, SANTIAGO MIAHUATLÁN, PUEBLA
CON1912026U2

Juan Jaime Martínez Herrera
Gerente de Almacén
Administración y Finanzas
almacen@conserflow.com
+52 (238)1042445

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar el desarrollo e implementación de un ERP diseñado a la medida para una empresa dedicada al sector petroquímico con proyectos únicos e irrepetibles. La problemática principal derivó al rápido crecimiento de la empresa y la falta de control del material productivo, la gestión del inventario y plazos de entrega inciertos por fabricación de materiales especiales, ocasionando un sobre inventario y una mala gestión en el almacén. Para contrarrestar los efectos de la problemática se diseñó, desarrolló e implementó un ERP personalizado a las necesidades de la empresa, que garantizará la veracidad y control de la información, así como la accesibilidad en tiempo real. Algunos de los beneficios obtenidos fueron la disminución en un 75% los niveles de inventario de dos a tres proyectos por año, se mejoró el control del almacén mediante indicadores logísticos; además, se asentaron las bases para un futuro crecimiento más ordenado.

Abstract

ERP is custom-designed for a company dedicated to the petrochemical sector with unique and unrepeatable projects. The main problem derived from the rapid growth of the Company and the lack of control of the productive material, inventory management, and uncertain delivery times due to the manufacture of unique materials, causing an over-inventory and poor management in the warehouse. To counteract the effects of the problem, an ERP customized to the needs of the Company was designed, developed, and implemented, which will guarantee the veracity and control of the information and real-time accessibility. Some of the benefits were a 75% decrease in inventory levels of two or three projects yearly, and logistics indicators improved warehouse control. The foundations were laid for a more orderly future growth.

Agradecimientos

*A la empresa ConserFlow SA de CV
por su apoyo y confianza en la realización de este trabajo*

A mi familia por su apoyo incondicional

A mi asesora de tesis

A CONACYT por la beca.

Índice

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.	1
1.1. Descripción de la empresa.	3
1.2. Planteamiento del problema.	5
1.3. Justificación del Proyecto.	6
1.4. Objetivos del Proyecto.	6
1.4.1 Objetivo General.	6
1.4.2 Objetivos Específicos.	7
1.5. Alcance y Limitaciones.	7
1.5.1 Alcance.	7
1.5.2 Limitaciones.	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.	8
2.1.	8
La importancia del ERP y la Administración.	8
2.2. El Rol de los Inventarios y el Modelo EOQ.	9
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	10
3.1. Metodología Propuesta.	10
3.2. Diseño, Desarrollo e Implementación del ERP.	11
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
4.1. Resultados y Discusión.	33
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	34
CAPÍTULO VI: TRABAJO FUTURO	34
AGRADECIMIENTOS.	35
REFERENCIAS	35

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

Actualmente, la tecnología evoluciona de forma constante y exponencial, convirtiéndose en un factor de suma importancia para las empresas, dado que les permiten mejorar sus procesos, toma de decisiones y maximizar tanto utilidades como beneficios. En este contexto, muchas empresas han determinado utilizar un sistema ERP por su término en inglés (*Enterprise Resource Planning*) o mejor conocidos como Planificación de Recursos Empresariales, con el objetivo de optimizar la gestión de la información de sus procesos. Los ERP son soluciones de *software* de gestión de la información que se enfocan a cubrir las necesidades de cualquier empresa de manera holística mediante la automatización de los procesos operativos (Guerrero-Luzuriaga, Marín-Guamán, Bonilla-Jurado, 2018).

Los ERP son sistemas de gestión empresarial diseñados para administrar e integrar las funciones de una empresa, incluyendo las siguientes áreas: finanzas, contabilidad, ventas, recursos humanos, gestión de proyectos, cadena de suministro, almacenes, calidad, entre otros. El propósito principal de un sistema ERP es la concentración de la información mediante una base de datos centralizada, la elaboración de una base informativa sólida es vital para optimizar el procesamiento operativo, así como la toma de decisiones. Dentro los beneficios de la implementación de un ERP encontramos los siguientes: incremento de la productividad, información precisa y oportuna, intercambio de conocimiento, mejora en la gestión, automatización e integración de información entre diversas áreas (Ullah, Baharun, Nor, Siddique, & Sami, 2017).

De acuerdo a Akkermans, Bogerd, Yücesan & Wassenhove (2003) identificaron algunos de los temas clave de la Dirección de la Cadena de Suministro como una mayor integración de actividades entre proveedores y clientes, los cambios continuos en las necesidades de la cadena de suministro y la flexibilidad requerida de Tecnología de Información (TI), así como la personalización masiva de productos y servicios que conducen a un aumento de los surtidos mientras se reducen los tiempos de ciclo y los inventarios. Para dar solución a estos aspectos, el ERP fue visto como una contribución positiva. Los problemas en los que puede apoyar es en la personalización de productos y

servicios, en los procesos e información estandarizados, la necesidad de sistemas de TI y mayor transparencia del mercado.

Los inventarios en una empresa son un aspecto muy relevante, no importando su tamaño. Una mala administración, puede generar el descontento de los clientes, además de ocasionar problemas financieros que pueden llevar a la compañía a la quiebra. Por este motivo, es importante comprender que el llevar el control de inventarios en una empresa es conocer lo que se tiene, dónde está almacenado, así como las entradas y salidas de existencias, lo cual ayudará a reducir los costes y acelerar el cumplimiento con los clientes (Sánchez-Partida D., Rodríguez-Méndez R., Martínez-Flores J.L., Caballero-Morales S.O. 2018; and Olhager, Rapp, 1991).

De acuerdo a Kelle, Akbulut (2005) el software integrado de ERP basado en transacciones proporciona diferentes herramientas que admite la integración de la cadena de suministro. Concentrándose en los aspectos de gestión de inventario de la coordinación de la cadena de suministro se concluye que se puede medir el valor monetario potencial de la coordinación de políticas, promover la cooperación y minimizar el costo del sistema de cadena.

Carrillo, Bravo-Zanoguera & Córdova-Ruiz (2016) están también de acuerdo que en el ámbito empresarial, una cuestión de vital importancia es la correcta administración de los inventarios, ya que estos pueden influir favorable o negativamente en los resultados de las empresas. En este sentido, para las empresas comerciales una de las decisiones más importantes que debe tomar la administración es la de determinar la cantidad adecuada de inventarios que debe adquirirse y los mecanismos de control que deben establecerse para su manejo. Acorde con Kolesnikova & Pershin (2017) dentro de la gestión de inventarios, se han generado varios modelos, uno de ellos es el modelo de Cantidad Económica de Pedido (CEP o EOQ por sus siglas en inglés, *Economic Order Quantity*). Gracias al EOQ se puede minimizar el costo del inventario y la cantidad de efectivo ligado al balance del inventario.

La presente investigación se enfoca en el diseño, desarrollo e implementación de un ERP diseñado a la medida para administrar y gestionar la información de las diferentes áreas de la empresa, cómo operaciones, almacén, calidad y contabilidad. Específicamente, en el área del almacén se programa un EOQ, con el cual se pueda identificar el material sobre inventariado y estandarizar los procesos productivos.

1.1. Descripción de la empresa.

La empresa Constructora y Servicios Calderón Torres la cual labora bajo el nombre comercial: ConserFlow, inició actividades en el 2005, su *core business* es el desarrollo de proyectos de ingeniería, automatización, instrumentación, mantenimiento y aplicación de nuevas tecnologías especializadas en sistemas de medición de hidrocarburos y energía, materia prima y sus derivados. En la Figura 1 se pueden leer la Misión, Visión y Política de Calidad.

Misión	Visión	Política de Calidad
<ul style="list-style-type: none">• Brindar soluciones y servicios integrales para la industria, a través de nuestra experiencia, procesos, capital humano y tecnológico, buscando siempre cumplir con los más altos estándares de seguridad, calidad y medio ambiente para contribuir con el crecimiento industrial del país.	<ul style="list-style-type: none">• Ser la empresa líder en soluciones y servicios industriales, altamente confiable para nuestros clientes; buscando siempre oportunidades de mercado, que nos permitan ampliar nuestro portafolio de servicios, logrando ser una empresa rentable para los inversionistas.	<ul style="list-style-type: none">• Estamos comprometidos a suministrar servicios y productos que cumplan con los más altos estándares de calidad, realizando nuestras actividades con seguridad y mejora continua. Colaborando a la protección del medio ambiente.

Figura 1. Misión, Visión y Política de Calidad (ConserFlow, 2019)

ConserFlow tiene dos plantas, una ubicada en la ciudad de Tehuacán, Puebla y la otra en Coatzacoalcos, Veracruz. Sin embargo, para satisfacer las necesidades de sus clientes a nivel nacional e internacional cuenta con un equipo multidisciplinario distribuido en varias sedes fungiendo como soporte técnico en Paraíso, Tabasco; Querétaro, Querétaro y Ciudad de México, como lo podemos ver en la siguiente Figura 2.



