

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**SIMULACIÓN EN EL PROCESO LOGÍSTICO DE VENTA DE REPUESTOS EN
UNA EMPRESA DE SERVICIOS PARA INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Joselyn Nataly Rodas Piedra

ASESOR

Santos Confesor Gabriel Blas

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2022

TIB_RodasPiedra

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
I. INTRODUCCIÓN	5
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGIA	8
IV. RESULTADOS	9
V. DISCUSIÓN	23
VI. CONCLUSIONES	24
VII. REFERENCIAS	25

Resumen

El presente estudio ha sido analizado en una empresa de servicios de venta de repuestos de compresores el cual abarca desde filtros de aire, mangueras, válvulas del sistema de control, aceites, entre otros; en donde cuenta con 3 operarios realizando el proceso logístico que va desde el abastecimiento hasta el despacho. El objetivo general de la investigación ha sido efectuar la simulación donde se contrate 1 operario más en el subproceso de despacho; para lo cual se diagnosticó el proceso logístico de los repuestos de compresores; además, se calculó los indicadores de eficiencia, producción diaria y productividad de mano de obra y se realizó el rediseño del modelo actual y una simulación consecuente del proceso logístico para ratificar los resultados. Acto seguido, se ejecutó la propuesta de mejora en el tiempo ciclo del subproceso de despacho concertando el proceso para ratificar los nuevos indicadores; finalmente se estimó la productividad del antes y después de la mejora propuesta en el proceso logístico aumentando de un 1,74 a un 2,61, además de la eficiencia de línea con 56,82% a un 80,33% y la producción diaria de 5 a 11 unidades.

Palabras Claves: Proceso logístico, Simulación, Productividad, Operarios

Abstract

This study has been analyzed in a company that sells compressor spare parts, which includes air filters, hoses, control system valves, oils, among others; where it has 3 operators carrying out the logistics process that goes from supply to dispatch. The general objective of the investigation has been to carry out the simulation where 1 more operator is hired in the dispatch thread; for which the logistics process of compressor spare parts was diagnosed; In addition, the indicators of efficiency, daily production and labor productivity were calculated and the redesign of the current model and a consequent simulation of the logistics process were carried out to ratify the results. Immediately afterwards, the proposal to improve the cycle time of the dispatch sub-process was executed, arranging the process to ratify the new indicators; Finally, the productivity of before and after the proposed improvement in the logistics process was estimated, increasing from 1.74 to 2.61, in addition to the line efficiency with 56.82% to 80.33% and the daily production from 5 to 11 units.

Keywords: Logistics process, Simulation, Productivity, Operators

I. INTRODUCCIÓN

En 2021, en un informe técnico del Instituto Nacional de Estadística e Informática sobre el proceder de la economía peruana en el segundo período, el Producto Bruto Interno (PBI) en lo referente al sector de servicios de diversas industrias significó un crecimiento constante del 14,6% principalmente por el aumento de compras al exterior del 59,1% [1]. Actualmente, casi un 90% de las empresas fabricantes utilizan los equipos de aire comprimido y sus repuestos en sus procesos de producción [2].

La empresa en estudio pertenece al rubro de servicios de venta de repuestos originales de compresores los cuales certifican la vida útil de los equipos; además se realiza el servicio técnico a los clientes que lo solicitan y el alquiler de los compresores a diversas industrias o líneas de negocio; entre estos repuestos se encuentran las mangueras, filtros de aire, válvulas del sistema de control, aceites lubricantes, etc. La empresa realiza sus pedidos en un determinado tiempo para que sean despachados en el tiempo indicado a sus clientes, laborando el área de ventas y logística 8h diarias, 25 días mensuales; no obstante, en el transcurso del año 2021 no se ha logrado satisfacer la demanda como se requiere, lo cual se ha tenido que incluir horas extras para que se cumpla con la demanda prevista.

La investigación se centra en el proceso logístico de repuestos de compresores para ser derivados a la industria, empresa o línea de negocio que lo demande; los jefes de cada área realizan sus compras de manera empírica, provocando que la productividad de la empresa disminuya, debido al cuello de botella presentes en el área de empaquetado, distribución y entrega de la mercancía.

Ante la problemática descrita, surgió la siguiente interrogante: ¿Cómo se incrementará la productividad de una empresa de servicios mediante la simulación de la mejora del proceso logístico de venta de repuestos de compresores? Asumiendo como objetivo determinar el incremento de la productividad mediante la simulación en el proceso logístico de venta de repuestos de compresores y como objetivos específicos se tiene realizar un diagnóstico del sistema logístico de la venta de repuestos de compresores, simular una mejora del proceso logístico de venta de repuestos de compresores y finalmente estimar la productividad del antes y después de la mejora propuesta en el proceso logístico.

II. MARCO TEÓRICO

Para comprender el contenido del siguiente informe de investigación se definen las bases teóricas más importantes:

Simulación: En Ingeniería Industrial la simulación es una técnica virtual en la cual se puede establecer procesos industriales con el propósito de estudiar las diferentes variables o el comportamiento que acoge dentro del sistema; una de las razones por que este se implementa en las diversas industrias es para evaluar las opciones de diseño sin ocasionar altos costos [3].

Proceso logístico: El proceso logístico es un conjunto de actividades consecutivas y ordenadas para que las organizaciones u empresas realicen una gestión adecuada de la materia prima hasta la comercialización del producto terminado [4]

Simulación de procesos industriales: La simulación en procesos industriales se delimita como la utilización de modelos informáticos para probar implícitamente los métodos y procedimientos de fabricación, comprendidos procesos como la calidad, producción, la logística y el transporte [5].

Software ProModel: Este software comercial de simulación es el más empleado, puesto que cuenta con implementos de diseño y análisis de procesos de fabricación, líneas de ensamblajes, entre otros, que facultan trabajar de una manera apropiada la problemática y logrando alcanzar resultados más confidenciales para la toma de decisiones [6].

Productividad: Es la correlación entre el número de bienes y servicios fabricados o producidos, y los recursos empleados en un proceso productivo; utilizada para la medición del rendimiento de equipos, operarios, máquinas, etc. [7]

Costo beneficio: La evaluación del costo- beneficio es el cual nos faculta que al aplicar la mejora se establezca cuanto será el beneficio; para ello es de relevancia considerar cuáles son los gastos en los que se repercute por efectuar la mejora; este estudio nos proporciona una visión panorámica para evidenciar si es proyecto es factible o no; asimismo se decreta el riesgo al implementar y que así la empresa tome una correcta decisión [8].

Silva [9] en su investigación titulada “Propuesta de Mejora para reducir los costos operacionales en el almacén de repuestos de la Empresa de Transportes Uceda SAC” explica que la empresa cuenta con una gestión de stock de repuestos deficiente lo cual no permite que se ejecute el plan de mantenimiento para sus existencias en las fechas exactas o planificadas ocasionando costos operacionales que afectan en la economía de la organización. Debido a ello se proponen mejoras en el proceso logístico con el fin de

disminuir los costos operativos o ingresos no percibidos en dicho proceso. Al efectuar el análisis de causas mediante un diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y matriz de priorización se precisó diferencias en cuanto a inventario físico y contable, con sobreabastecimiento de repuestos o escasos a la vez generando que el área de mantenimiento se vea en la obligación de solicitar existencias en cantidades adicionales, pero de manera empírica para conseguir que se compense las mermas de repuestos en el depósito u almacén. Todo ello ocasiona costos de producción sin ninguna rotación y costos de mano de obra por tiempos muertos causado por la desorganización del almacén y compras empíricas con un total de S/. 412,209.00; para lo cual se desarrolló metodologías como la clasificación ABC de los productos más relevantes, un sistema de codificación, el layout de almacén, un ajuste de registro y de la técnica de pedidos de repuesto y finalmente un procedimiento en la recepción, almacenamiento y distribución con lo cual se obtuvo una disminución del 65% en los costos operacionales del proceso logístico.

