

Optimización de la Eficiencia Operativa Mediante el Rediseño del Almacén de Productos Terminado

Balderas-Solís, J G.¹; Carrera-Barraza, B¹, Cháirez-Acosta, L I.¹; Magallanes-Armendáriz, J F.¹; Chiw-Gramillo, E D.¹

Datos de Adscripción:

¹ José Guadalupe Balderas Solís. Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera. Torreón-San Pedro km 7.5, Ejido Ana. Torreón, Coahuila, México C.P. 27170 josebalderassolis@gmail.com <https://orcid.org/0009-0004-3950-7156>

¹ ✉ Brenda Carrera Barraza. Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera. Torreón-San Pedro km 7.5, Ejido Ana. Torreón, Coahuila, México C.P. 27170 brenda.cb@torreon.tecnm.mx <https://orcid.org/0009-0006-5533-967>

¹ Luvianka Ivonet Cháirez Acosta. Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera. Torreón-San Pedro km 7.5, Ejido Ana. Torreón, Coahuila, México C.P. 27170 luvianka.cg@torreon.tecnm.mx <https://orcid.org/0009-0006-9395-6555>

¹ Jesús Francisco Magallanes Armendáriz. Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera. Torreón-San Pedro km 7.5, Ejido Ana. Torreón, Coahuila, México C.P. 27170 jesus.ma@torreon.tecnm.mx <https://orcid.org/0000-0002-9982-2607>

¹ Esmeralda Daniela Chiw Gramillo. Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera. Torreón-San Pedro km 7.5, Ejido Ana. Torreón, Coahuila, México C.P. 27170 esmeralda.cg@torreon.tecnm.mx <https://orcid.org/0009-0005-6653-2215>

Resumen - En el contexto empresarial, la mejora de la competitividad requiere optimizar la eficiencia en toda la cadena de suministro, considerando no sólo la relación con proveedores y el servicio al consumidor, sino también la seguridad laboral. Un factor determinante en este proceso es el diseño del almacén, el cual influye en la reducción de actividades sin valor agregado y en la seguridad de los trabajadores. Este estudio se realizó en una empresa de la Comarca Lagunera dedicada a la fabricación de productos de acabado para la construcción. Su objetivo fue maximizar la eficiencia operativa y garantizar un entorno laboral seguro. La metodología empleada incluyó la recopilación de datos primarios para la implementación de la metodología Systematic Layout Planning y el algoritmo Corelap, herramientas que permiten un análisis estructurado del diseño del almacén. Los resultados del estudio evidenciaron que el rediseño del layout permitió reducir el tiempo del ciclo de picking y mejorar las condiciones de seguridad. Además, se optimizó el flujo de materiales y se organizaron los espacios de trabajo, incrementando la eficiencia operativa. La nueva distribución del almacén también contribuyó a la reducción de costos operativos asociados a traslados innecesarios de productos. En conclusión, la planificación estratégica del layout representa un factor clave para mejorar la productividad y seguridad en las operaciones logísticas. Este estudio demuestra que la implementación de metodologías estructuradas permite alcanzar mejoras sustanciales en la eficiencia y en la protección de los trabajadores.

Palabras Clave: Almacén, Eficiencia, Layout, Seguridad, Rediseño

Abstract - In today's business environment, enhancing competitiveness requires optimizing efficiency across the supply chain, not only by strengthening supplier relationships and customer service but also by ensuring

occupational safety. Warehouse design plays a critical role in this process, as it directly influences the elimination of non-value-added activities and the protection of workers.

This study was conducted in a company located in the Comarca Lagunera region, dedicated to manufacturing finishing products for the construction industry. Its objective was to maximize operational efficiency while fostering a safer work environment. To achieve this, primary data were collected and analyzed through the Systematic Layout Planning methodology and the Corelap algorithm, which provide a structured approach to warehouse design. The results demonstrated that the redesigned layout significantly reduced picking cycle time, optimized material flow, and reorganized workspaces, thereby improving both operational efficiency and safety conditions. Furthermore, the new warehouse distribution contributed to reducing operational costs associated with unnecessary product movements. In conclusion, strategic warehouse layout planning is a key driver of productivity and occupational safety in logistics operations. This study confirms that the application of structured methodologies can generate substantial improvements in efficiency and worker protection.

Keywords: Efficiency, Layout, Redesign, Safety Warehouse

I. INTRODUCCIÓN

En el entorno actual donde se encuentran inmersas las empresas y que es altamente competitivo, la eficiencia de la cadena de suministro, es un factor de suma importancia para asegurar la sostenibilidad operativa y lograr alcanzar el punto final de dicha cadena, es decir la satisfacción del cliente, es ahí donde se pone de manifiesto el cúmulo de acciones que la empresa realiza para lograr fortalecer su imagen corporativa y permanencia de los clientes.

La cadena de suministro integra los múltiples procesos de la producción de bienes de consumo, desde abastecimiento, producción, logística, administración de inventarios, y la respuesta a la demanda que deben coordinarse eficazmente para asegurar que los productos lleguen a su destino de forma rápida, segura y eficiente (Dadzie y Amponsah, 2025).