Figura 2. Mapa de presencia a nivel nacional de ConserFlow (ConserFlow, 2019).

La empresa ofrece un amplio catálogo de servicios de especialización, por mencionar algunos se enlistan los siguientes:

- Laboratorios de Calibración de Flujo. Cuentan con una certificación vigente ante el Centro Nacional de Metrología (CENAM) para realizar calibraciones de diferentes dimensiones.
- Automatización especializada. Con lo cual se genera soluciones a la medida, desarrollo y diseño como:
 - Ingeniería para plantas de proceso.
 - Ingeniería de sistemas contra incendio.
 - Sistemas de llenado automático para: autotanques y carrotanques.
 - Sistemas de control de temperatura para hornos, calderas y quemadores.
 - Sistemas de telemedición.
 - Ingeniería eléctrica integral.
 - Diseño y Simulación de procesos.
 - Obra eléctrica e instrumentación.
 - Obra electromecánica.
 - Sistemas de medición de flujo de gas, petróleo y derivados.
- Instrumentación. En el campo de la instrumentación dentro de Conserflow se proporcionan servicio para control y medición como:

- Ingeniería Básica y de detalles para esquemas de control críticos de sistemas instrumentados de Seguridad (SIS).
- Sistemas de gas y fuego.
- Ingeniería de control de procesos: Control de Nivel, Presión, Flujo y Temperatura.
- Sistemas de Analizadores de oxígeno.
- Sistema de monitoreo de vibraciones.
- Montaje y puesta en operación de instrumentación y capacitación.
- Fabricación. En el proceso de fabricación se ofrecen los siguientes puntos:
 - Ingeniería arquitectónica y civil.
 - Ingeniería mecánica.
 - Modelado 3D y Maquetas electrónicas.

Con 14 años de experiencia, Conserflow se ha colocado como una de las organizaciones líderes en el mercado nacional y extranjero, ofreciendo soluciones integrales a los diversos procesos de ingeniería y tecnología. Comprometidos en garantizar el más alto estándar de calidad ya que cuenta con la certificación de ISO-9001 y 14001, dichas certificaciones han sido una de sus mejores cartas de presentación en materia de política de seguridad, calidad y competitividad.

1.2. Planteamiento del problema.

La problemática está intrínsecamente relacionada con las siguientes propiedades de la empresa:

1. Es una compañía relativamente joven.
2. Se encuentra en proceso de expansión dado que en su nicho de mercado es la única en ofrecer soluciones al sector de hidrocarburos.
3. La empresa presenta una situación de sobre inventario de material muy costoso y especializado. Identificando un exceso de inventario del periodo del 2016 de 84 millones de pesos. Además, el flujo de información interdepartamental es lento y no siempre fluye en tiempo real.
4. Crecimiento exponencial no planeado, lo que derivó en la necesidad de requerir soporte técnico en diversos puntos de la República, teniendo una matriz de operación en Coatzacoalcos, Veracruz y sucursal de construcción de equipo especializado en Tehuacán, Puebla. Sin embargo, no se planeó correctamente las necesidades para un crecimiento tan rápido.

5. El exceso de material origino problemas de espacio en el almacén. No había espacio para recepcionar y menos para almacenar. Al no contar con el espacio, los proyectos se siguen manteniendo en espera de realización y, por lo tanto, la perdida de ingresos de aproximadamente de 20 y 40 millones de pesos anuales.
6. No se tienen indicadores, específicamente, en el área del almacén y manejo de inventario.

Con los elementos descritos de forma general se generó una problemática en cuanto al control del material; provocado por la falta de una gestión efectiva del flujo de información de la empresa. Adicionalmente, el almacén carece de indicadores de abastecimiento de materia prima y equipo altamente especializado, al igual que de una base sólida de información que le permita el departamento de compras evitar el sobre inventario de material y mejorar su proceso de toma de decisiones.

1.3. Justificación del Proyecto.

La justificación del proyecto se puede englobar en los siguientes tres puntos:

1. Exponer la necesidad sobre la creación de un sistema de ERP y encontrar una solución a esta necesidad para garantizar la veracidad y el acceso en tiempo real de la información no solo del almacén sino de todos los procesos productivos.
2. Estandarizar la información de los procesos operativos de la empresa. En especial recabar y analizar la información del almacén productivo para identificar material sobre inventariado.
3. Fortalecer la alianza entre la academia y la industria para el logro de objetivos en común.

1.4. Objetivos del Proyecto.

1.4.1 Objetivo General.

Diseño, desarrollo e implementación de un sistema de ERP para mejorar la canalización y el uso de la información operativa de la empresa ConserFlow, especialmente la del almacén de material productivo donde mediante la programación e integración de un

modelo EOQ se pueda encontrar una solución para reducir los niveles de inventario. El objetivo será crear una base sólida para la toma de estrategias financieras y mejorar la gestión del almacén a través de indicadores.

1.4.2 Objetivos Específicos.

1. Asegurar el flujo de información veraz y en tiempo real para optimizar las actividades de todas las áreas de la empresa mediante la creación de un ERP creado especialmente para cubrir las necesidades de la empresa.
2. Creación de Números de Parte y una descripción detallada de todos los materiales que conforman el almacén.
3. Aplicar un modelo EOQ para poder realizar un análisis financiero del almacén.
4. Mejorar la administración del inventario a través de indicadores y evitar un futuro escenario de sobre inventario.
5. Mantener los niveles de existencias adecuados de acuerdo a las demandas de los proyectos.

1.5. Alcance y Limitaciones.

1.5.1 Alcance.

El alcance principal de esta investigación es proponer una solución al problema de flujo de información entre las áreas y en la gestión de inventarios de ConserFlow, empresa dedicada a ofrecer soluciones para la industria petroquímica. Para lograr este objetivo se pretende diseñar, desarrollar e implementar un sistema ERP para que la empresa integre la información de todos los departamentos incluyendo la del almacén a fin de elaborar una base informativa robusta.

1.5.2 Limitaciones.

Dentro de las principales limitaciones podemos enlistar las siguientes:

1. La complejidad de los servicios que la empresa ofrece dificulta el análisis sobre qué materiales se van a utilizar debido a que estos proyectos son únicos.

2. Se requiere de la participación de miembros de los varios departamentos para definir los criterios a considerar en los módulos del ERP, en especial de la dirección y del departamento de tecnología de la información.
3. Se requiere de una planeación exhaustiva del departamento de finanzas para poder aprobar un gasto elevado como lo es la adquisición de un hardware especializado.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. La importancia del ERP y la Administración.

Muchas investigaciones mencionan que existe una relación positiva y significativa entre el sistema ERP, es decir, la integración, gestión de materiales, planificación, el control de la producción y el buen desempeño de la cadena de suministro (Saleh Shatat, Mohamed Udin, 2012; Tarigan, Siagian & Jie, 2021).

Por otro lado, Fischer, Heim D., Hösselbarth, Winkelmann (2017) afirman que es bueno utilizar sistemas ERP que brinden soporte a las operaciones comerciales para que las empresas sigan siendo competitivas en un entorno que cambia rápidamente. Aunque un número cada vez mayor de empresas utilizan sistemas ERP, uno de los principales desafíos es la selección de un software que satisfaga completamente sus necesidades comerciales. Los sistemas ERP generalmente vienen como paquetes de software estandarizados, que se ajustan a los requisitos genéricos en lugar de los específicos de la empresa.

La implementación de un sistema ERP en la mayoría de las ocasiones representa una suma conjunta de esfuerzos y recursos; las empresas que incursionan en la necesidad de equiparse con un sistema de gestión ERP constantemente enfrentan la siguiente problemática:

1. Contratar un servicio especializado. No es la mejor elección debido a los altos costos y el temor de perder autonomía en la gestión de la información.
2. Contratar un sistema general.
3. Desarrollar un sistema propio.

Por lo tanto, el proceso de selección de un ERP es una ardua tarea, la cual requiere muchos recursos en tiempo y dinero, originados de la dificultad de establecer los requerimientos de la empresa (Sánchez-Sánchez, García-González & Ortiz-Ospino, 2017).

2.2. El Rol de los Inventarios y el Modelo EOQ.

El inventario es por lo general, el mayor activo en el balance de una empresa y como consecuencia, los costos generados por inventarios representan uno de los mayores rubros que se reflejan en el estado de resultados, en este sentido cuando se evalúan las cuentas relacionadas con los inventarios están presentes los siguientes componentes: Inventario inicial, Compras, Devoluciones en Compras, Gastos de Compras, Ventas, Devoluciones en Ventas, Mercancías en Tránsito, Mercancías en Consignación, Inventario final (Cejas-Martínez, Garrido-Bayas, 2017).