Mera [10] en su tesis titulada “Implementación de gestión logística para incrementar la productividad en el almacén de la empresa Servicios Generales Mapel SAC” busca mejorar los procesos logísticos con el objetivo de incrementar la productividad, puesto que se identificó una falta de stock de repuestos, carencia de organización y aseo en el almacén, inapropiada gestión de proveedores y carencia de un método en el área logística. Por ello se estableció la ejecución de la gestión de stock en el depósito donde se usó las herramientas de mejora EOQ, gestión de proveedores, metodología 5s y una nueva elaboración de los procesos los cuales reflejaron un acrecentamiento de la productividad de un 55.71% a 64.29%.

Villanueva [11] en su investigación titulada “Propuesta de mejora para una empresa del sector automotriz basado en el modelo EFQM en la gestión de la calidad” menciona que el nivel de calidad en la empresa ha ido decreciendo, contando con un valor del 63% de un 90% a causas de una escasa capacitación a los técnicos, con un desorden en la identificación de los diferentes repuestos con un 22.3%, carencia de procesos o procedimientos logísticos con un 54.9% y equipos en mal estado. Por este motivo, la empresa del sector automotriz evalúa como propuesta de solución diversas metodologías como los Philip Crosby, 7 pasos, Lean, Deming y EFQM; asimismo mediante una matriz de enfrentamiento y ponderación se logró determinar que el modelo más adecuado es el EFQM con un 770.59% respectivamente. Los resultados muestran que al efectuar la simulación propuesta se alcanzó un 65% de descenso del tiempo en el tratamiento logístico incrementando las ventas en un 8% en el primer año y un 77% en los próximos 4 años y finalmente en el proceso de aceptación,

categorización y cumplimiento del mantenimiento se aumentó en 32%, 22% y 6% correspondientemente.

Bonifacio [12] en su tesis titulada “Mejora en el proceso logístico de la Empresa Servicio Electromecánico ESEM” sustenta la oportunidad de mejora en cuanto al descenso del lapso de entrega y la satisfacción del consumidor en cuanto a pedidos, se efectuó un estudio cualitativo con el objetivo de establecer los métodos que tienen significativo efecto en la disminución de la relación de desempeño, decretando que el proceso logístico es el proceso con mayor criticidad con un 35%; asimismo se elaboró un análisis de tiempos identificando las diligencias que comprenden la senda crítica en el subproceso del depósito en el cual la atención de pedidos o requerimientos demoraba alrededor de 14 días. Para ello, conforme a las causas previstas se realizó un método de mejora de las 5s y un estudio de la gestión de procesos teniendo como resultado la reducción de 4 días en la atención de existencias lo cual cuenta con una inversión de S/.7,534.52.

Morales [13] en su investigación titulada “Implementación de una propuesta de mejora de la gestión logística para incrementar la productividad del almacén principal de la empresa COROIMPORT SAC” se centra en determinar la mejor ejecución de mejora con respecto a la gestión logística a fin de aumentar la productividad del almacén, puesto que cuenta con carencias en su misión y una deficiente comercialización interna ya que no están definidas las áreas de trabajo, generando ineficiencia operativa en el área de logística, un mayor impacto de pérdidas económicas e insatisfacción de clientes.; por lo cual se implementó la gestión de stock mediante el ciclo PHVA permitiendo acrecentar la productividad del almacén en un 93% y las ventas en la empresa.

III. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó en el presente estudio comprende una revisión literaria como tesis, apartados, revistas e informes.

Para el desarrollo del primer objetivo de realizar el diagnóstico del sistema logístico de la venta de repuestos para compresores se recopiló datos mediante un estudio documental del proceso logístico de venta de repuestos de compresores, acto seguido se procedió a realizar una clasificación ABC el cual permitió establecer las existencias o repuestos que ocasionan mayores ingresos a la empresa; se realizó los diagramas de abastecimiento, almacenamiento y despacho del proceso y un diagrama Ishikawa de las causas que forjan la depreciación de la productividad y afectan a la empresa.

Posteriormente, se simuló una mejora del proceso logístico de venta de repuestos para compresores enfocado en el acrecentamiento de la productividad en el área logística. Finalmente, se efectuó la estimación de la productividad del antes y después de la mejora propuesta en el proceso logístico

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico del sistema logístico de la venta de repuestos para compresores

La empresa en estudio concierne al rubro de servicios de venta de repuestos como: aceites lubricantes, mangueras, filtros de aire, válvulas, etc. que sirven para los compresores de aire comprimido ya sean portátiles o estacionarios. El área de ventas junto con el área de logística cuenta con una comunicación diaria, entre las 2 áreas se tiene 3 operarios; la empresa ofrece también servicio de mantenimiento a clientes que adquirieron el equipo y el alquiler de compresores a las fábricas, industrias, entre otros que lo soliciten.

La empresa adquiere ingresos que provienen de dos familias: venta de repuestos y servicio de mantenimiento y reparación, siendo la familia de repuestos de compresores con un incremento en ingreso monetario como se observa en la figura N°01

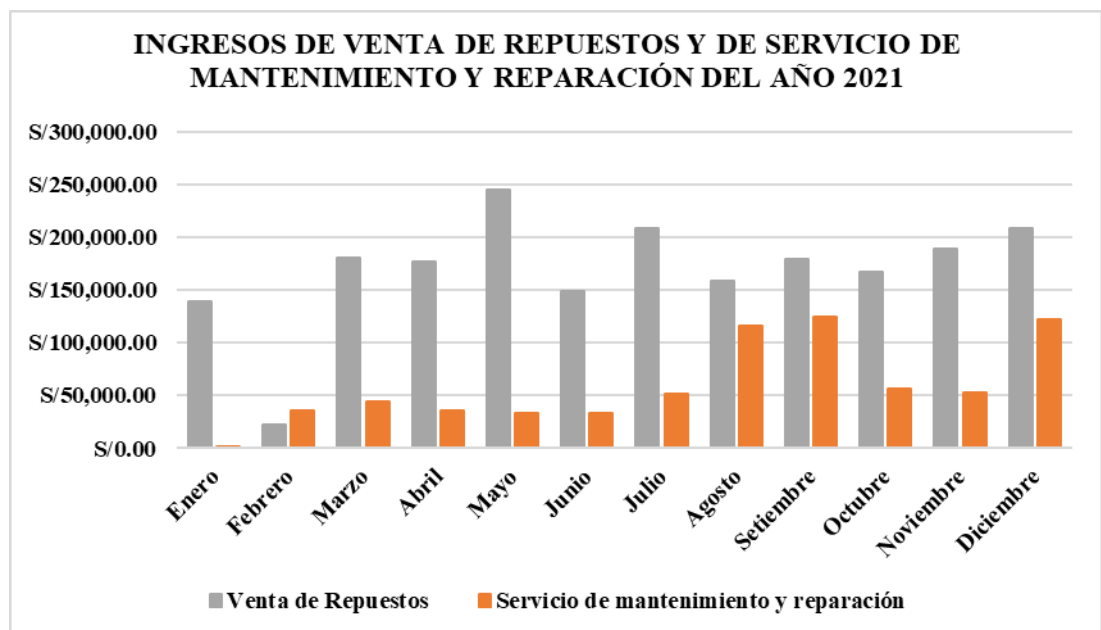


Figura 1: Ingresos de venta de repuestos y de servicio de mantenimiento y reparación

Fuente: Elaboración Propia

Por consiguiente, en la tabla N°01 se visualiza los ingresos de ambas familias de los meses de enero a agosto del año 2021.