Un punto medular para que las mercancías lleguen a su destino de forma ágil y segura es el contar con un adecuado almacén en las diferentes etapas del proceso, es por esto que este proyecto se abocó en hacer más eficiente el almacén de productos terminados.

La logística realizada en el diseño y manejo del almacén es un factor crítico dentro de los elementos que conforman la cadena de suministro, ya que tiene gran impacto en elementos precedentes a la producción, durante la fabricación y en la distribución de los elementos involucrados en el proceso, por lo que es fácilmente inferir que impacta de forma directa en la productividad de la empresa, así como en la seguridad de todos los agentes que se encuentran presente en el área de piso de la empresa, dado lo mencionado anteriormente es un punto que afecta a los costos operativos de la empresa.

En suma, la gestión del almacén constituye un punto neurálgico cuya optimización resulta ineludible. En este contexto, dentro de la cadena de suministro, el almacén constituye un eslabón esencial para mantener la continuidad de las operaciones productivas, organización y resguardo del inventario de forma eficiente, así como agilizar la entrega puntual de los productos a lo largo de toda la red productiva (Pajić et al., 2024).

Contrario a lo que cabría esperar en un mercado saturado de soluciones tecnológicas, aún existen empresas que tienen áreas de oportunidad en relación a su layout por ser poco eficiente, lo que se demuestra al generar traslados innecesarios tanto de personas, como de elementos en proceso, contribuyendo en la generación de tiempos muertos en las operaciones, así como de representar un riesgo en el rubro de la higiene y seguridad industrial, originados tanto por limitaciones físicas como ergonómicas.

Dado lo anterior, seleccionar estratégicamente la ubicación y la distribución del almacén dentro del entorno empresarial es una decisión clave, ya que impacta directamente en la eficiencia de los procesos y en los costos operativos asociados. (Průša et al., 2024).

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

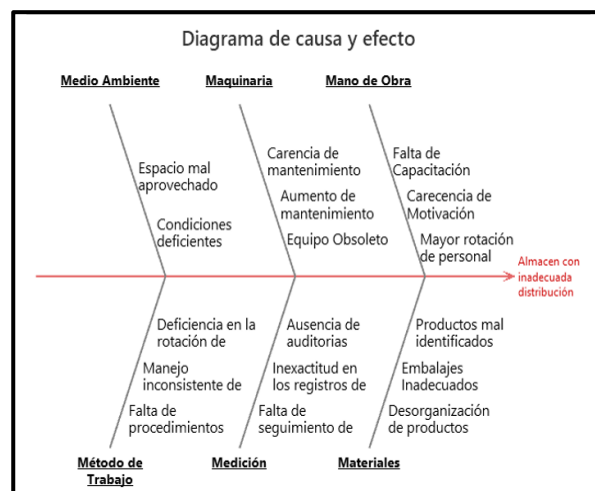
Esta investigación adopta un enfoque aplicado, ya que su propósito es generar conocimiento útil para resolver problemáticas específicas del contexto real. Este tipo de investigación, como explican Bernal et al., (2021), se caracteriza por "buscar nuevos conocimientos, que permitan dar soluciones" a situaciones reales y concretas (p. 8).

Asimismo, el estudio emplea un diseño no experimental, ya que observa los fenómenos en su contexto natural sin alterar las variables involucradas. Aunque esta estrategia limita la capacidad de inferir causalidad, proporciona una visión más auténtica y bajo las condiciones de la realidad analizada, alineándose con los objetivos de la investigación. En este sentido, Calle (2023) destaca que "la investigación no experimental es más natural y cercana a la realidad cotidiana" (p. 1876).

Con el fin de visualizar las relaciones causa-efecto del problema y priorizar las acciones de mejora, se elaboró un diagrama de Ishikawa que, al plasmar de manera estructurada los factores que originan el resultado observado, orienta la toma de decisiones hacia las causas raíz (Kumah et al., 2024).

La representación funcionó como un mapa común permitiendo ubicar el verdadero cuello de botella y convertir los hallazgos en pasos prácticos acordes con el ritmo operativo y las capacidades de la empresa. El diagrama resultante se muestra en la Figura 1.

Figura 1
Diagrama de Ishikawa.



Nota. El diagrama identifica las causas raíz asociadas a los problemas de distribución en el almacén, sirviendo como base para definir acciones de mejora.

El diagrama de la Figura 1 brinda una visión integral del problema del almacén expuesto con anterioridad, el cual denota inadecuada distribución sugiriendo trabajar en la optimización del layout físico para la detección de áreas de oportunidad en el aprovechamiento del espacio, desorganización de productos y las posibles condiciones físicas inapropiadas para garantizar la máxima eficiencia operativa del almacén.

Debido a su eficacia y principalmente por el reconocimiento que se ha ganado en la industria, la empresa decidió utilizar la metodología Planeación Sistemática de la Distribución en planta o comúnmente llamada por sus siglas en inglés SLP, originadas por su nombre Systematic Layout Planning, el cual a pesar de los años de existencia sigue siendo vigente pues se centra en analizar los movimientos realizados durante la producción, para posteriormente, eliminando todo aquel desplazamiento que no agregue valor, es decir la herramienta SLP permitió identificar según el criterio de importancia la cercanía entre las áreas del almacén, logrando así reducir los movimientos innecesarios mejorando la disposición general de cada área en el almacén. (Neyra, 2021).