Aunque técnicamente el inventario constituye un activo en el balance general de las empresas, se considera que el costo del mantenimiento de éste es un gasto que puede llegar a ser significativo, debido a sus diferentes componentes, por lo tanto, siempre se busca la forma de minimizarlo. Este costo de mantener el inventario mide los gastos que una organización debe hacer para mantenerlos (Aguilar-Santamaría, 2012).

La gestión logística de inventarios debe alcanzar el equilibrio entre la oferta y la demanda a través de políticas y decisiones que deben estar soportadas en el análisis de datos y factores donde se mezclan la objetividad con la predicción. Es por esto que para evitar la escasez de productos hay aspectos más trascendentales como el tiempo de entrega, los pronósticos de ventas, así como los pedidos que se solicitan a los proveedores (Aguirre-Mayorga, Franco-Téllez, 2005).

Controlar los inventarios y lograr una administración efectiva de ellos, puede mejorar notablemente las utilidades de la empresa. Siempre va sobre la minimización de los costos de inventarios, existiendo modelos de control de inventarios desarrollados para patrones de demanda determinísticos y probabilísticos. El modelo EOQ con sus modificaciones ha sido ampliamente utilizado como una herramienta de toma de decisiones para controlar el inventario en una cadena de suministro (Sánchez-Partida D., Guevara-Corona A., Martínez-Flores J.L. & Cano-Olivos P., 2019).

El modelo EOQ se puede considerar como el más sencillo y fundamental de todos los modelos de inventario, pues este describe el importante compromiso entre los costos fijos y los costos de mantener el inventario, y es la base para la implementación de sistemas mucho más complejos.

Es por esto que este estudio realiza el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de ERP para mejorar la canalización y el uso de la información operativa de la empresa ConserFlow, especialmente la del almacén de material productivo donde mediante la programación e integración de un modelo EOQ se pueda encontrar una solución para

reducir los niveles de inventario. El objetivo será crear una base sólida para la toma de estrategias financieras y mejorar la gestión del almacén a través de indicadores.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Metodología Propuesta.

Se ha demostrado que la gestión de la cadena de suministro (GCS o SCM, por sus siglas en inglés, *Supply Chain Management*) y los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) son formas eficaces de lograr una ventaja competitiva y mejorar el rendimiento de la organización (Mzoughi, Bahri, Ghachem, 2008).

Por este motivo se propone desarrollar la siguiente metodología para el adecuado diseño único, desarrollo e implementación del ERP.

- 1) Realizar reuniones con los gerentes de cada área y así detectar y registrar sus necesidades.
- 2) Establecer indicadores de medición para cada área.
- 3) Programar el ERP y desarrollar pruebas piloto.
- 4) Para el modulo del almacén, programar como motor de búsqueda el EOQ.
- 5) Capacitación a los empleados para el uso adecuado del ERP.
- 6) Monitoreo constante para la detección de fallas o mejoras.

Como ya se mencionó en el planteamiento del problema, se tiene una perdida grande en costos de material especializado. Motivo por el cual es importante implementar las prácticas de gestión de inventario de mercancías incluyen tener los niveles correctos de estos materiales para garantizar el flujo continuo de la producción, anticipar los precios correctos de los materiales, completar a tiempo los pedidos de los clientes (Karim, Nawawi, Salin, 2018).

El modelo considerado en este estudio es el EOQ y se trabaja mediante los siguientes supuestos:

- La demanda del producto (D), en unidades, es conocida, constante e independiente.

- El Lead Time (LT) o tiempo de abastecimiento del proveedor es conocido y constante.
- El inventario se reabastece instantáneamente cuando el inventario llega a cero.

Los costos totales incluyen:

- Costo de ordenar, costo de realizar un pedido $S * D/Q$ por demanda, sobre cantidad de pedido colocado, en unidades.
- Costo de compra del artículo, costo unitario de compra $C * D$ por demanda, en valor monetario.
- Costo unitario de mantener el inventario H , en valor monetario. Que sería igual a costo de manejo de inventario como porcentaje del valor del producto $i * C$ costo unitario de compra, en valor monetario.

Donde Q^* es el tamaño óptimo del pedido, el cual representa la cantidad económica de pedido ver ecuación (1), (Causado-Rodríguez, 2015).

$$Q^* = \sqrt{2SD/H} \quad (1)$$

3.2. Diseño, Desarrollo e Implementación del ERP.

El Sistema de Procesos Administrativos Conserflow, se diseñó en base las necesidades de cada área. Este se encarga controlar los diferentes procesos de todos los departamentos dentro de la empresa, atendiendo las necesidades de cada uno de ellos.

Este ERP se realizó en Laravel mediante el patrón MVC (Model-View-Controller), siguiendo la arquitectura Cliente-Servidor. Los cambios del proyecto son manejados mediante el sistema de control de versiones Git. Se integra Vue.js para la creación de las vistas, haciendo uso de HTML, Bootstrap y CSS teniendo en cuenta el diseño responsive y amigable con el usuario. Las peticiones al servidor se realizan mediante Ajax, obteniendo y enviando la información en formato JSON.

En el servidor se ejecuta PHP para manejar y acceder a la información, misma que es almacenada mediante el sistema de gestión de bases de datos relacionales MySQL. A continuación, se muestra el proceso de Almacén que abarca desde la entrega del material, pasando por las salidas y existencias para cada proyecto que se está atendiendo.

Proceso de Entrada

El procedimiento comienza con el departamento de Operaciones, realizando y cerrando una Requisición. Compras realiza y cierra la Orden de Compra. Una vez entregado el material, el Almacén realiza la entrada de todos los artículos comprados para entregarlos

a medida que se solicitan para la fabricación del proyecto en desarrollo. Finalmente, se genera un reporte por proyecto para conocer las existencias del mismo y analizar la compra de más material. En la Figura 3 se hace una demostración, solo se abarcará el proceso en el que interviene el departamento de Almacén.

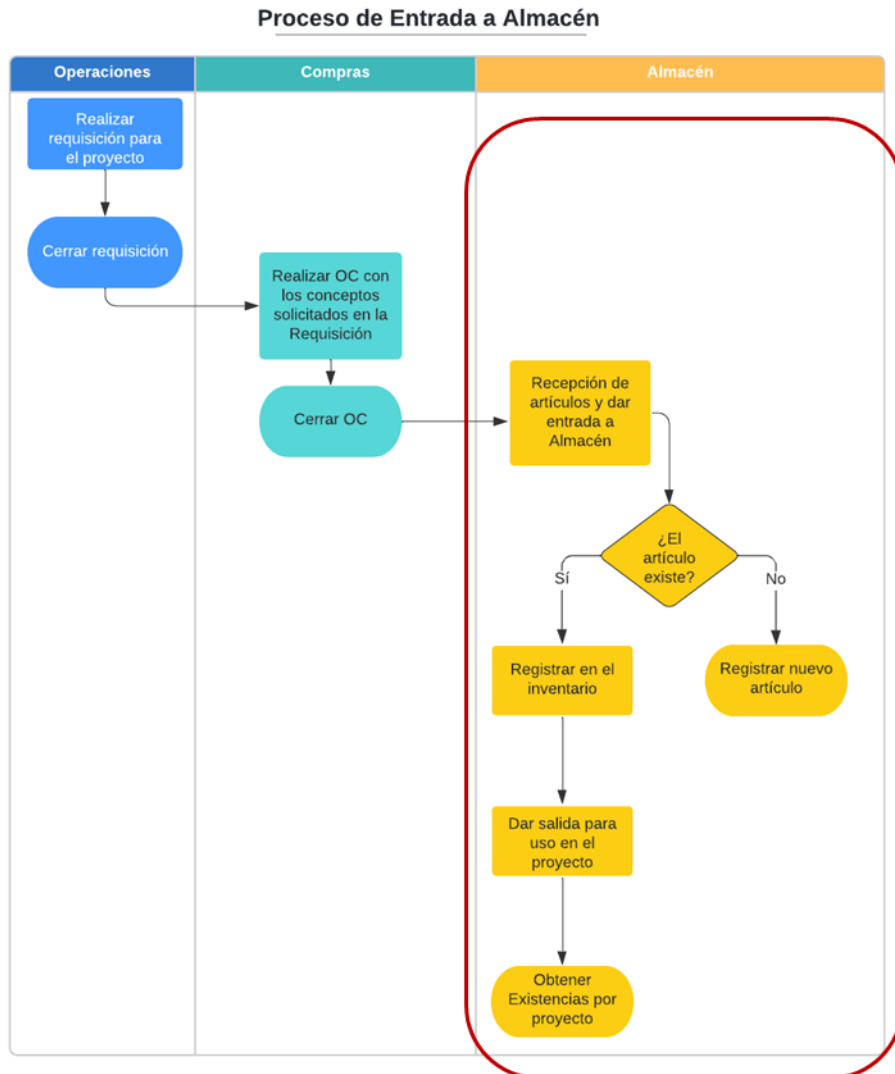


Figura 3. Proceso de Almacén.