Tabla 1: Ingresos mensuales de las dos familias del año 2021

Mes	Venta de Repuestos	Servicio de mantenimiento y reparación	Total
Enero	S/138,830.41	S/805.82	S/139,636.23
Febrero	S/22,011.75	S/35,908.72	S/57,920.47
Marzo	S/180,948.72	S/44,218.05	S/225,166.77
Abril	S/177,356.60	S/36,060.90	S/213,417.50
Mayo	S/245,117.27	S/33,241.96	S/278,359.23
Junio	S/148,941.67	S/33,470.07	S/182,411.74
Julio	S/208,921.96	S/50,982.13	S/259,904.09
Agosto	S/158,891.62	S/116,167.59	S/275,059.21
Setiembre	S/178,888.62	S/124,210.10	S/303,098.72
Octubre	S/166,871.97	S/56,060.80	S/222,932.77
Noviembre	S/188,899.70	S/53,248.76	S/242,148.46
Diciembre	S/208,877.55	S/121,808.78	S/330,686.33
Total	S/2,024,557.84	S/706,183.68	S/2,730,741.52

Fuente: Elaboración Propia

Con la data especificada precedentemente se calculó el porcentaje por cada familia de la empresa de servicios:

$$\% \text{ Ingresos de ventas de repuestos} = \frac{\text{Ingresos por venta de repuestos}}{\text{Ingresos totales}}$$

$$\% \text{ Ingresos de ventas de repuestos} = \frac{S/ 2,024,557.00}{S/ 2,730,741.52} = 74\%$$

$$\% \text{ Ingresos por servicio de mantenimiento y reparación} = \frac{\text{Ingresos de servicio de mantenimiento}}{\text{Ingresos totales}}$$

$$\% \text{ Ingresos por servicio de mantenimiento y reparación} = \frac{S/ 706,183.68}{S/ 2,730,741.52} = 26\%$$

La actividad con un ingreso monetario elevado es la familia de venta de repuestos teniendo un 74%; asimismo el servicio de mantenimiento y reparación constituye solo el 26% del total.

La empresa de servicios se abastece de diferentes repuestos, para poder conocer cuáles son los repuestos con mayor rotación o más prioritarios se efectuó la clasificación ABC (Tabla 2) con los 12 productos que pertenecen a la clase A.

Tabla 2: Clasificación ABC

N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	COSTO PROM.	INGRESO TOTAL	DEMANDA	OFERTA	ABC
1	010-250022-669	LUBRICANTE SULLUBE (5 GALONES)	S/2,819.99	S/194,579.31	69	15	
2	010-02250180-260	LUBRICANTE SULLUBE (5 LITROS)	S/852.34	S/51,992.74	61	65	
3	010-250030-757	LUBRICANTE AWF (5 GALONES)	S/1,050.37	S/51,468.13	49	10	
4	010-02250196-471	LUBRICANTE GRADO ALIMENTICIO PRISTINE FG (55 GLS)	S/30,948.69	S/30,948.69	1	1	
5	010-250022-670	LUBRICANTE SULLUBE (55 GALONES)	S/29,281.03	S/29,281.03	1	1	
6	010-02250193-574	ELE.FIL.FXF-1350 2 1/2", 3"	S/7,147.14	S/21,441.42	3	4	
7	010-02250193-597	ELE.FIL.FXH-1350 2 1/2", 3"	S/7,096.44	S/21,289.32	3	3	
8	010-02250215-617	ELE.FIL.SEPARADOR 1509,1809,2209,3000 (02250215-302)	S/2,100.64	S/21,006.40	10	2	
9	010-02250215-621	ELE.FIL.SEPARADOR S3009P S3709, 4509 (ANT.S3009)	S/2,498.65	S/19,989.20	8	10	
10	010-250025-525	ELE.FIL.ACEITE S10,25,32V,250,375,VS20,VS25	S/538.86	S/18,321.24	34	10	
11	010-02250155-709	ELE.FIL.ACEITE S2209, 3009, 3700, 4500	S/487.96	S/16,590.64	34	15	
12	010-045764	ELE.VALV.TERMAL S8E, SENERGY,SHOPTEK	S/2,926.50	S/14,632.50	5	7	
TOTAL				S/491,540.62	278	143	A

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1. Descripción del proceso logístico

4.1.1.1. Proceso de abastecimiento

- Inspección de repuestos:
El gerente inspecciona los repuestos que faltan requeridos por el área de ventas y logística para realizar un registro de pedidos y indicar la cantidad exacta.
- Cotización de repuestos:
El encargado procede a llamar a los proveedores ya sea de la ciudad de Lima o del exterior y le solicitan la cotización correspondiente de todos los repuestos, luego se verifica cada cotización y se decide a elegir la mejor opción.

- Envío de repuestos:

El pedido se ratifica al proveedor nominado y se deriva a enviar la orden de compra con la lista de productos o materiales precisados y al cabo de unos días o semanas el proveedor envía los pedidos con sus facturas correspondientes; el pedido se verifica y guarda en el depósito. Ver Figura N°02.