En general el método de planeación sistemática de la distribución se emplea para optimizar la disposición física de áreas de trabajo, equipos y maquinaria, con el objetivo de reducir tiempos y costos de producción (Rodas y Ramos, 2024).

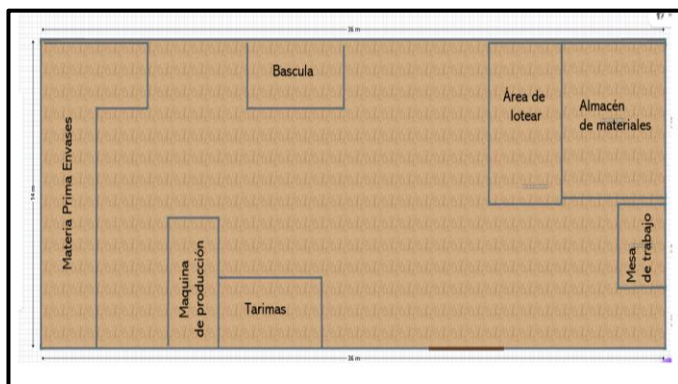
Para alcanzar el objetivo central del método SLP, la empresa busco optimizar el espacio disponible mediante la reducción de movimientos innecesarios de materiales, personas e incluso información; esto se logró ubicando de forma adyacente las áreas funcionales que guardan una relación operativa entre sí (Corrêa et al., 2024).

Como resultado, los trabajadores recorren trayectorias más cortas y menos extenuantes, lo que se traduce en una jornada laboral más ágil y confortable. Además, al fluir la información de manera más directa entre áreas adyacentes, se incrementa la capacidad de respuesta ante imprevistos y se disminuye la probabilidad de errores en la cadena de producción.

Una vez identificadas las relaciones de cercanía entre las áreas involucradas, estas se representan en el diagrama relacional de actividades, el cual organiza dichas relaciones conforme a distintos niveles de importancia, utilizando una regla nemotécnica ampliamente reconocida: A (absolutamente importante), E (especialmente importante), I (importante), O (ordinaria), U (sin importancia) y X (indeseable) (Torres et al., 2020).

Para poder elaborar el layout del almacén de producto terminado, la empresa comenzó por realizar la relocalización de todas las áreas existentes en la empresa, ya que también se carecía de un layout general de las áreas productivas, por lo que de forma provisional se generó el layout actual, únicamente con la finalidad de mostrar la distribución hasta ese momento, el cual se muestra en la Figura 2.

Figura 2
Layout actual de la empresa.



Nota. Representación de la disposición de áreas previo al rediseño.

En base a la información de la Figura 2, la empresa realizó el análisis de las relaciones entre los departamentos para posteriormente utilizarlas en la generación de una propuesta de layout, para lo anterior la empresa elaboró los criterios a utilizar en la adecuada atribución de las vocales a las parejas de las diferentes áreas productivas, en base a la interacción existente, la codificación antes mencionada se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Criterios para asignación de las vocales a las relaciones entre las áreas.

Código	Frecuencia de Interacción
5	Interacción diaria y continuamente
4	Interacción frecuente, varias veces al día o diaria
3	Interacción moderada, o varias veces por semana
2	Interacción ocasional, semanal o menor
1	Interacción muy baja o nula
0	Riesgo o conflicto si están cercanos

Nota. Define los niveles de interacción funcional entre departamentos, sirviendo como insumo para construir el diagrama de relaciones de actividades.

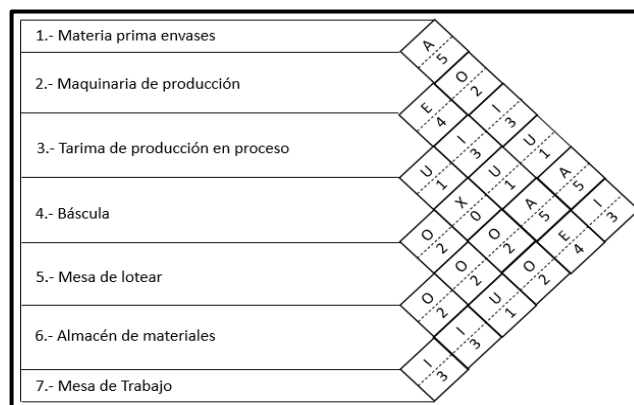
Con la Tabla 1 de criterios para asignación de las vocales a las relaciones entre las áreas, y en base a la experiencia del personal entrevistado, así como con ayuda de un diagrama de proceso, se procedió a generar el diagrama de relaciones de las actividades entre departamentos mostrado en la Figura 3, para posteriormente elaborar el diagrama diamante de la distribución propuesta, el cual se muestra en la Figura 4

Figura 3
Diagrama de relación de actividades.