Listado de Artículos

Se obtienen todos los artículos registrados en el almacén y se muestran en una tabla para su consulta.

```
Articulos.vue - Obtener

1 /**
2  * Obtener todos los artículos
3  */
4 ObtenerArticulos()
5 {
6   this.isArticulos_loading = true;
7   axios.get('/articulo').then(res =>
8   {
9     this.isArticulos_loading = false;
10    this.list_articulos = res.data;
11  });
12 },
```

Figura 4. Obtención de los artículos.

Se obtienen todos los artículos de la DB, seleccionando además su grupo, categoría, calidad y tipo de resguardo.

```
ArticulosController - Obtener

1 /**
2  * Obtener todos los artículos con el grupo, categoría,
3  * calidad y resguardo correspondiente
4  */
5 public function index()
6 {
7   try
8   {
9     $articulos = Articulo::select(
10      'articulos.*', // Todos los datos de los artículos
11      'articulos.id as item',
12      'nombreproveedor',
13      'g.nombre as grupo',
14      'c.nombre as categoria', // Categoría
15      'c.id as categoria_id',
16      'g.id as grupo_id',
17      'tc.id as calidad_id', // Calidad
18      'tc.nombre as calidad',
19      'tc.descripcion as desc',
20      'tr.id as trid', // Resguardo
21      'tr.nombre as trnom',
22      "um_id"
23    )
24    ->leftJoin('grupos as g', 'g.id', 'articulos.grupo_id')
25    ->leftJoin('categorias as c', 'c.id', 'g.categoria_id')
26    ->leftJoin('tipo_calidad as tc', 'tc.id', 'articulos.calidad_id')
27    ->leftJoin('tipo_resguardo as tr', 'tr.id',
28    'articulos.tipo_resguardo_id')
29    ->get();
30    return response()->json($articulos);
31  }
32  catch (Exception $e)
33  {
34    return Status::Error($e, "obtener los articulos");
35  }
```

Figura 5. Consulta de los artículos.

Se muestran los siguientes datos de todos los artículos: nombre, descripción, marca, unidad de medida, grupo, categoría y estado.

Acciones	Nombre	Descripción	Marca	Unidad	Grupo	Categoría	Estado
Filtrar por Accic	Filtrar por Nombre	Filtrar por Descripción	Filtrar	Filtrar	Filtrar por i	Filtrar pi	Sel v
Acciones	CASCO AZUL MATRACA MSA	CASCO AZUL MATRACA MSA		PZA	SEGURIDAD	EQUIPO	Activo
Acciones	CASCO ROJO MATRACA MSA	CASCO ROJO MATRACA MSA		MTS			Activo
Acciones	CE-152MM*12.20KG/M(6**8.20LB/FT) TRAMOS DE 6 METROS	CE-152MM*12.20KG/M(6**8.20LB/FT) TRAMOS DE 6 METROS		PZA			Activo
Acciones	CEMENTO PORTLAND GRIS 50KG T-1 754373	CEMENTO PORTLAND GRIS 50KG T-1 754373		PZA			Activo
Acciones	CEPILLO COPA ONDULADO 4" 436673	CEPILLO COPA ONDULADO 4" 436673		PZA			Activo
Acciones	CERTIFICACIÓN DE MAQUINAS DE SOLDAR, MARCA INFRA.	CERTIFICACIÓN DE MAQUINAS DE SOLDAR, MARCA INFRA.		PZA			Activo
Acciones	CINTA DE ADHERENCIA 51596	CINTA DE ADHERENCIA 51596		PZA			Activo
Acciones	CINTA DELIMITADORA PELIGRO 3"X300MT 274312	CINTA DELIMITADORA PELIGRO 3"X300MT 274312		PZA			Activo
Acciones	CINTA DELIMITADORA PRECAUCION 3"X30 280363	CINTA DELIMITADORA PRECAUCION 3"X30 280363		PZA			Activo

Figura 6. Listado de artículos.

Registro

Para registrar un nuevo artículo, se ingresan todos los datos solicitados, para su uso en procesos posteriores, y se envían al controlado para su registro.

Registrar artículo
✕

Nombre	<input type="text" value="PUNTAS DE DESARMADOR PHILLIPS #1"/>	Categoría	<input style="border: none; background-color: #eee; width: 100%;" type="text" value="HERRAMIENTA"/>
Código	<input type="text" value="-"/>	Grupo	<input style="border: none; background-color: #eee; width: 100%;" type="text" value="ELECTRICO"/>
Descripción	<input type="text" value="PUNTAS DE DESARMADOR PHILLIPS #1 2'428699"/>	Calidad	<input style="border: none; background-color: #eee; width: 100%;" type="text" value="Alta"/>
Marca	<input type="text" value="PHILLIPS"/>		
U.M.	<input style="border: none; background-color: #eee; width: 100%;" type="text" value="H87 - Pieza"/>		

Figura 7. Registro de artículo.

Al guardar el artículo, se realiza la validación para comprobar que todos los campos hayan sido ingresados. Se agregan los campos al *FormData* y se envían al controlador para su registro en la DB.

```
Articulos.vue - Registrar

1 /**
2  * Registrar un nuevo artículo
3  */
4 RegistrarArticulo()
5 {
6   this.$validator.validate().then(result => // Realizar validaciones
7     {
8       if (!result) return; // Validación fallida
9       this.isLoading = true;
10      // Datos a enviar
11      let formData = new FormData();
12      formData.append('metodo', this.Metodo);
13      formData.append('nombre', this.nombre);
14      formData.append('codigo', this.codigo);
15      formData.append('marca', this.marca);
16      formData.append('um_id', this.unidad.id);
17      formData.append('descripcion', this.descripcion);
18      formData.append('grupo_id', this.grupo_id);
19      formData.append('categoria_id', this.categoria_id);
20      formData.append('calidad_id', this.calidad_id);
21      // Enviar registro
22      axios.post(this.url, formData).then(res =>
23        {
24          this.isLoading = false;
25          if (res.data.status) // Guardado correctamente
26            {
27              this.cerrarModal(); // Cerrar ventana de registro
28              this.ObtenerArticulos(); // Obtener todos los artículos
29              toastr.success('Artículo Registrado Correctamente');
30            }
31          else // Error
32            {
33              // Mostrar los errores
34              swal(
35                {
36                  type: 'error',
37                  html: response.data.errors.join('<br>'),
38                });
39            }
40          });
41      });
42 },
```

Figura 8a. Registrar Artículo.

```
ArticulosController - Registrar

1 /**
2  * Realiza el registro de un artículo
3  * @param Request $request Objeto de datos del POST
4  */
5 public function store(Request $request)
6 {
7     try
8     {
9         // Rechazar request si no es por ajax
10        if (!$request->ajax()) return redirect('/');
11
12        $articulo = new Artículo();
13        $articulo->condicion = 1; // Estado activo
14        $articulo->save(); // Guardar registro
15        // Regresar status correcto
16        return response()->json(array('status' => true));
17    }
18    catch (Exception $e)
19    {
20        // Error
21        Utilidades::errors($e);
22        return response()->json(array('status' => 'error'));
23    }
24 }
```

Figura 8b. Registrar Artículo.

En el controlador, se crea un nuevo modelo del Artículo y se guardan los datos enviados en la petición. Finalmente, se guarda y se envía una respuesta correcta. En caso de error se guarda la Exception y se regresa el error ocurrido.