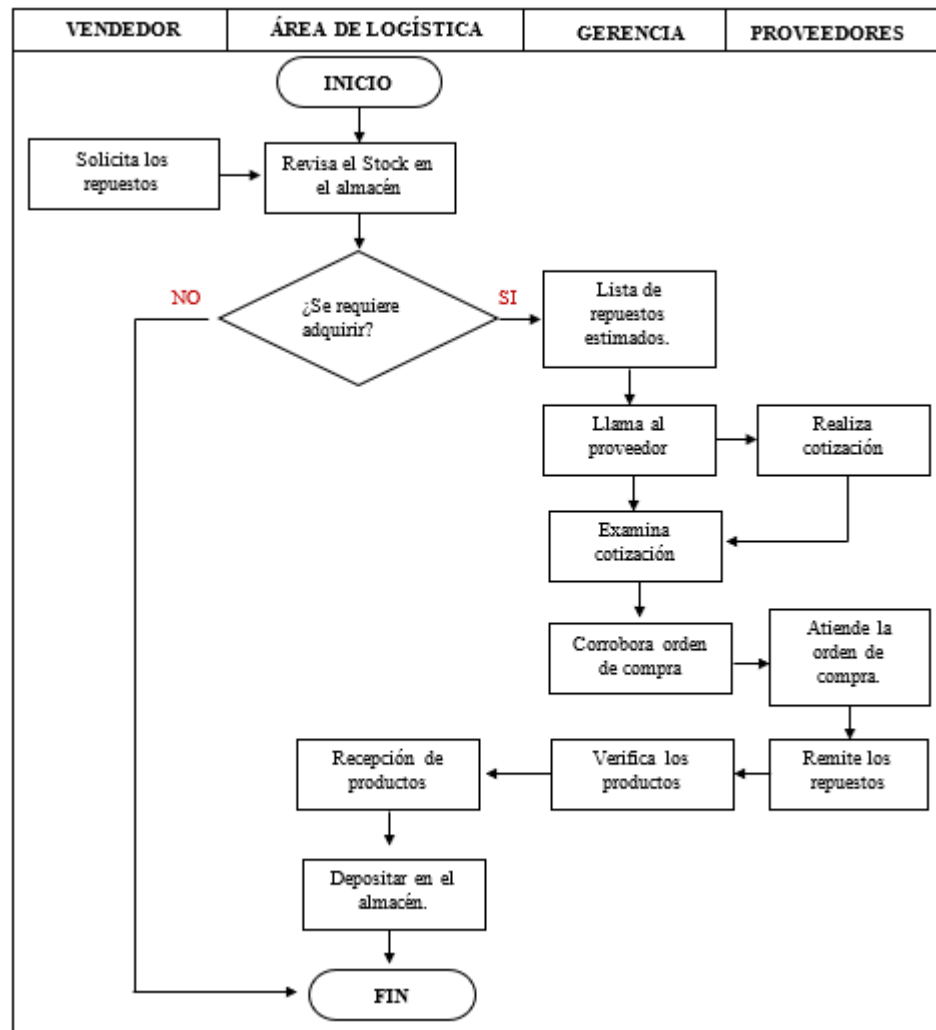


Figura 2: Diagrama de flujo del proceso de abastecimiento

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.2. Proceso de almacenamiento

- Recepción de repuestos:

La recepción del envío de los repuestos requeridos comienza cuando ya llega el transporte del proveedor con lo que se ha solicitado estos se reciben en el área de almacén.

- Verificación de la factura:
Se verifica la guía de remisión o de factura para así ver que todos los pedidos hayan sido enviados.
- Depósito de repuestos:
Si el pedido está conforme con lo dispuesto en la guía de remisión se procede a guardar, caso opuesto se efectúa el reclamo al proveedor, el cual debe atender los repuestos faltantes. Ver Figura N°03

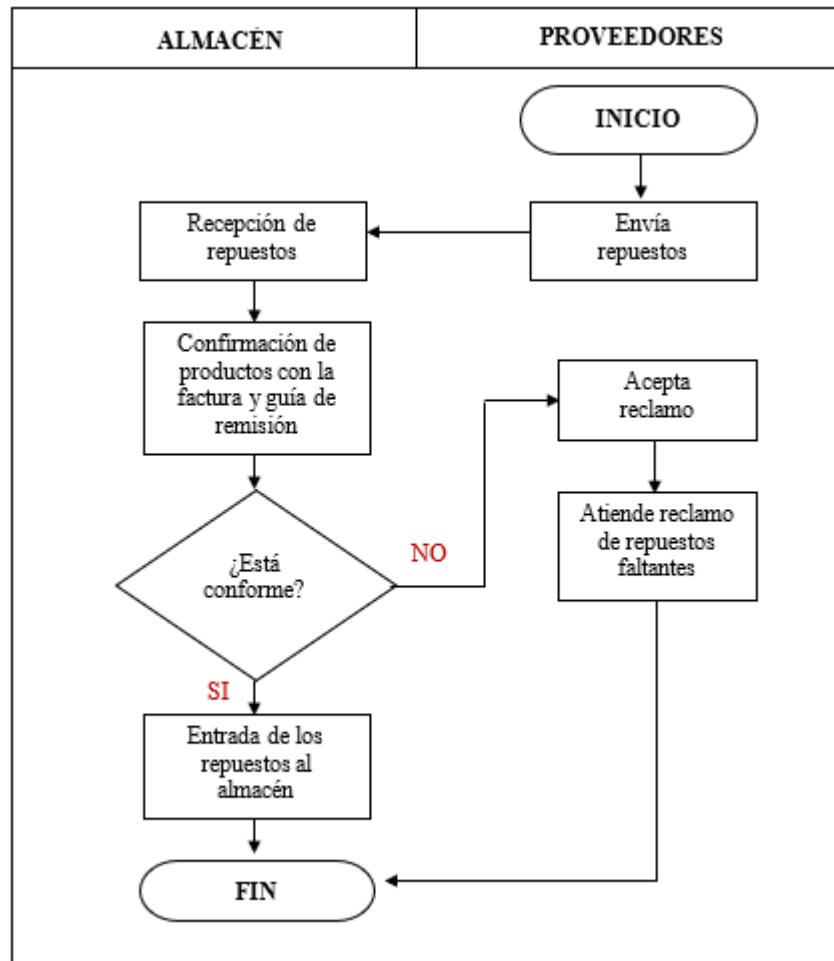


Figura 3: Diagrama de flujo del proceso de almacenamiento
Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.3. Proceso de despacho

- Solicitud de repuestos:
El cliente solicita un repuesto o un servicio de mantenimiento se procede a revisar el stock de almacén para atisbar si se cuenta o no con el repuesto requerido.

- Ejecución de la cotización:

Si se cuenta con el repuesto se procede a realizar la cotización correspondiente, el cliente lo verifica y se lleva a cabo la confirmación de la orden de compra.
- Confirmación de la compra, despacho y transporte:

Si no hay muchos días de demora en el pedido cotizado hay una aceptación de parte comprador con el pedido solicitado, se genera la boleta o factura de venta, se remite, verifica y envía el pedio al lugar especificado por el cliente. Ver Figura N°04.