Áreas	A	E	I	O	U	X
1.- Materia Prima Envase	2,6	---	4,7	3	5	---
2.- Máquina de Producción	1,6	3,7	4	---	5	---
3.- Tarimas de Producción en proceso	---	2	---	1,6,7	4	5
4.- Báscula	---	---	1,2	5,6	3,7	---
5.- Mesa de Lotear	---	---	7	4,6	1,2	3
6.- Almacén de Materiales	1,2	---	7	3,4,5	---	---
7.- Mesa de Trabajo	---	2	1,5,6	3	4	---

Nota. Relaciones funcionales entre departamentos del almacén conforme a la metodología SLP.

Figura 4
Diagrama diamante de la distribución propuesta.

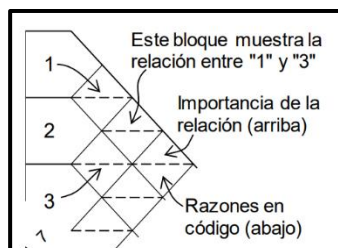


Nota. Ilustra el grado de cercanía deseada entre áreas según la clasificación jerárquica de relaciones en las operaciones.

El diagrama mostrado en la Figura 4, fue llenado en base a la forma tradicional, mostrado en la Figura 5, en donde se logra apreciar la codificación de letra representado el grado de cercanía y el número que representa la justificación por la que es utilizado ese código.

Figura 5

Llenado del diagrama de relaciones.



Nota. Ejemplo del formato tradicional de llenado que asocia letras (relaciones) y números (justificación) dentro del modelo SLP. (Tapia et al., 2023, p. 14).

En la Figura 5 se muestra la forma correcta de llenado del diagrama de relaciones en base al modelo de la metodología SLP (Tapia et al., 2023).

La información contenida en los diagramas de relaciones de actividades presentados en la Figura 3 y la Figura 4 constituye el conjunto de datos de entrada para el algoritmo CORELAP, el cual fue seleccionado para proponer una distribución optimizada (Le Duc et al., 2024).

El algoritmo Corelap se basa en la evaluación de las relaciones entre áreas funcionales para establecer una secuencia lógica en la disposición de los elementos dentro de un layout, una de sus principales ventajas de utilizarlo es que permite generar una propuesta de distribución de áreas desde cero, sin necesidad de contar con una distribución previa.

La determinación de la ubicación de cada elemento se realiza a través de la calificación total de cercanía o nombrado bajo las siglas (TCR) por su nombre en inglés, el cual representa la suma de los valores asignados a la cercanía de un departamento respecto a los demás.

A continuación, se presenta en la Ecuación (1) (Le Duc et al., 2024, p. 103).

$$TCR = \sum_{j=1, i \neq j}^m w_{ij} \quad (1)$$

Donde:

m: número de departamentos

W: puntuación de relación entre los departamentos i y j

Una vez ejecutada (1) el proceso de asignación y disposición de los departamentos dentro de la distribución se resume a como primer paso identificar el primer departamento a ubicar, el cual se selecciona al tener la mayor calificación total de cercanía (TCR), en el caso de que varias áreas presenten el mismo valor máximo

de TCR, se prioriza aquel que posea un mayor número de relaciones del tipo A, seguido después el orden de jerarquía de cercanía de las vocales.

Tras haberse colocado la primera área dentro de lo que se convertirá en la distribución propuesta, la selección del siguiente se basará en su nivel de cercanía con el primer departamento ya ubicado. En caso de existir relación tipo X con las áreas ya asignadas serán situados en la etapa final del proceso de distribución.

A partir de la aplicación de lo expuesto anteriormente, se construyó la tabla de cercanías que se muestra en la Tabla 3. Para ello, se emplearon los valores constantes comúnmente utilizados en la literatura especializada: A = 6, E = 5, I = 4, O = 3, U = 2 y X = 1. No obstante, estos valores pueden ser modificados según el criterio del usuario; en el presente estudio se mantuvieron conforme a los mostrados por Fernández (2019, p. 49), obteniendo así la Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación total de cercanías (TCR).

Clasificación total de cercanía (TCR)																
Área	1	2	3	4	5	6	7	A	E	I	O	U	X	TCR	ORDEN	
1.- Materia prima envases	--	A	O	I	U	A	I	3	0	1	1	1	0	27	(2)	
2.- Maquinaria de producción	A	--	E	I	U	A	E	2	2	1	0	1	0	28	(1)	
3.- Tarima de producción en proceso	O	E	--	U	X	O	O	0	1	0	3	1	0	16	(6)	
4.- Báscula	I	I	U	--	O	O	U	0	0	2	2	2	0	18	(5)	
5.- Mesa de lotear	U	U	X	O	--	O	I	0	0	1	2	2	1	15	(7)	
6.- Almacén de materiales	A	A	O	O	O	--	I	2	0	1	3	0	0	25	(3)	
7.- Mesa de Trabajo	I	E	O	U	I	I	--	0	1	3	1	1	0	22	(4)	

Nota. Presenta la puntuación total obtenida por cada área, utilizada para establecer el orden lógico de ubicación en el layout.

De acuerdo con la Tabla 2, el orden de colocación de las áreas en el layout corresponde al mostrado en la última columna, y conforme a ello se procedió a su acomodo, respetando dicho orden.

El análisis de la colocación de los diversos departamentos funcionales mediante el algoritmo CORELAP permitió establecer un orden lógico de ubicación para las áreas involucradas en el proceso productivo, con base en la clasificación total de cercanía (TCR). Este algoritmo convierte datos cualitativos en valores cuantificables.