Entrada de Almacén

Se realiza el ingreso de los artículos al almacén, de acuerdo a la Orden de Compra realizada anteriormente. Primero se obtienen las Órdenes de Compra y las Requisiciones que hayan sido cerradas.

```
EntadaController - VerOrdenesCompra
1 /*
2 * Obtiene todas las ordenes de compra pendientes por registrar entrada
3 */
4 public function VerOrdenesCompras()
5 {
6     try
7     {
8         $ocs = DB::table("asd")
9             ->join("ordenes_compras", "oc.id", "rho.orden_compra_id")
10            ->where("rho.articulo_id", "!=", "null") // Solo articulos
11            ->where("rho.condicion", 1) // Requi. cerrada
12            ->where("oc.condicion", 2) // Oc cerrada
13            ->groupBy("oc.id");
14         return response()->json($ocs);
15     }
16     catch (Exception $e) // Error
17     {
18         return Status::Error($e, "obtener las ordenes de compra");
19     }
20 }
```

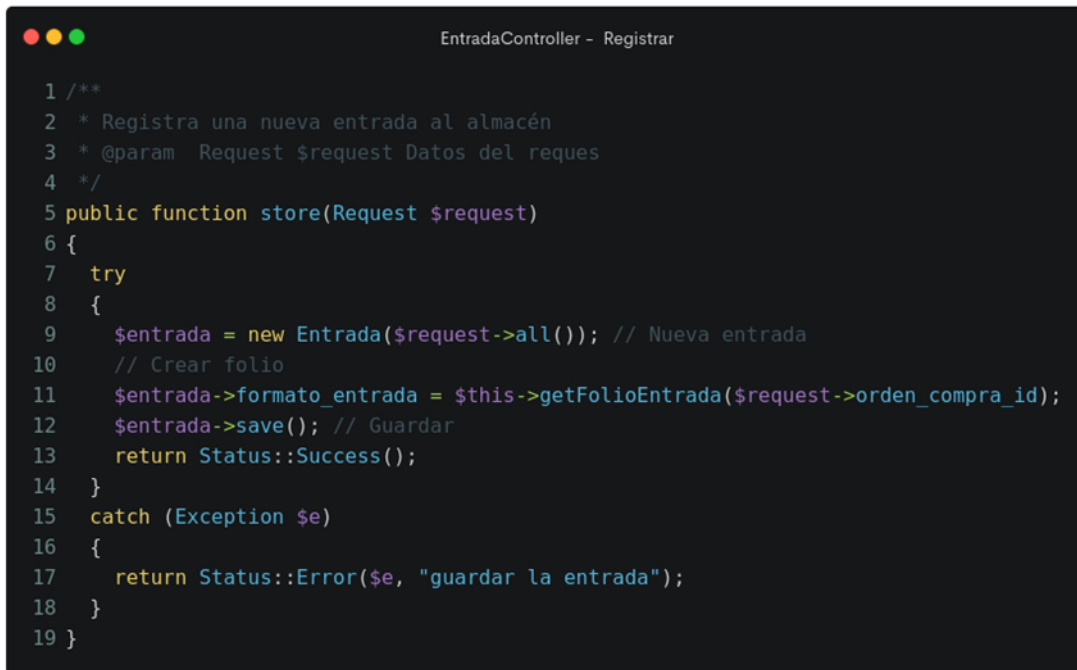
Figura 9. Obtener OC cerradas.

Se selecciona la OC y se ingresan los datos solicitados.

The image shows a web form titled "Registrar entrada" with a close button in the top right corner. The form contains three input fields: "Orden de compra" with a dropdown menu showing "Folio: OC-CONSERFLOW-021-AEROPUERTO FELIPE ANGELES-191", "Fecha" with a date input field showing "28/03/2022", and "Comentarios" with a text area containing "Material para producción". At the bottom right, there are two buttons: "Cerrar" and "Guardar".

Figura 10. Registrar Entrada.

Se crea un nuevo modelo de la Entrada. Se crea un folio que corresponde con la OC ingresada y se guarda en la DB.



```
EntradaController - Registrar

1 /**
2  * Registra una nueva entrada al almacén
3  * @param Request $request Datos del reques
4  */
5 public function store(Request $request)
6 {
7     try
8     {
9         $entrada = new Entrada($request->all()); // Nueva entrada
10        // Crear folio
11        $entrada->formato_entrada = $this->getFolioEntrada($request->orden_compra_id);
12        $entrada->save(); // Guardar
13        return Status::Success();
14    }
15    catch (Exception $e)
16    {
17        return Status::Error($e, "guardar la entrada");
18    }
19 }
```

Figura 11. Guardar Entrada.

Obtener las partidas de la Orden de compra seleccionada. Se seleccionan solo los artículos, obteniendo la descripción, unidad de medida, unidad y cantidad para darle entrada a Almacén.

```
EntadaController - Obtener Partidas

1 /**
2  * Obtener las partidas de la OC seleccionada
3  * @param $id int Id de la OC
4  */
5 public function GetPartidas($id)
6 {
7     try
8     {
9         $partidas_compras = DB::table('requisicion_has_ordencompras AS rhoc')
10            ->join('articulos AS a', 'a.id', 'rhoc.articulo_id') // Artículo
11            ->select(
12                'rhoc.id',
13                'a.descripcion',
14                'a.unidad',
15                DB::raw('(CASE
16                    WHEN rhoc.cantidad_entrada = 0 THEN rhoc.cantidad
17                    ELSE rhoc.cantidad_entrada
18                    END) AS cantidad'),
19                'a.id AS articulo_id'
20            )
21            ->where('rhoc.articulo_id', '!=', 'NULL') // Solo artículos
22            ->where('orden_compra_id', $id) // OC. ingresada
23            ->where('rhoc.condicion', '1'); // Req. cerrada
24
25            return $this->busqueda($partidas_compras);
26        }
27        catch (Exception $e)
28        {
29            return Status::Error($e, "obtener las partidas");
30        }
31    }
```

Figura 12. Obtener Partidas.

Para cada una de las partidas, se ingresa la cantidad que se va a dar entrada y se realiza el guardado.

Agregar partidas de OC OC-CONSERFLOW-021-AEROPUERTO
FELIPE ANGELES-191

Descripción artículo	Unidad	Cantidad	Cantidad entrada
<input type="text" value="Filtrar por Descripción artículo"/>	<input type="text" value="Filtrar por Unida"/>	<input type="text" value="Filtrar por Canti"/>	
SOPORTE AISLADOR AB/NS 1201141	PZA	5.00	<input type="text" value="5"/>
TOPE FINAL MOD. E/NS 35 N	PZA	2.00	<input type="text" value="2"/>
CAPERUZA FINAL - NS 35/ 7,5 CAP	Pieza	1.00	<input type="text" value="1"/>
PUENTE PARA CABLEADO - MPB 18/1-4 MCA.: PHOENIX CONTACT, P.N.: 2809225	PZA	2.00	<input type="text" value="2"/>
CD 40X80 3240198	undefined	1.00	<input type="text" value="1"/>
ENTUBADO TERMORRETRACTIL - WMS 4,8 (30X9)RXL - 0800395	PIEZA	1.00	<input type="text" value="1"/>
WT-STEEL SH 4,6X201 3240821	PZA	7.00	<input type="text" value="7"/>
BORNE DE PASO 1 NIVEL 800V 32A MOD. PT 4	PZA	2.00	<input type="text" value="2"/>
D-ST 2,5 3030417	H87 - Pieza	1.00	<input type="text" value="1"/>

Figura 13. Ingresar cantidad.

Se crea un modelo de Partida Entrada y se registran los datos enviados. Se busca la Orden de Compra correspondiente y se descuenta la cantidad pendiente por darle entrada.

```

PartidaEntradaController - Registrar

1 /**
2  * Guardar una partida de entrada a Almacén
3  * @param Request $request Datos de la entrada
4  */
5 public function store(Request $request)
6 {
7     try
8     {
9         if (!$request->ajax()) return redirect('/');
10        // Registrar la entrada con los datos ingresados
11        $partidaentrada = new PartidaEntrada($request->all());
12        $partidaentrada->save();
13        // Buscar la requisición
14        $requisis = Requisicionhasordencompras::find($request->req_com_id);
15        // Actualizar la cantidad pendiente por dar entrada
16        $requisis->cantidad_entrada = ($requisis->cantidad - $request->cantidad);
17        $requisis->save();
18        return Status::Success();
19    }
20    catch (Exception $e)
21    {
22        return Status::Error($e, "guardar la entrada");
23    }
24 }

```

Figura 14. Entrada de Partida

Salidas

Se registra una salida a taller de los artículos que cuenta almacén en su inventario. Para ello, se ingresa el proyecto, la fecha de salida, ubicación y persona que solicita el material.



El formulario 'Registrar Salida' contiene los siguientes campos:

Etiqueta	Valor
Proyecto	Rabasa Sistema de medición
Fecha	28 / 03 / 2022
Ubicacion	Tehuacán
Tipo Salida	Taller
Nombre solicitante:	ANDRES DE JESUS GALINDO GONZALEZ

Figura 15. Registro de Salida.