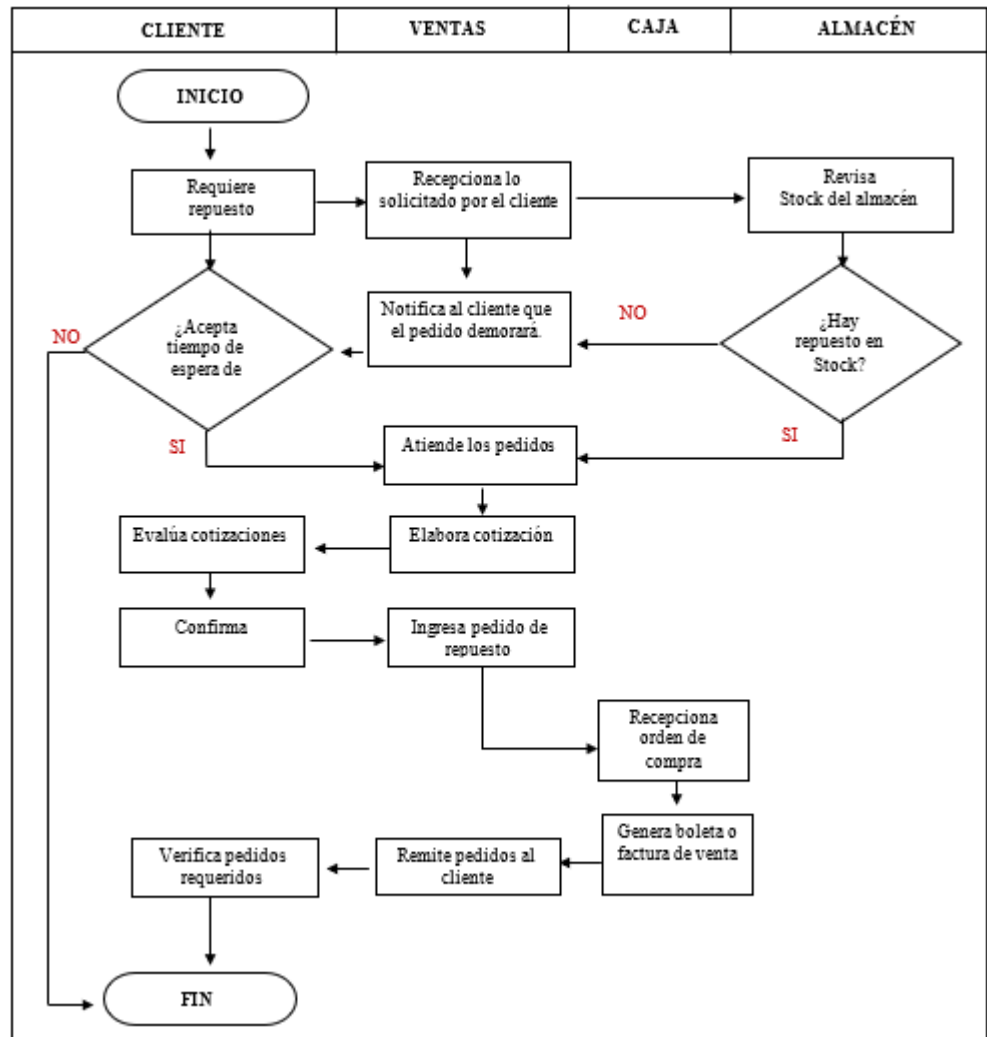


Figura 4: Diagrama de flujo del proceso de despacho
Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Estudio de tiempos del proceso logístico

Para realizar el estudio de tiempos, se establecieron tres muestras de ciclo para el proceso logístico, como se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 3: Estudio de tiempos para los repuestos de compresores

Estaciones	Actividades del proceso	Ciclo (Min)			Sumatoria (Min)	Tiempo Prom. (Min)
		1	2	3		
Abastecimiento	Inspección de repuestos	4,08	4,05	4,09	12,22	4,07
	Cotización de repuestos	5,20	5,22	5,23	15,65	5,22
	Envío de repuestos	28,2	28,88	28,86	85,94	28,65
Almacenamiento	Recepción de repuestos	5,34	5,22	5,73	16,29	5,43
	Verificación de la factura	2,55	2,42	2,47	7,44	2,48
	Depósito de repuestos	18,48	18,58	19,12	56,18	18,73
Despacho	Solicitud de repuestos	3,63	3,55	3,45	10,63	3,54
	Ejecución de la cotización	5,41	5,45	5,48	16,34	5,45
	Confirmación de la compra, despacho y transporte	82,66	82,6	82,72	247,98	82,66
Total		155,55	155,97	157,15	468,67	156,23

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Línea del proceso logístico

Para establecer la línea del proceso logístico se sumó los tiempos inscritos en las diversas actividades clasificándolas en tres estaciones o subprocesos como se observa a continuación:

Tabla 4: Línea del proceso logístico

Actividades del proceso	Subprocesos	Tiempo	
		Prom. (Min)	Operarios
Inspección de repuestos	 1 Abastecimiento	37,94	1
Cotización de repuestos			
Envío de repuestos			
Recepción de repuestos	 2 Almacenamiento	26,64	1
Verificación de la factura			
Depósito de repuestos	 3 Despacho	91,65	1
Solicitud de repuestos			
Ejecución de la cotización			
Confirmación de la compra, despacho y transporte			
Total		156,23	3

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Indicadores actuales del proceso

Con los datos calculados precedentemente en la línea del proceso logístico, se determinó que el subproceso con un mayor tiempo ciclo es el de despacho con un total de 91,65 min; por ello se genera una eficiencia del 67,61%.

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{\sum \text{Tiempo de operación}}{\text{Número subprocesos} \times \text{tiempo ciclo}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{37,94 + 26,64 + 91,65}{3 \times 91,65} \times 100$$

$$\text{Eficiencia de línea} = 56,82\%$$

La producción teórica se estableció utilizando el tiempo base que es de 480 min diarios esto quiere decir que trabajan 8h diarias, y el tiempo ciclo o cuello de botella procedente del subproceso de despacho de 91,65 min.

$$\text{Producción teórica} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo ciclo}}$$

$$\text{Producción teórica} = \frac{480 \text{ min/día}}{91,65 \text{ min/unid}}$$

$$\text{Producción teórica} = 5,24 \text{ unid/día}$$

Para efectuar el cálculo de la productividad de la mano de obra se contempló los 3 operarios del proceso logístico con la producción estimada anteriormente.

$$\text{Productividad MO} = \frac{\text{Producción teórica diaria}}{\text{Número de operarios}}$$

$$\text{Productividad MO} = \frac{5,23 \text{ unid/ día}}{3 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad MO} = 1,74 \frac{\text{unid/ día}}{\text{operarios}}$$

4.1.5. Identificación de problemas

Se realizó el diagrama de Ishikawa en el subproceso de despacho donde se indicó que el operario se encuentra con mucha presión en las diversas actividades que realiza puesto que cuenta con un tiempo ciclo de 91,65 min el cual es el cuello de botella del proceso logístico.

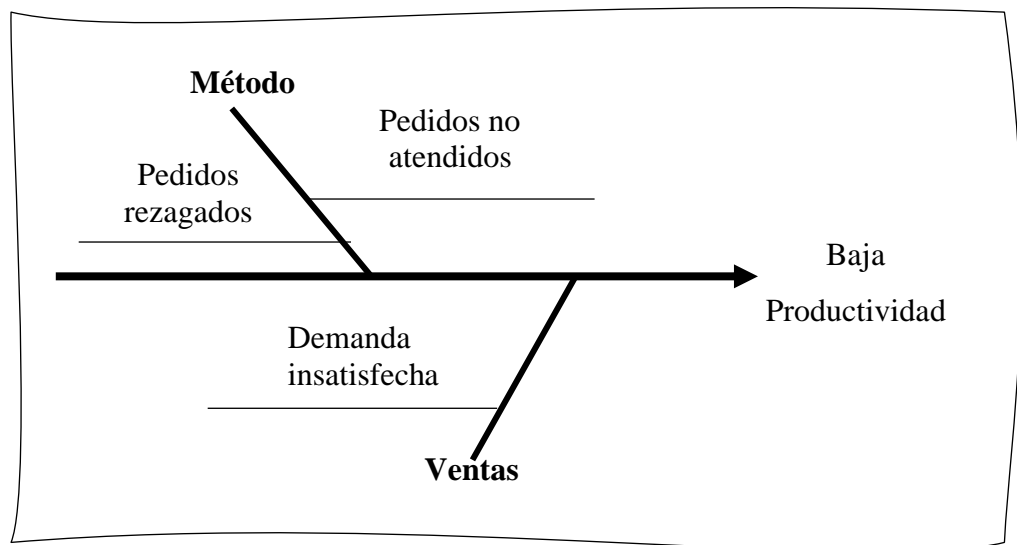


Figura 5: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6. Simulación del proceso logístico

En la simulación del proceso logístico se utilizó el programa ProModel como un instrumento para esbozar el modelo, asimismo se utilizaron la data establecida precedentemente en el diagnóstico.