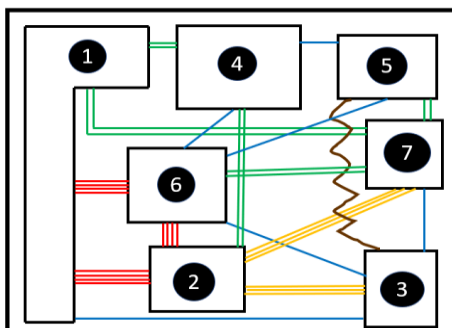
En función de lo anteriormente expuesto, primero se ubicó el área de la maquinaria de producción al obtener el valor más alto de 28 unidades, seguido por el área de materia prima de envases y el almacén de materiales, con puntuaciones de 27 y 25, respectivamente. Dichas áreas reflejan una alta interacción entre ellos, lo que se confirma al tener relaciones de tipo A y E, que indican la necesidad de proximidad física.

El resto de las áreas se ubicaron siguiendo la jerarquía de la regla nemotécnica.

Con el layout propuesto, la distribución del espacio quedó optimizada, dado que se favorecen las conexiones más críticas del sistema productivo. El resultado de esta nueva asignación de áreas se presenta en la Figura 6, mediante el diagrama de hilos elaborado con base en la metodología SLP.

Figura 6

Diagrama de Hilos.



Nota. Ilustra el grado de cercanía deseada entre áreas según la clasificación jerárquica de relaciones operativas de acuerdo al diagrama de hilos.

La Figura 6 ilustra las relaciones de cercanía entre áreas mediante la codificación lineal propuesta por la metodología SLP: las relaciones tipo A se representan con cuatro trazos continuos que unen los departamentos; para los tipos E, I, O y U se descuenta progresivamente un trazo (tres, dos, uno y ninguno, respectivamente), mientras que la relación X se indica con una línea discontinua (Muther, 1970).

Asimismo, se utilizó el código de colores de la misma metodología, en la que, como se hace notar, los colores se asignan de acuerdo con las vocales, de la siguiente manera: el color rojo para la primera vocal, amarillo para la segunda, verde para la tercera y azul para la cuarta, mientras que para la letra U, se omite la utilización de línea. En caso de existir una relación no deseada, se utiliza el color café

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El incremento de la eficiencia operativa de la empresa, derivado de la optimización del layout del almacén de producto terminado, objetivo central del presente estudio, se traduce en una disminución de costos al minimizar los tiempos muertos por traslados y movimientos innecesarios. Asimismo, se logró eliminar tiempos improductivos en la preparación de mezclas y, de forma igualmente relevante, mejorar las condiciones de seguridad del personal.

En este sentido, la evidencia empírica muestra que la eliminación sistemática de movimientos innecesarios dentro de un layout genera espacios de trabajo más seguros y eficientes, al reducir accidentes, inventarios excesivos y tiempos improductivos, lo que a su vez incrementa la satisfacción de los trabajadores (Remigio et al., 2024, p. 71), favoreciendo con ello la eficiencia global de la organización.

Adicionalmente, la reducción de desplazamientos innecesarios entre áreas —es decir, aquellos que no agregan valor al producto— favorece la preservación de su apariencia y limpieza, lo cual incide positivamente en la satisfacción del cliente.

Todo lo anterior abona al aumento de la calidad global de la empresa y al alcance del objetivo del estudio, mediante el aprovechamiento de forma óptima de los recursos disponibles y la generación de resultados superiores en términos de eficiencia (Albán, 2024)

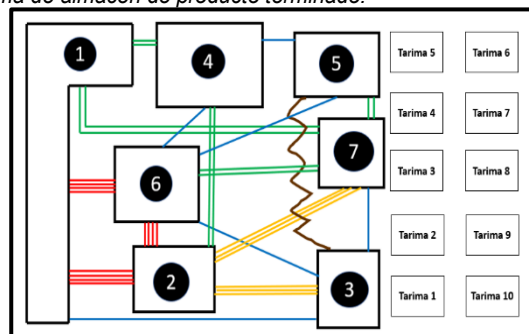
Una vez definido el layout propuesto para las diferentes áreas productivas de la empresa, se contó con la base necesaria para disponer las tarimas destinadas a los productos terminados. Se instalaron diez tarimas, cada una señalizada conforme a la clasificación de los distintos productos; dicha disposición se presenta en la Figura 7, mediante el diagrama de hilos, y posteriormente en la Figura 8.

La Figura 8 corresponde al render 3D generado en Planner 5D, el cual reproduce fielmente las proporciones reales del almacén. El motor de renderizado de la plataforma permitió incorporar detalles ambientales, logrando una visualización realista que facilita la verificación espacial del flujo de operaciones.

Además, el plano tridimensional posibilita detectar interferencias y optimizar la ubicación de las áreas antes de la implementación física, contribuyendo así a una toma de decisiones basada en evidencia visual.