Se realiza la validación de los campos y se envían los datos al controlador para su registro. En caso de un error, se muestra un mensaje indicando el mismo.

```
Salidas.vue - Taller

1 async GuardarSalida(nuevo)
2   {
3     // Hacer validación
4     let isValid = await this.$validator.validate();
5     if(!isValid) return;
6     axios(
7       {
8         method: nuevo ? 'POST' : 'PUT',
9         url: nuevo ? this.url : this.url + '/' + this.id,
10        data:
11          {
12            'id': this.salida.id,
13            'fecha': this.salida.fecha,
14            'folio': this.salida.folio,
15            'ubicacion': this.salida.ubicacion,
16            'proyecto_id': this.salida.proyecto_id.id,
17            'tiposalida_id': this.salida.tiposalida_id,
18            'empleado_id': this.salida.empleado_id.id,
19          }
20      }).then(res=>
21      {
22        if (res.data.status)
23        {
24          toastr.success('Salida registrada correctamente');
25        }
26        else
27        {
28          toastr.error(res.data.mensaje);
29        }
30      })
31    },
```

Figura 16. Guardar Salida.

Se añaden las partidas (artículos) a la salida creada. Para ello, se obtienen los artículos disponibles.

```
SalidasCotroller - Taller

1 /**
2  * Obtener los artículos que se han dado entrada
3  */
4 public function index()
5 {
6     $data = DB::table('partidas_requisiciones')
7         ->leftJoin('articulos AS a', 'a.id', 'partidas_requisiciones.articulo_id')
8         ->leftJoin('requisiciones AS r', 'r.id',
9             'partidas_requisiciones.requisicione_id')
9         ->leftJoin('proyectos AS p', 'p.id', 'r.proyecto_id')
10        ->select(
11            'partidas_requisiciones.*',
12            'a.id AS ida',
13            'r.id AS rid',
14            'a.descripcion AS descripcion',
15            'p.nombre AS proyecton',
16            'p.id AS proyectoi',
17            'r.folio AS rf',
18            'r.fecha_solicitud AS rfs'
19        )
20        ->where('partidas_requisiciones.condicion', '1')
21        ->get();
22    return response()->json($data);
23 }
```

Figura 17. Artículos disponibles.

De los artículos disponibles, se selecciona el solicitado, se ingresa la cantidad a darle salida y se guarda la partida.

Registrar artículo a la salida
✕

Apartados General y Proyecto				
Cantidad	Proyecto	Nombre	Codigo	Descripción
Filtrar	Filtrar	Filtrar por Nombre	Filtrar	Filtrar por Descripción
1.00	TUMUT ACEITE	BRIDACIEGADE2"ØASMECLASE600#RTJACEROALCARBÓNASTMA-105CONFORME A ASME B16.5 CONFORME A ASME B16.5		BRIDACIEGADE2"ØASMECLASE600#RTJACEROALCARBÓNASTMA-105CONFORME A ASME B16.5 CONFORME A ASME B16.5
6.00	TUMUT ACEITE	BRIDA CIEGADE 1"Ø ASME CLASE 600# RTJ ACERO ALCARBÓN ASTM A-105 CONFORME A ASME B16.5		BRIDA CIEGA DE 1"Ø ASME CLASE 600# RTJ AL CARBÓN ASTM A-105 CONFORME A ASME B16.5
1.00	TUMUT ACEITE	Termómetro infrarrojo 350°C 8:1 D:S 1		Termómetro infrarrojo 350°C 8:1 D:S 1
1.00	TUMUT ACEITE	BRIDA CIEGA A.C. FORJADO A-105 600# RTJ 2"		BRIDA CIEGA A.C. FORJADO A-105 600# RTJ 2"
1.00	TUMUT ACEITE	BRIDA CIEGA A.C. FORJADO A-105 600# RTJ 12"		BRIDA CIEGA A.C. FORJADO A-105 600# RTJ 12"
1.00	TUMUT ACEITE	BRIDA CIEGA A.C. FORJADO A-105 600# RTJ 8"		BRIDA CIEGA A.C. FORJADO A-105 600# RTJ 8"
1.00	TUMUT ACEITE	NIPLES EXCENT SWAJE BISELADO/PLANO AC A234 WPB CED XXS X CED 160 2" X 1"		NIPLES EXCENT SWAJE BISELADO/PLANO AC A234 WPB CED XXS X CED 160 2" X 1"

Figura 18. Artículos disponibles.

Registro de salidas a : Taller

Artículo

Artículo

Buscar

Lote

Lote

Buscar

---Seleccione---

▼

Cantidad existente

Cantidad

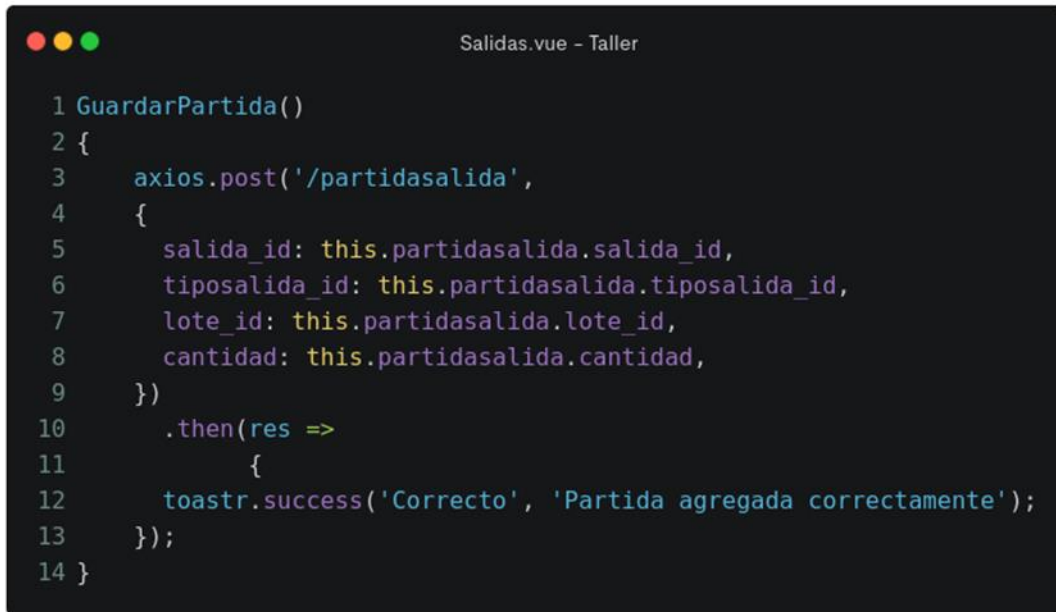
Cantidad

✕ Cancelar

+ Agregar

Figura 19. Registro de movimiento de material interno en la planta

Se hace el envío de salida para su registro en el controlador.

A screenshot of a code editor window titled "Salidas.vue - Taller". The code is written in JavaScript and shows a function named "GuardarPartida()". The function uses "axios.post()" to send data to the "/partidasalida" endpoint. The data object includes "salida_id", "tiposalida_id", "lote_id", and "cantidad", all of which are taken from the "this.partidasalida" object. After the post request, a "then()" method is used to handle the response, which triggers a "toastr.success()" message with the text "Correcto, Partida agregada correctamente".

```
1 GuardarPartida()
2 {
3   axios.post('/partidasalida',
4     {
5       salida_id: this.partidasalida.salida_id,
6       tiposalida_id: this.partidasalida.tiposalida_id,
7       lote_id: this.partidasalida.lote_id,
8       cantidad: this.partidasalida.cantidad,
9     })
10   .then(res =>
11     {
12       toastr.success('Correcto', 'Partida agregada correctamente');
13     });
14 }
```

Figura 20. Envío de Partida.

Se inicia una Transaction para revertir en caso de algún error. Se busca la salida que coincida con el proyecto, empleado y fecha de solicitud. Si se encuentra se utilizará esa salida para registrar los movimientos. En caso contrario, se procede a registrar una nueva.

```
SalidasCotroller - Taller

1 /**
2  * Genera una nueva salida a taller
3  * @param $request Request Datos de la salida
4  */
5 public function RegistrarSalida(Request $request)
6 {
7     try
8     {
9         DB::beginTransaction();
10        /** Encabezado */
11        // Folio
12        $hoy = date("Y-m-d");
13        // Obtener Salida
14        $$salida = DB::table('salidas')
15            ->where('fecha', 'like', date('Y-m-d'))
16            ->where('proyecto_id', $request->proyecto_id)
17            ->where('empleado_id', $request->id_supervisor)
18            ->first();
19
20        if ($salida == null)
21        {
22            // Folio
23            $folios = DB::table("salidas as s")
24                ->where("proyecto_id", $request->proyecto_id)
25                ->get();
26            $n = count($folios);
27            $folio = str_pad(($n + 1), 4, "0", STR_PAD_LEFT);
28
29            // Nueva salida
30            $salida = new Salida($request->all());
31            $salida->fecha = date('Y-m-d');
32            $salida->folio = $folio;
33            $salida->save();
34        }
35    }
36}
```

Figura 21. Buscar salida.