Se tiene los sucesivos componentes:

4.1.6.1. Entidades:

Entidades			
Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist
	Repuestos	150	Series de tiempo

Figura 6: Entidades

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6.2. Locaciones:

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadíst	Reglas...
	Cotización_de_repuestos	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Envío_de_repuestos	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Inspacción_de_repuestos	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Recepción_de_repuestos	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Verificación_de_la_factura	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Depósito_de_repuestos	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Solicitud_de_repuestos	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Ejecución_de_la_cotización	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Confirmación_de_la_compra_despacho_y_transporte	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo

Figura 7: Locaciones

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6.3. Recursos:

Recursos						
Icono	Nombre	Unidades	TMs...	Estadíst	Especif.	Buscar...
	Operario1	1	Ninguna	Por Unidad, Series de tiempo	Red_de_operarios, N1, Rtn	Ninguna
	Operario2	1	Ninguna	Por Unidad, Series de tiempo	Red_de_operarios, N2, Rtn	Trabajo
	Operario3	1	Ninguna	Por Unidad, Series de tiempo	Red_de_operarios, N3, Rtn	Ninguna

Figura 8: Recursos

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6.4. Rutas:

Redes de Ruta						
Gráfica...	Nombre	Tipo	T/V	Rutas...	Interfaces...	
	Red_de_operarios	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	3	4	

Figura 9: Rutas

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6.5. Proceso

Proceso		
Entidad...	Locación...	Operación...
Repuestos	Inspacción_de_repuestos	wait E(4.07) minUse Operario1 for E(37.94) min
Repuestos	Cotización_de_repuestos	Wait E(5.22) min
Repuestos	Envío_de_repuestos	Use Operario2 for E(26.64) min
Repuestos	Recepción_de_repuestos	Wait E(5.43) min
Repuestos	Verificación_de_la_factura	Wait E(2.48) min
Repuestos	Depósito_de_repuestos	Wait E(18.73) minUse Operario3 for E(91.65) min
Repuestos	Solicitud_de_repuestos	Wait E(3.54)min
Repuestos	Ejecución_de_la_cotización	Wait E(5.45) min
Repuestos	Confirmación_de_la_compra_despacho_y_transporte	Wait E(82.66) min

Figura 10: Proceso

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6.6. Gráfico del modelo actual en el proceso logístico:



Figura 11: Modelo actual del proceso logístico

Fuente: Elaboración Propia

Acto seguido, se aprecia los resultados alcanzados tras efectuarse la simulación del proceso logístico en la empresa de servicios con el software ProModel, que se representaron en tablas, columnas, filas y gráficos para una mejor comprensión. Para ello se consideró tomar un tiempo para simular de 480 min(8h) que son las horas que trabajan diariamente los técnicos u operarios.

En la figura N°12 se muestra la cantidad de repuestos vendidos en el tiempo de simulación que es igual a 5 unidades diarias, el cual coincide con el indicador de producción teórica precedentemente calculado.

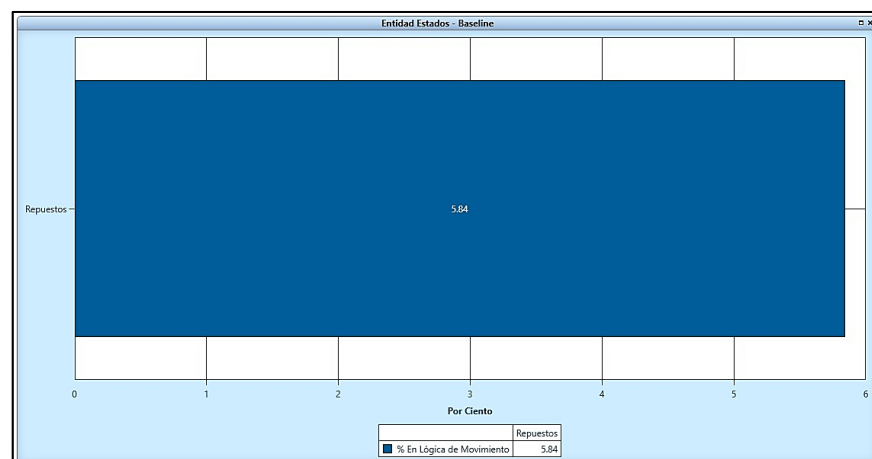


Figura 12: Cantidad de repuestos vendidos

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, en la tabla N°05 se observa el resumen de las locaciones del proceso logístico en el cual se observa la capacidad, el total de entradas, el tiempo por entrada promedio en minutos y el % de utilización; cabe señalar que el proceso de despacho con

un total de 91,65% es el subproceso con mayor porcentaje seguido del proceso de abastecimiento y almacenamiento con 37,94% y 26,64% respectivamente. Además, en la figura N°13 se aprecia que en el proceso de despacho existe un incremento en el porcentaje del uso del técnico u operario del subproceso de despacho (91,65%), ratificando la presencia del cuello de botella en el subproceso antes mencionado.

Tabla 5: Resumen de locaciones del proceso logístico

Nombre	Capacidad	Total entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	% Utilización
Cotización de repuestos	1	251	103.49	90.20
Envío de repuestos	1	251	74.57	64.99
Inspección de repuestos	1	252	109.06	95.42
Recepción de repuestos	1	251	87.72	76.45
Verificación de la factura	1	251	104.32	90.92
Depósito de repuestos	1	250	111.94	97.17
Solicitud de repuestos	1	249	25.67	22.19
Ejecución de la cotización	1	249	49.81	43.06
Confirmación de la compra despacho y transporte	1	249	78.69	68.04

Fuente: Elaboración Propia

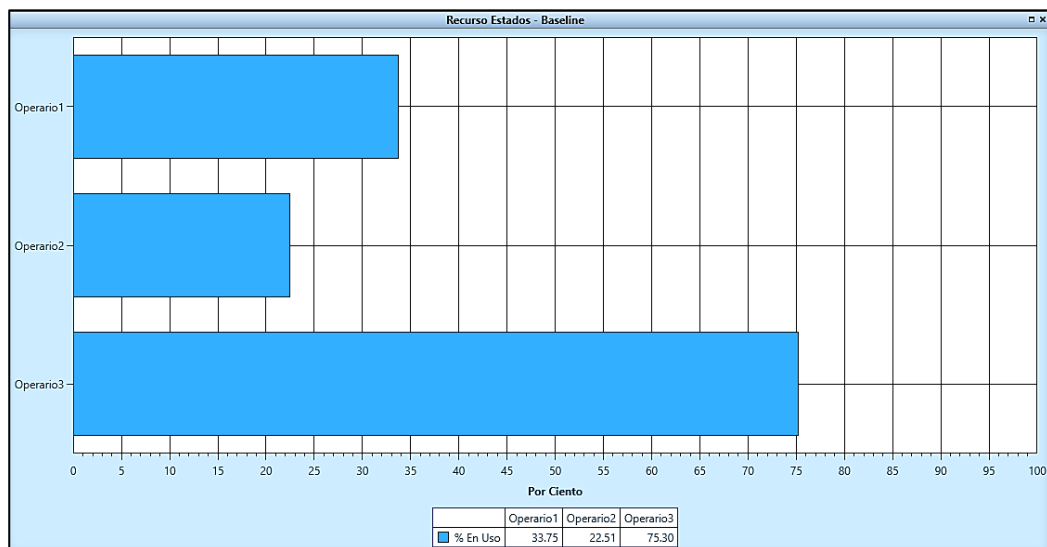


Figura 13: Porcentajes del resumen de los estados de los recursos (Técnicos).