Figura 7

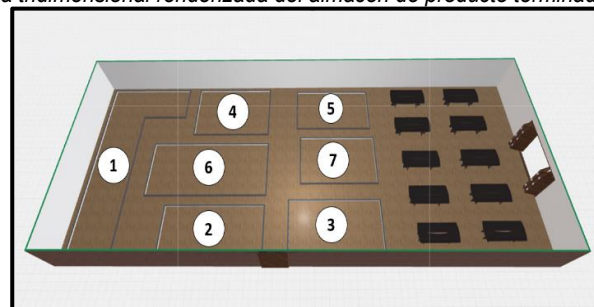
Diagrama de almacén de producto terminado.



Nota. Muestra la ubicación de tarimas.

Figura 8

Vista tridimensional renderizada del almacén de producto terminado.



Nota. Gracias a esta representación se puede imaginar el flujo real de las operaciones y detectar posibles ajustes antes de llevar el diseño al piso.

Siguiendo las fases de la metodología SLP, se evaluaron las alternativas de diseño mediante el método de factores ponderados, un enfoque cuantitativo que compara sistemáticamente las opciones de layout a partir de criterios previamente jerarquizados por la empresa. Dichos criterios, junto con su ponderación, se presentan en la Figura 9 (Rodríguez et al., 2023).

La suma de los valores ponderados asignados a los factores seleccionados por la empresa se normaliza a 1. Luego, cada factor de la tabla se calificó —para ambas alternativas— en una escala de 1 a 10, según el grado de satisfacción alcanzado. El puntaje de cada alternativa se obtuvo multiplicando el peso de cada factor por su calificación correspondiente.

El análisis mostró que el layout propuesto es la opción más ventajosa, con una puntuación global de 6.5, superior a la registrada por la alternativa 1 (diseño original), tal como se aprecia en la Figura 9.

Figura 9

Método ponderado de factores.

Factores	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
		Puntos	Calificación	Puntos	Calificación
Flujo de materiales	0.2	4	0.8	7	1.4
Uso optimo de espacio	0.3	3	0.9	7	2.1
Condiciones de seguridad	0.2	4	0.8	6	1.2
Facilidad de control y supervisión	0.15	5	0.75	6	0.9
Facilidad de mantenimiento	0.15	4	0.6	6	0.9
TOTAL	1.00		3.85		6.5

Nota. Evaluación cuantitativa entre diseños alternativos del layout mediante criterios jerarquizados por la empresa.

Tras la etapa de evaluación cuantitativa realizada mediante la metodología Systematic Layout Planning (SLP), el layout propuesto obtuvo la puntuación más alta, suficiente en principio para avalar el cambio en la distribución del almacén de producto terminado. No obstante, la empresa decidió contrastar los beneficios calculados con un análisis operativo adicional: se compararon los tiempos empleados en la mezcla de un producto seleccionado y, especialmente, los tiempos de order picking bajo la configuración actual y la alternativa sugerida.

Esta verificación resultó clave porque, aunque ambos indicadores influyen en el desempeño del almacén, sin embargo, la fase de picking tiene un peso de mayor significancia, dado que es la etapa donde se concreta el cumplimiento del pedido del cliente y donde se concentra una parte considerable de los costos operativos. Por ello, optimizar el picking no solo puede acortar plazos y reducir gastos, sino también elevar la satisfacción del cliente y la productividad global de la empresa (Hai Robotics, 2024).

Lo anterior pone en evidencia que una buena gestión del picking no es solo deseable, sino esencial. Esta actividad puede representar más de la mitad de los costos operativos en un centro productivo, lo que la convierte en una de las más exigentes

dentro del almacén. Cuando se realiza de forma eficiente, contribuye a entregar los pedidos con mayor rapidez y exactitud, mejorando tanto la experiencia del cliente como el rendimiento general de la operación en la empresa (Luu et al., 2023).

En términos generales, cuando el proceso de picking se realiza con precisión y eficiencia, no solo se agiliza el cumplimiento de los pedidos, sino que también se fortalece la relación con el cliente y se mejora el desempeño económico de la empresa.

Para comprobar cuánto contribuye la nueva disposición del almacén a esta eficiencia, se midieron los tiempos de tres actividades clave en ambos escenarios. Los resultados comparativos —expresados en minutos— se presentan en la Figura 10 para el layout original y en la Figura 11 para el layout optimizado.

Figura 10

Resultados en minutos de tres diferentes actividades con layout original.

Actividades de un día en minutos del Layout original			
	Recolección de materia prima necesaria para la elaboración de la mezcla (preparación de la mezcla)	Preparación de tarima de 80 bultos (producto envasado)	Picking
	17	9	12
	14	12	14
	17	9	13
	16	10	13
	16	9	14
	17	9	15
	15	11	14
	15	10	14
	16	12	14
	14	10	15
	15	9	14
	16	10	14
	15	10	13
Promedio en minutos	15.615	10.000	13.7692

Figura 11

Resultados en minutos de tres diferentes actividades con layout optimizado.

Actividades de un día en minutos del Layout Propuesto			
	Recolección de materia prima necesaria para la elaboración de la mezcla (preparación de la mezcla)	Preparación de tarima de 80 bultos (producto envasado)	Picking
	10	10	9
	11	9	11
	11	10	9
	9	9	9
	10	9	9
	10	10	9
	11	9	11
	8	9	10
	10	11	9
	11	9	11
	10	10	11
	8	9	10
	10	10	11
Promedio en minutos	9.923	9.538	9.92308

La efectividad del layout optimizado del almacén del producto terminado mostrado en Figura 11 deja ver el ahorro en minutos en promedio por día.