Se registra una nueva Partida ingresando la salida, el tipo (Taller), el lote y la cantidad solicitada.

```
35
36     /** Movimientos */
37     // Registrar partida
38     $partidas = new Partidas();
39     $partidas->salida_id = $salida->id;
40     $partidas->tiposalida_id = $request->salida_tipo;
41     $partidas->lote_id = $request->lote_id;
42     $partidas->cantidad = $request->cantidad;
43     $partidas->save();
44 }
```

Figura 22. Registrar partida.

Se busca el Lote del artículo seleccionado y se actualiza la cantidad disponible. (cantidad del lote – cantidad de salida). Se realiza el mismo procedimiento con el Stock del artículo y las Existencias.

```
45 // Buscar el lote del artículo
46 $tipo_salida_nombre = "Taller";
47 $lote_almacen = LoteAlmacen::where('id', '=', $partidas->lote_id)->first();
48 $cantidadresta = $lote_almacen->cantidad - $request->cantidad;
49 $lote_almacen->cantidad = $cantidadresta;
50 Utilidades::auditar($lote_almacen, $lote_almacen->id, 2);
51 $lote_almacen->update();
52
53 // Descontar la cantidad al stock del artículo
54 $stokearticulo = StockArticulo::where('articulo_id', '=',
55 $lote_almacen->articulo_id)
56   ->where('stocke_id', '=', $lote_almacen->stocke_id)->first();
57 $cantidadrestastoke = $stokearticulo->cantidad - $request->cantidad;
58 $stokearticulo->cantidad = $cantidadrestastoke;
59 Utilidades::auditar($stokearticulo, $stokearticulo->id, 2);
60 $stokearticulo->update();
61
62 // Actualizar las existencias
63 $existencias = Existencia::where('id_lote', '=', $lote_almacen->lote_id)
64   ->where('articulo_id', '=', $lote_almacen->articulo_id)->first();
65 if ($existencias == null) // El artículo no tiene existencias
66 {
67     return response()->json(new Response(500, "Artículo sin existencias en
68 el lote indicado", 0, false));
69 }
70 // Actualizar cantidad
71 $cantidadrestaexistencia = $existencias->cantidad - $request->cantidad;
72 $existencias->cantidad = $cantidadrestaexistencia;
73 $existencias->update();
```

Figura 23. Actualización de existencias.

Finalmente, se registra un nuevo movimiento con todos los datos obtenidos anteriormente.

```
73 // Registrar movimiento
74 $hoy = date("Y-m-d");
75 $hora = date("H:i:s");
76 $movimiento = new Movimiento();
77 $movimiento->cantidad = $request->cantidad;
78 $movimiento->fecha = $hoy;
79 $movimiento->hora = $hora;
80 $movimiento->tipo_movimiento = 'Salida ';
81 $movimiento->folio = 'Salida-' . $lote_almacen->articulo_id . ' a ' .
    $tipo_salida_nombre;
82 $movimiento->lote_id = $lote_almacen->id;
83 $movimiento->almacene_id = $lote_almacen->almacene_id;
84 $movimiento->stand_id = ($lote_almacen->stand_id == 'null') ? null :
    $lote_almacen->stand_id;
85 $movimiento->nivel_id = ($lote_almacen->nivel_id == 'null') ? null :
    $lote_almacen->nivel_id;
86 $movimiento->articulo_id = $lote_almacen->articulo_id;
87 Utilidades::auditar($movimiento, $movimiento->id, 2);
88 $movimiento->save();
89 DB::commit();
90 return response()->json(new Response(200, "OK", $salida->id, true));
```

Figura 24. Registrar movimiento.

Existencias

Se genera el reporte de las existencias del almacén, consultando por inventario de proyecto.

Se obtiene todos los proyectos para consultar su existencia.

```
Existencias - Proyectos
1 /**
2  * Obtener todos los proyectos registrados
3  */
4 ObtenerProyectos()
5 {
6     axios.get('/proyecto-listar').then(res =>
7     {
8         this.listaProyectos = res.proyectos;
9     }
10  })
11 },
```

Figura 25. Mostrar Proyectos.

Se selecciona el proyecto para buscar sus existencias.

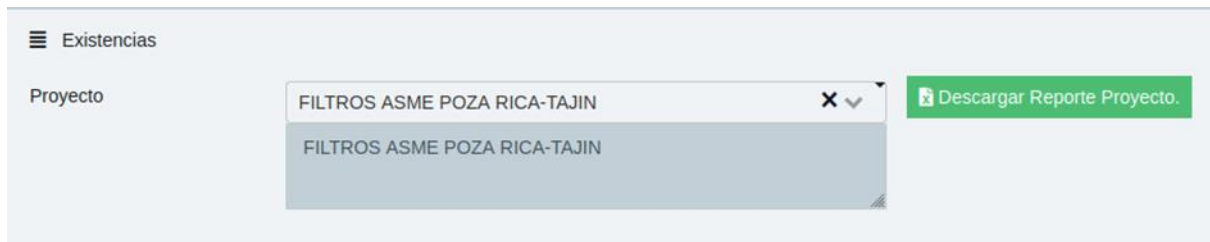


Figura 26. Existencias por proyecto.

Se busca el proyecto ingresado y se obtiene su nombre. Se eliminan todos los espacios y '/' para evitar problemas al descargar el documento.

```
ExistenciasController - Proyecto
1 /**
2  * Descargar el reporte de existencias del proyecto seleccionado
3  */
4 public function ExistenciaPorProyecto($id)
5 {
6     try
7     {
8         // Obtener Proyecto
9         $proyecto = DB::table('proyectos')->where('id', $id)->first();
10        // Obtener nombre del proyecto
11        $nombre = $proyecto->nombre_corto;
12        $nombre = str_replace('/', '', $nombre);
13        $nombre = 'Reporte Proyecto ' . str_replace(' ', '', $nombre) . '.xlsx';
14        // Generar y descargar Excel
15        return Excel::download(new ExistenciaProyectoExport($id), $nombre);
16    }
17    catch (Exception $e)
18    {
19        // Error al generar reporte
20        return view("errors.500");
21    }
22 }
```

Figura 27. Descargar Existencias.

Se obtiene las entradas de almacén junto con las requisiciones, órdenes de compra, las partidas de cada entrada y los artículos y proyectos. Se selecciona la descripción y unidad de medida de cada artículo. El precio unitario y folio de la orden de compra, la fecha de entrada y la cantidad disponible en cada lote.

```
ExistenciasController - Proyecto

1 public function view(): View
2 {
3     $reporte = DB::table('partidas_entradas AS pe')
4         ->join('requisicion_has_ordencompras AS rhoc', 'rhoc.id', 'pe.req_com_id')
5         ->join('entradas AS e', 'e.id', 'pe.entrada_id')
6         ->join('ordenes_compras AS oc', 'oc.id', 'e.orden_compra_id')
7         ->join('proyectos AS p', 'p.id', 'oc.proyecto_id')
8         ->join('articulos AS a', 'a.id', 'pe.articulo_id')
9         ->select(
10            'a.descripcion',
11            'a.unidad',
12            'rhoc.precio_unitario',
13            'e.fecha',
14            'p.nombre_corto',
15            'pe.cantidad',
16            'e.orden_compra_id',
17            'oc.proyecto_id',
18            'la.cantidad AS la_cantidad',
19            'l.cantidad AS l_cantidad',
20            'la.id AS lote_almacen_id',
21            'oc.folio'
22        )
23     ->where('p.id', $this->id) // Proyecto seleccionado
24     ->get();
```

Figura 28. Artículos Existentes.

De cada artículo se obtienen el total de salidas y retornos para obtener la existencia real.

```
26 $existencias = [];  
27 foreach ($reporte as $key => $value)  
28 {  
29     $salidas = DB::table('partidas AS p')  
30         ->where('p.lote_id', $value->lote_almacen_id)  
31         ->select(DB::raw("SUM(cantidad) AS cantidad"))->first();  
32  
33     $retornos = DB::table('partidas AS p')  
34         ->where('p.lote_id', $value->lote_almacen_id)  
35         ->select(DB::raw("SUM(cantidad_retorno) AS cantidad_retorno"))->first();  
36  
37     $existencias[] = [  
38         'partida' => $value,  
39         'cantidad' => $salidas->cantidad,  
40         'retorno' => $retornos->cantidad_retorno,  
41     ];  
42 }  
43 return view('excel.existenciasproyecto', compact('existencias'));  
44 }
```

Figura 29. Cálculo de existencias.