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Simular una mejora del proceso logístico de venta de repuestos para compresores

La mejora del proceso logístico propuesta cuenta con componentes equivalentes puntualizados en el diagnóstico discrepándose en la cantidad de operarios del subproceso de despacho siendo ahora 2 operarios en la misma y un nuevo tiempo de operación en la confirmación de la compra, despacho y transporte (41.33 min).

4.2.1.1. Recursos

Recursos							
Icono	Nombre	Unidades	TMs...	Estadist	Especif. ...	Buscar...	
	Operario1	1	Ninguna	Por Unidad, Series de tiempo	Red_da_operarios, N1, Rtn	Ninguna	
	Operario2	1	Ninguna	Por Unidad, Series de tiempo	Red_da_operarios, N2, Rtn	Trabajo	
	Operario3	2	Ninguna	Por Unidad, Series de tiempo	Red_da_operarios, N3, Rtn	Ninguna	

Figura 14: Recursos de la mejora propuesta

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.2. Actividades del proceso logístico

Entidad...	Locación...	Operación...
Repuestos	Inspección_de_repuestos	wait E(4.07) minUse Operario1 for E(37.94) min
Repuestos	Cotización_de_repuestos	Wait E(5.22) min
Repuestos	Envio_de_repuestos	Use Operario2 for E(26.64) min
Repuestos	Recepción_de_repuestos	Wait E(5.43) min
Repuestos	Verificación_de_la_factura	Wait E(2.48) min
Repuestos	Depósito_de_repuestos	Wait E(18.73) minUse Operario3 for E(45.8) min
Repuestos	Solicitud_de_repuestos	Wait E(3.54)min
Repuestos	Ejecución_de_la_cotización	Wait E(5.45) min
Repuestos	Confirmación_de_la_compra_despacho_y_transporte	Wait E(41.33) min

Figura 15: Proceso logístico

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.3. Gráfica de la propuesta de mejora en el proceso logístico

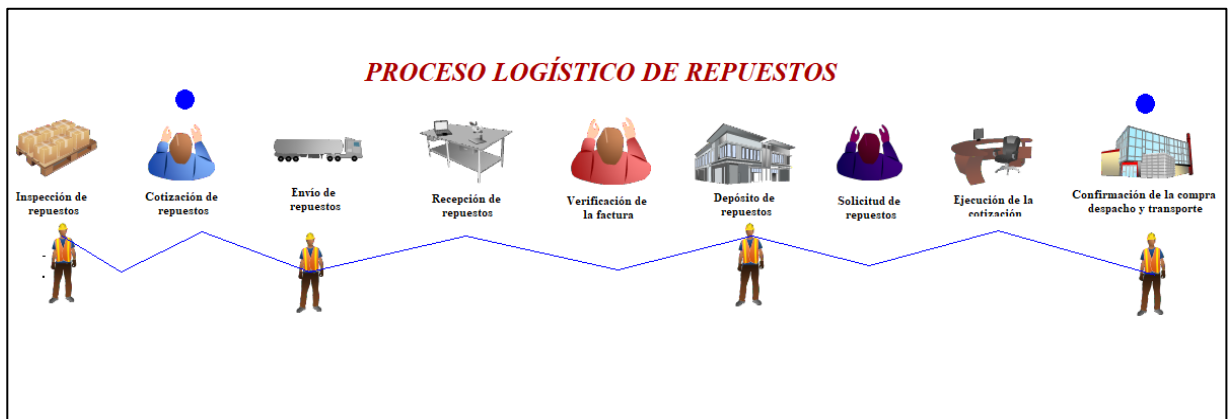


Figura 16: Modelo propuesto del proceso logístico

Fuente: Elaboración Propia

En la simulación con la propuesta de mejora se valora un incremento en los repuestos vendidos; en la tabla N°06 se observa el resumen de las locaciones del proceso logístico en el cual se observa la capacidad, el aumento del total de entradas y el tiempo por entrada promedio en minutos y con respecto al % de utilización disminuyó con la propuesta. Asimismo, en la figura N°17 se considera un incremento en los repuestos vendidos del proceso logístico de la empresa de servicios de 5 a 11 repuestos diarios y por ende una reducción del porcentaje en el subproceso de despacho.

Tabla 6: Resumen de locaciones del proceso logístico mejorado

Nombre	Capacidad	Total entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	% Utilización
Cotización de repuestos	1	372	57.02	73.65
Envío de repuestos	1	371	33.59	43.28
Inspección de repuestos	1	373	72.09	93.36
Recepción de repuestos	1	370	28.82	37.03
Verificación de la factura	1	369	48.68	62.38
Depósito de repuestos	1	368	67.10	85.73
Solicitud de repuestos	1	367	9.64	12.29
Ejecución de la cotización	1	367	20.41	26.01
Confirmación de la compra despacho y transporte	1	367	39.27	50.05

Fuente: Elaboración Propia

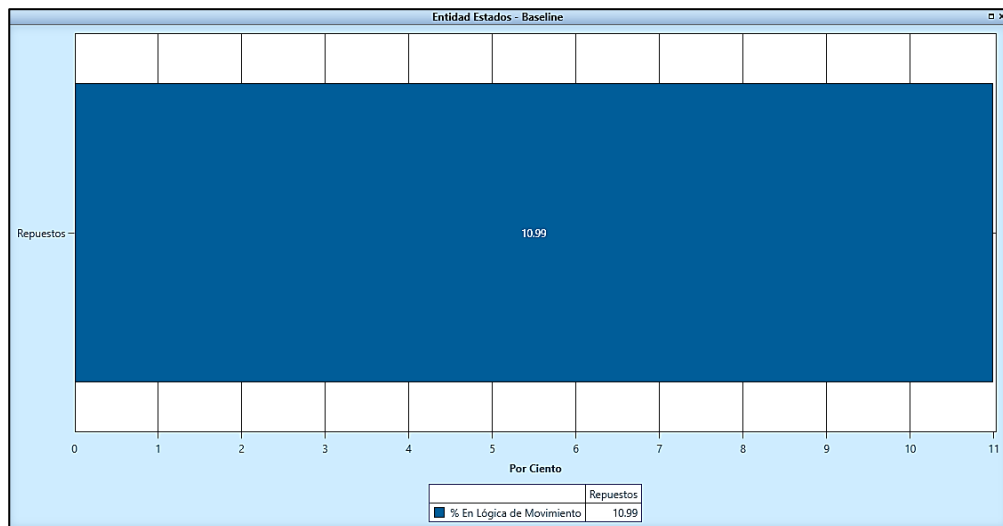


Figura 17: Cantidad de repuestos vendidos con la propuesta

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Estimación de la productividad del antes y después de la mejora propuesta en el proceso logístico

Con la mejora propuesta precedentemente en la línea del proceso logístico, se determinó que el subproceso con un mayor tiempo ciclo era el de despacho con un total de 91,65 min; sin embargo, con la mejora propuesta el tiempo ciclo se redujo a 45,8 min por ello se genera una eficiencia del 80,33%.