Por otra parte, la Figura 12 muestra los ahorros promedio en minutos obtenidos mediante la implementación del layout optimizado, en comparación con el diseño original.

Los resultados indican una mejora significativa en tres procesos clave: la recolección de materia prima para la elaboración de mezclas, la preparación de tarimas con producto envasado y la actividad de picking. Estas reducciones en tiempo operativo reflejan una mayor eficiencia en el flujo dentro del almacén.

Figura 12

Ahorros en minutos del layout optimizado vs layout original.

Ahorro promedio en minutos del layout propuesto con respecto al original		
Recolección de materia prima necesaria para la elaboración de la mezcla (preparación de la mezcla)	Preparación de tarima de 80 bultos (producto envasado)	Picking
5.692	0.462	3.846

Finalmente, como parte del análisis comparativo entre el layout original y el optimizado, la Figura 13 pone de manifiesto una disminución significativa de los tiempos —medidos en minutos— de las actividades ejecutadas durante una jornada laboral.

Los tiempos promedio de la recolección de materia prima necesaria para la elaboración de la mezcla mostró una reducción del 36.45 %, lo que significa que el layout propicia una localización de los insumos más rápido, con lo que se puede asumir que existió disminución en los desplazamientos.

En el caso de la actividad de picking, la disminución fue de 27.93 %, imputable a la optimización del flujo de las operaciones y cercanía de los productos respecto a las zonas de embarque.

En cuanto a la preparación de la tarima de 80 bultos, se registró una reducción menos significativa, del 4.62 %; sin embargo, sí se observó una mejora.

Figura 13

Análisis de efectividad del layout optimizado.

Actividad	Promedio Layout Original (min)	Promedio Layout Propuesto (min)	Disminución (%)
Recolección de materia prima (preparación de la mezcla)	15.61538462	9.923076923	36.45%
Preparación de tarima de 80 bultos (producto envasado)	10	9.538	4.62%
Picking	13.7692	9.92308	27.93%

Los resultados mostrados confirman que el rediseño del layout contribuyó a optimizar los tiempos operativos, generando un impacto positivo en la eficiencia general del sistema productivo, lo que incide en el último eslabón de la cadena de abastecimiento, al favorecer la satisfacción del cliente y, con ello, apoyar la creación de ventajas competitivas, lo cual es primordial independientemente del giro al que pertenezca la empresa, este aspecto resulta fundamental para su permanencia en el mercado (Rojas et al., 2023, p. 59).

IV. CONCLUSIONES

En función del objetivo planteado del estudio y los resultados alcanzados y mostrados con anterioridad, la empresa alcanzó lo propuesto, ya que se evidenció la reducción de los movimientos y de las relaciones entre áreas, adicional se mejoró las condiciones de seguridad de la empresa, al disminuir el recorrido de las instalaciones.

La selección de las metodologías Planeación Sistemática de la Distribución y del algoritmo Coralep resultó adecuada, ya que ambas continúan vigentes al centrarse en el análisis de las relaciones entre pares de áreas funcionales, un enfoque clave en empresas que adoptan prácticas Lean. Aunque se trata de herramientas desarrolladas en etapas previas a la transformación digital, su integración con tecnologías propias de la Industria 4.0, como la simulación y el renderizado tridimensional, fortalece su aplicabilidad en la actualidad.

Esta combinación permite validar escenarios operativos, anticipar posibles cuellos de botella y comunicar de manera visual y efectiva los diseños propuestos, facilitando una toma de decisiones más informada y ágil.

El principal reto para aplicar metodologías menos recientes de manera efectiva radica en la calidad de la información proporcionada por los participantes. En el presente estudio, los datos fueron validados por al menos tres involucrados, a fin de reducir la variabilidad y asegurar la confiabilidad de la información.

En conclusión, el estudio permitió a la empresa optimizar su eficiencia operativa mediante el rediseño del almacén de productos terminados. Asimismo, confirmó que la aplicación de metodologías estructuradas y consolidadas para mejorar el layout resulta altamente eficaz, sobre todo cuando se complementa con tecnologías actuales.

V. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Torreón por los medios proporcionados para la realización del presente estudio. De la misma manera, se agradece a la empresa involucrada por atender la solicitud de información para esta investigación.

VI. REFERENCIAS

Albán Yépez, M. S. (2023). *Propuesta de optimización del layout para la empresa curtidora de cuero "Renaciente" con base a la simulación computacional* [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. *Repositorio Digital EPN*.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/26076/1/CD%2014694.pdf>.