Finalmente se genera el reporte de Excel, utilizando HTML para crear la plantilla del documento. Se crea el encabezado y se muestran todas las partidas obtenidas anteriormente.

```
ExistenciasController - Proyecto
1 <table>
2   <thead>
3     <tr>
4       <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Categoria</th>
5       <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Orden Compra</th>
6       <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Artículo</th>
7       <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Unidad</th>
8       <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Precio Unitario</th>
9       <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Proyecto</th>
10      <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Entradas</th>
11      <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Salidas</th>
12      <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Retorno</th>
13      <th style="color:white;background-color : #0070c0;">Existencia</th>
14    </tr>
15  </thead>
16
17  <tbody>
18    @foreach($array as $articulo)
19      <tr>
20        <td>{{ $articulo['partida']->nombre_grupo}}</td>
21        <td>{{ $articulo['partida']->folio}}</td>
22        <td>{{ $articulo['partida']->descripcion}}</td>
23        <td>{{ $articulo['partida']->unidad}}</td>
24        <td>{{ $articulo['partida']->precio_unitario}}</td>
25        <td>{{ $articulo['partida']->nombre_corto}}</td>
26        <td>{{ $articulo['partida']->cantidad}}</td>
27        <td>{{ $articulo['cantidad']}}</td>
28        <td>{{ $articulo['retorno']}}</td>
29        <td>{{ $articulo['partida']->la_cantidad}}</td>
30      </tr>
31    @endforeach
32  </tbody>
33 </table>
```

Figura 30. Plantilla Existencias.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

El estudio contribuye a la difusión del diseño, desarrollo e implementación de tecnología en las empresas para la gestión y uso adecuado de ésta. Incrementando la productividad, información precisa y oportuna, intercambio de conocimiento, mejora en la gestión, automatización e integración de información entre diversas áreas.

Dentro de las principales conclusiones, cabe resaltar la importancia de contar con un ERP para conjuntar y organizar la información de la empresa con el fin de optimizar diversos procesos operativos en tiempo real.

Se detectó que una implementación de un ERP sea exitosa, se deben seleccionar apropiadamente los módulos que integran el sistema adecuándolos a los requerimientos de la empresa. Es decir, las alineaciones entre los objetivos de la empresa y la TI son inevitables cuando se implementa un nuevo sistema en una estructura organizacional existente. En consecuencia, los proyectos de implementación de ERP enfrentan riesgos importantes, incluidos los usuarios que evitan o hacen un mal uso del sistema, o que lo adoptan de una manera que no captura completamente los beneficios esperados del proyecto. El cambio de paradigma de las personas por la edad y los conocimientos son la causa principal del retraso de la implementación del proyecto. En el caso de la implementación del módulo de almacén, se observaron mejoras como una gestión correcta del inventario teniendo impacto directo en el capital de trabajo, la producción, el nivel de servicio al cliente y ventas.

Por lo tanto, el presente documento presenta un enfoque innovador para diseñar, desarrollar e implementar el ERP basado en medidas de similitud de procesos comerciales.

CAPÍTULO VI: TRABAJO FUTURO

Debería haber muchos registros de éxito del sistema ERP y esto es para demostrar a las empresas que los sistemas ERP pueden contribuir a mejorar el rendimiento general de su negocio. Por lo tanto, esta investigación alienta a las empresas a adoptar sistemas ERP y luego contribuir a la difusión de la tecnología. El hallazgo de este estudio respalda esta justificación y registra un nuevo éxito de los sistemas ERP en las empresas de México. Se propone dar seguimiento a la implementación del sistema ERP, y así detectar fallas o mejoras en el sistema.

Como trabajo futuro se puede analizar la implementación de un JIT en los sistemas de inventario, para lo cual, se requiere elaborar pronósticos del petróleo y tener en cuenta la economía del país y la economía global.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Programa de la Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro por los conocimientos adquiridos que se aplicaron en esta investigación. Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca obtenida CVU 624811.

REFERENCIAS

Aguilar Santamaría P.A. (2012). Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa. *Pensamiento & Gestión*, 32, 142-164.

Aguirre Mayorga S., Franco Téllez C. (2005). Diseño de un modelo de inventarios para la operación logística de una compañía farmacéutica. *Ingeniería y Universidad*, 9(1), 29-45.

Akkermans A.H., Bogerd P., Yücesan E., Wassenhove L.N.van (2003). The impact of ERP on supply chain management: Exploratory findings from a European Delphi study. *European Journal of Operational Research*, 146(2), 284-301. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00550-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00550-7)

Causado Rodríguez, E. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 163-178.

Carrillo S., Bravo Zanoguera L. M. & Zulema Córdova Ruiz M. A. (2016). El Control De Los Inventarios Y Sus Implicaciones Financieras en El Capital De Trabajo De Las Empresas. *Pretium: Revista de Economía, Negocios y Finanzas*, 6(1), 13–20.

Cejas Martínez M., Garrido Bayas I.Y. (2017). La gestión del inventario como factor estratégico en la administración de las empresas. *Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales*, 112-113.

ConserFlow (2019), Home: ConserFlow, Puebla, México, recuperado de: <http://www.conserflow.com> Consultado el 1ero de enero 2022.

Fischer M., Heim D., Hösselbarth M., Winkelmann A. (2017). Assessing Organization-System Fit in ERP Selection Procedures – A Literature Review. In: Kurosu, M. (eds) *Human-Computer Interaction. User Interface Design, Development and Multimodality. HCI 2017. Lecture Notes in Computer Science*, vol 10271. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58071-5_11

Guerrero Luzuriaga, A., Marín Guamán, M., & Bonilla Jurado, D. (2018). Erp como alternativa de eficiencia en la gestión financiera de las empresas. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 182–193.

Karim N.A., Nawawi A., Salin A.S. (2018). Inventory control weaknesses – a case study of lubricant manufacturing Company. *Journal of Financial Crime*, 25(2), 436-449, 2018, <https://doi.org/10.1108/JFC-11-2016-0077>

Kelle P., Akbulut A. (2005). The role of ERP tools in supply chain information sharing, cooperation, and cost optimization. *International Journal of Production Economics*, 93-94, 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.06.004>

Kolesnikova O.I., Pershin Y.G. (2017). Economic Order Quantity for Oil Products as Exemplified by Lukoil-Uralnefteproduct Company. *Science of Krasnoyarsk / Nauka Krasnoyar'ya*, 6(1, 2), 181–186.

Mzoughi N., Bahri N., Ghachem M. S. (2008). Impact of Supply Chain Management and ERP on Organizational Performance and Competitive Advantage: Case of Tunisian Companies. *Journal of Global Information Technology Management*, 11(3), 24–46. <https://doi.org/10.1080/1097198X.2008.10856472>

Olhager J., Rapp B. (1991). Set-up reduction and inventory turnover rate. *The International Journal of Production Research*, 29(1), 95-105. <https://doi.org/10.1080/00207549108930050>

Pelphrey M.W. (2015) *Directing the ERP Implementation: A Best Practice Guide to Avoiding Program Failure Traps While Tuning System Performance*. Resource Management, CRC Press, ISBN: 1482248417,9781482248418.

Sánchez-Partida D., Guevara-Corona A., Martínez-Flores J.L., & Cano-Olivos P. (2019). Improvement Proposal in Inventories at an Automotive Supply Company Settled in Mexico. In P. Sahoo (Ed.), *Optimizing Current Strategies and Applications in Industrial Engineering* (pp. 220-237). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8223-6.ch010>

Sánchez-Partida D., Rodríguez-Méndez R., Martínez-Flores J.L., Caballero-Morales S.O. (2018) Implementation of Continuous Flow in the Cabinet Process at the Schneider Electric Plant in Tlaxcala, Mexico. *INFORMS Journal on Applied Analytics* 48(6):566-577. <https://doi.org/10.1287/inte.2018.0966>

Sánchez-Sánchez P.A., García-González J.R. & Ortiz-Ospino L.E. (2017). Metodología para la comparación de sistemas de planificación de recursos empresariales para servicios logísticos portuarios. *INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería*, 25(3), 547–560.

Saleh Shatat A., Mohamed Udin Z. (2012), The relationship between ERP system and supply chain management performance in Malaysian manufacturing companies, *Journal of Enterprise Information Management*, 25 (6), 576-604. <https://doi.org/10.1108/17410391211272847>

Tarigan Z.J.H., Siagian H., & Jie F. (2021). Impact of enhanced Enterprise Resource Planning (ERP) on firm performance through green supply chain management. *Sustainability*, 13(8), 4358. <https://doi.org/10.3390/su13084358>

Ullah A., Baharun R.B., Nor K.MD., Siddique M., & Sami A. (2017). Enterprise Resource Planning (ERP) Systems and User Performance. *Journal of Managerial Sciences*, 11(3), 377–390.