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{\sum \text{Tiempo de operación}}{\text{Número subprocesos} \times \text{tiempo ciclo}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{37,94 + 26,64 + 45,8}{3 \times 45,8} \times 100$$

$$\text{Eficiencia de línea} = 80,33\%$$

La producción se estableció utilizando el tiempo base que es de 480 min diarios esto quiere decir que trabajan 8h diarias, y el tiempo ciclo o cuello de botella con la mejora es de 45,87 min.

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo ciclo}}$$

$$\text{Producción} = \frac{480 \text{ min/día}}{45,8 \text{ min/unid}}$$

$$\text{Producción} = 10,45 \text{ unid/día}$$

Para efectuar el cálculo de la productividad de la mano de obra con la mejora propuesta se contempló 4 operarios en el proceso logístico con la producción estimada anteriormente.

$$\text{Productividad MO} = \frac{\text{Producción teórica diaria}}{\text{Número de operarios}}$$

$$\text{Productividad MO} = \frac{10,45 \text{ unid/ día}}{4 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad MO} = 2,61 \frac{\text{unid/ día}}{\text{operarios}}$$

Tabla 7: Comparación de indicadores para los repuestos de compresores

	Actual	Propuesta
Eficiencia de línea	56,82%	80,33%
Producción	5,24	10,45
Productividad	1,74	2,61

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Según Silva [9] señala que en la empresa Uceda SAC se cuenta con una deficiente gestión en el stock de sus repuestos; además se proponen diversas mejoras, el primer paso es realizar el diagnóstico en la organización como efectuar el diagrama de Ishikawa, Pareto y matriz de priorización para contrarrestar las diferencias que se tiene en lo que respecta el inventario físico y contable generando un sobreabastecimiento en los repuestos o la escasez de los mismos; por ello se estableció realizar la clasificación ABC de los repuestos más prioritarios, un sistema de codificación que permita encontrar y catalogar a los repuestos de una forma adecuada y un procedimiento en los subprocesos de recepción, almacenamiento y distribución, en lo cual se tuvo la reducción del 65% de los costos en el proceso logístico y

una eficiencia del 85,82% permitiendo aumentar las ventas, entre otros factores claves que permitan surgir a la empresa y fidelizar clientes. Actualmente, la empresa de servicios cuenta con una similar problemática ya que posee una eficiencia en línea del 56,82% la cual tiene una semejanza puesto que poseen datos muy por debajo al modelo que solicita la industria el cual es del 75%, pero al proponer aumentar un operario que viene hacer el cuello de botella del proceso logístico se obtuvo una eficiencia del 80,33%.

Por consiguiente, con la propuesta de Mera [10], Villanueva [11] y Morales [13] efectuaron una serie de propuestas o metodologías muy relevantes como: Philip Crosby, 7 pasos, Lean, Deming, EFQM, descenso del lapso de entrega, la satisfacción del consumidor en cuanto a pedidos, herramientas de mejora EOQ, gestión de proveedores y metodología 5s para alcanzar un incremento en la productividad de sus organizaciones y no tener tiempo ciclo en sus subprocesos de abastecimiento, almacenamiento y despacho; cabe señalar que en la empresa Mapel SAC consiguieron acrecentar su productividad de un 55.71% a 64.29%, además el cuello de botella en el proceso de abastecimiento de un 75,5% acortó a un 31,52% y en lo que respecta a su productividad de mano de obra aumentó de un $1,72 \frac{\text{unid/día}}{\text{operarios}}$ a un $2,28 \frac{\text{unid/día}}{\text{operarios}}$; en la empresa de servicios al realizar la simulación con el Software ProModel aumentando 1 operario mas en el cuello de botella del subproceso de despacho se demostró que la eficiencia en un 56,82%, producción diaria en un 5,24 y productividad en un 1,74 aumentaron a 80,33% la eficiencia ;10,45 la producción diaria y 2,61 la productividad de mano de obra respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

- Mediante la simulación con el software ProModel se realizó una mejora en el proceso logístico de venta de repuestos de compresores contratando un operario en la estación o subárea de despacho; incrementando la productividad a un 2,61 y la producción de 5 a 11 unidades vendidas.
- Se diagnosticó la situación actual del proceso logístico en la empresa de servicios mediante el método ABC, descripción de los distintos subprocesos, estudio de tiempos, línea del proceso logístico y los indicadores actuales teniendo como problema primordial la baja productividad por repuestos sobre abastecidos o escasos.
- Se efectuó la simulación de la propuesta en el proceso logístico de la empresa de servicios lo cual se alcanzó valores provechosos ya que se ejecutó la contratación de un

operario más en el subproceso de despacho, el cual era el cuello de botella acrecentando así la productividad.

- Se estimó la productividad del antes y después de la mejora propuesta en el proceso logístico aumentando de un 1,74 a un 2,61, además de la eficiencia de línea con 56,82% a un 80,33% y posteriormente la producción diaria de 5 a 11 unidades.

VII. REFERENCIAS

- [1] D. Carhuavilca Bonett, "Comportamiento de la Economía Peruana en el Segundo Trimestre de 2021," Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima, 2021.
- [2] Silvent AB, "Aire comprimido como forma de energía," Copyright, [Online]. Available: <https://www.silvent.com/>. [Accessed 02 Junio 2022].
- [3] GSL Industrias, "Simulación Ingeniería Industrial," 30 Agosto 2021. [Online]. Available: <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/simulacion-ingenieria-industrial>. [Accessed 02 Junio 2022].
- [4] R. Enriquez Caro, "El proceso Logístico," Team Perú Consulting, 10 Octubre 2014. [Online]. Available: <https://taemperuconsulting.com/el-proceso-logistico/>. [Accessed 02 Junio 2022].
- [5] Centro de formación técnica para la industria, "Qué es la simulación de procesos industriales," 2016. [Online]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-la-simulacion-de-procesos-industriales/>. [Accessed 02 Junio 2022].
- [6] E. García Dunna, H. García Reyes and L. Cárdenas Barrón, "Simulación y análisis de sistemas con ProModel," Pearson, Mexico, 2013.
- [7] H. Koontz, H. Weihrich and M. Cannice, "Administración Una perspectiva Global y Empresarial," Mc Graw Hill, México, 2012.
- [8] H. Bravo Pérez, "Análisis de costo beneficio," Barcelona, 2011.
- [9] G. D. Silva Mazzei, "Propuesta de Mejora para reducir los costos operacionales en el almacén de repuestos de la Empresa de Transportes Uceda SAC," Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2016.
- [10] R. U. Mera Paredes, "Implementación de gestión logística para incrementar la productividad en el almacén de la empresa Servicios Generales Mapel SAC," Universidad Privada del Norte, Lima, 2021.

- [11] D. P. Villanueva Arrieta, "Propuesta de mejora para una empresa del sector automotriz basado en el modelo EFQM en la gestión de la calidad," Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2018.
- [12] K. J. Bonifacio Güere, "Mejora en el proceso logístico de la Empresa Servicio Electromecánico ESEM," Universidad de Lima, Lima, 2020.
- [13] B. E. Morales Quispe, "Implementación de una propuesta de mejora de la gestión logística para incrementar la productividad del almacén principal de la empresa COROIMPORT SAC," Universidad Tecnológica del Perú, Lima, 2020.