- Bernal Neyra, P. M., Segura Ojeda, L. S., & Oblitas Otero, R. C. (2021). *Diseñar un manual de procedimientos de créditos y cobranzas*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 8. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1095/1495>.
- Calle Mollo, S. E. (2023). *Diseños de investigación cualitativa y cuantitativa*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1870–1872. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7016.
- Corrêa Bitencourt, L., Baldez, K. dos S., Lopes, D. G., Pedrosa, P. de O., & Peralta, C. B. da L. (2024). Proposta de layout para uma fábrica de alfajores utilizando o método SLP. *Revista Produção Online*, 24(1), 5131. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v24i1.5131>
- Dadzie, E. B., & Amponsah, R. (2025). *Evaluating the role of logistics in supply chain management*. *Dama Academic Scholarly Journal of Researchers*, 10(1), 112–133. <https://doi.org/10.4314/dasjr.v10i1.5>.
- Fernández Márquez, B. (2019). *Memoria CORELAP 01* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Sevilla]. *Repositorio de la Universidad de Sevilla*.
- Hai Robotics. (2024, julio 2). *The ultimate guide to warehouse order picking: Processes, strategies, and best practices*. Sitio web corporativo. <https://www.haibotronics.com/>
- Kumah, A., Nwogu, C. N., Issah, A. R., Obot, E., Kanamitie, D. T., Sifa, J. S., & Aidoo, L. A. (2024). Cause-and-Effect (Fishbone) Diagram: A Tool for Generating and Organizing Quality Improvement Ideas. *Global journal on quality and safety in healthcare*, 7(2), 85–87. <https://doi.org/10.36401/JQSH-23-42>
- Le Duc Dao, Le Duc Hanh, & Khoi, T. Q. (2024). Material handling cost optimization for a pushbelt manufacturing company using computerized relationship layout planning Algorithm. *Tạp Chí Khoa học Trường Đại học Quốc Tế Hồng Kông*, 6, 99–106. <https://doi.org/10.59294/HIUIJS.VOL.6.2024.635>
- Luu, V. T., Chromjaková, F., & Bobák, R. (2023). An optimization approach for an order-picking warehouse: An empirical case. *Journal of competitiveness*, 15(4), 154–178. <https://doi.org/10.7441/joc.2023.04.09>
- Muther, R. (1968). *Planificación y proyección de la empresa industrial* (Edición en español). *Editores Técnicos Asociados*. <https://richardmuther.com/>...
- Neyra Rosales, V. H. (2021, noviembre 8). *Sistema de gestión de almacenes... clasificación ABC...* [Tesis de maestría, Universidad Privada del Norte]. *Repositorio Institucional UPN*. <https://repositorio.upn.edu.pe/>...
- Pajić, V., Andrejić, M., Jolović, M., & Kilibarda, M. (2024). Strategic Warehouse Location Selection in Business Logistics: A Novel Approach Using IMF SWARA–MARCOS—A Case Study of a Serbian Logistics Service Provider. *Mathematics*, 12(5), 776. <https://doi.org/10.3390/math12050776>
- Průša, P., Mikušová, N., & Becková, H. (2024). Multi-Criteria Decision-Making Techniques for Optimal In-House Storage Location Selection. *Applied Sciences*, 14(18), 8241. <https://doi.org/10.3390/app14188241>
- Remigio-López, S. K., Pinales-Valdez, E. G.; Valdez-Díaz J.M, Carrera-Barraza, M.J; Carrera-Barraza, B. (2024). *Disminución del porcentaje de defectos en línea de producción* de una empresa automotriz mediante uso de Lean Manufacturing. *Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec. Lerdo*, 1(9), 67–73. <https://revistacid.itslerdo.edu.mx/>...
- Rodas Quintana, Jean. P., Ramos O. Ana P. (2024). *Propuesta de mejora para incrementar la productividad en una PYME peruana del sector muebles utilizando herramientas Lean y el Método SLP*. [Tesis de licenciatura, UPC]. *Repositorio Académico UPC*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/674412/Rodas_QJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, L., Loyo, J., Silva, U. (2023). LAYOUT EVALUATION WITH THE INDUSTRY 4.0 APPROACH FOR A MANUFACTURING LABORATORY. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SIMULATION MODELLING*, 22 (4), pp. ,, https://www.ijssim.com/Full_Papers/Fulltext2023/text22-4_642.pdf
- Rojas-López, I. A., Carrera-Barraza, B., Chairez-Acosta, LI., Chiw-Gramillo, ED., Magallanes-Armendariz, JF. (2023). *Desarrollo del proceso de aprobación de piezas de producción como ventaja competitiva en una empresa de manufactura*. *Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec. Lerdo*, 1(9), 69–74. http://repocid.itslerdo.edu.mx/coninci2023/2023_Ciencia_Ingenieria_Desarrollo_Tec_Lerdo.pdf
- Tapia Esquivias, M., Ruelas Santoyo, EA., Luna González, A., Hernández Ripalda, MD., Romero Chávez, LG. (2023, enero). *Redistribución de una planta manufacturera de ramo automotriz en el corredor Laja-Bajío a través del método SLP simplificado*. *Pistas Educativas*, 18(144), 819. <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/3038>
- Torres, K. J., Florez Peña, L. S., Sánchez, C. W., and Castañeda Peñaranda, M. (2020). Metodología SLP para la distribución en planta de empresas productoras de Guadua Laminada Encolada (G.L.G). *Ingeniería*, 25(2), 103–116. <https://doi.org/10.14483/23448393.15378>