

# Cadena de Suministros y Mejoramiento de la Distribución Logística en Almacén de Cable de un Operador Logístico – Callao

## Supply Chain and Improvement of Logistics Distribution in Cable Warehouse of a Logistics Operator – Callao

Julio Fabián Amado-Sotelo, Ingeniero<sup>1</sup>; Miguel Angel Melgarejo-Nizama, Ingeniero<sup>1</sup>, Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón, Ingeniero<sup>1</sup>, Víctor Ramiro Salas-Zeballos, Master<sup>2</sup>, Augusto Homero Lino-Gamarra, Master<sup>3</sup>, Lena Elke Morales-Farías, Master<sup>4</sup>, Jesús Leonardo Lara Florián, Master<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú, [jamado@unjfsc.edu.pe](mailto:jamado@unjfsc.edu.pe), [miguell13p97@gmail.com](mailto:miguell13p97@gmail.com), [jgutierrez@unjfsc.edu.pe](mailto:jgutierrez@unjfsc.edu.pe), <sup>2</sup>Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Lima-Perú, [vsalas@untels.edu.pe](mailto:vsalas@untels.edu.pe), <sup>3</sup>Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Manuel Arévalo Cáceres, Lima-Perú, [alino@institutomanuelarevalo.dreim.edu.pe](mailto:alino@institutomanuelarevalo.dreim.edu.pe), <sup>4</sup>Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-Perú, [lanaelkempf@gmail.com](mailto:lanaelkempf@gmail.com), <sup>5</sup>Universidad de Cundinamarca, Cundinamarca-Colombia, [jleonardolara@ucundinamarca.edu.co](mailto:jleonardolara@ucundinamarca.edu.co)

**Resumen.-** El objetivo fue analizar cómo influye la cadena de suministro en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico. El diseño de la investigación fue de tipo preexperimental. La población estuvo formada por 328 cables, se utilizó una muestra de 115 cables. El análisis pre-test realizado en el proceso de expedición como proceso clave mostró un tiempo de operación de 351 minutos y el análisis post-test a partir de la nueva redistribución logró una reducción de 27,8 minutos. La política de inventario mediante el software Oracle Crystall Ball y el indicador logístico demostraron una reducción respect a la situación inicial; además, en el análisis de la distribución logística se produjo un aumento de la productividad en el proceso de despacho; esto nos permite afirmar que la cadena de suministro influye en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico.

**Palabras claves.** – Política de inventario, Indicadores logísticos, Cadena de suministro, Procedimiento de trabajo

**Abstract -** The objective was to analyze how the supply chain influences the logistics distribution of a logistics operator's cable warehouse. The research design was pre-experimental. The population consisted of 328 cables; a sample of 115 cables was used. The pre-test analysis performed in the dispatch process as a key process showed an operation time of 351 minutes and the post-test analysis from the new redistribution achieved a reduction of 27.8 minutes. The inventory policy using Oracle Crystall Ball software and the logistic indicator showed a reduction with respect to the initial situation; also, in the analysis of the logistic distribution there was an increase in productivity in the dispatch process; this allows us to affirm that the supply chain influences the logistic distribution of the cable warehouse of a logistic operator

**Index Terms—**Inventory Police, Logistics Indicators, Supply Chain, Working Procedure.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.794>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

### I. INTRODUCCIÓN

El término de cadena de suministros, abarca todos los procesos logísticos involucrados en la preparación y distribución de mercadería para la venta, desde los proveedores

hasta llegar a los clientes finales, las empresas deben de realizar cambios en la forma de administrar y comercializar sus productos para responder satisfactoriamente los retos que se presenta en un mundo globalizado, por ello las operaciones de la cadena de suministros se ha vuelto más compleja y más susceptibles a los riesgos que trae la globalización [1] como la demanda se encuentra en constante cambio, es importante que las empresas puedan desarrollar estrategias de cadena de suministros que les permita seguir siendo más competitivas [2].

En el Perú, el crecimiento de la economía en las últimas décadas ha traído consigo el crecimiento de materias primas, insumos y productos terminado tanto como para la importación y exportación de mercaderías, esto ha generado la aparición de operadores logísticos. Es el caso de la empresa en la que se realizó la investigación que, por razones de confidencialidad llamaremos empresa ABC esta empresa busca ser vista como el referente de mercado en la prestación de servicios logísticos de almacenamiento y distribución, diseñar soluciones logísticas eficiente, confiables a la medida de las necesidades de sus clientes, siendo su desempeño superior a los competidores.

En ABC el problema se desprende al incumplimiento en la provisión de mercadería de cables con los clientes en el tiempo requerido, las cantidades requeridas, en condiciones óptimas, por deficiencias en su distribución logística en uno de sus almacenes. Respecto a esta situación se hace necesario procurar mejorar su distribución logística mediante la cadena de suministros.

A nivel mundial la cadena de suministros surge durante el siglo 20 bajo el término de reingeniería, tiene como prioridad analizar y mejorar procesos, existen empresas que construyen cadenas de suministros para producir y distribuir un producto o prestar un servicio en economías emergentes, el proceso se denomina localización en cadena de suministros, que genera nuevas prácticas de operaciones [3].

Además, la cadena de suministros son impulsores significativos de la innovación y el desempeño de la empresa, en un estudio se contribuye a la investigación de la gestión de la cadena de suministro con una perspectiva de red de suministro

y la investigación de la red de alianza entre empresas, ampliando su alcance al dinamismo estructural [4].

Las empresas son cada vez más responsables en darle atención a sus proveedores, necesitan desarrollar visibilidad para obtener mejores resultados de ventas y valoraciones del mercado de valores [5] es por ello que se debe mejorar los procesos logísticos, en algunos casos se construye y analiza redes de cadena de suministros, se proponen estrategias proactivas para que pueden mejorar su capacidad frente a las interrupciones del suministro [6]. No obstante, el aspecto tecnológico es un factor clave en la cadena de suministros, actualmente la utilización de los códigos QR influyen positivamente en la mejora interna y el desempeño económico de algunas empresas, caso de Huawei en las tecnologías de telecomunicaciones y Beijing Benz Automotive en la fabricación de automóviles [7].

En el Perú, existe una necesidad constante en mejorar la gestión de la cadena de suministros, debido a las variabilidades de los precios internacionales, como otras variables externas, en este sentido la reducción y control de los costos en la cadena de suministros es un rol prioritario, y al mismo tiempo la gestión de la cadena de suministros permite y facilita los resultados esperados de calidad de servicios y costos de los servicios [8]. Para lograr una eficiente gestión, todos los involucrados deben estar alineados a los mismos objetivos, y para ser eficiente deben cumplir con los requisitos de satisfacer a los clientes, con el cumplimiento de plazo de entrega y la disminución de los costos totales [9].

La cadena de suministros contribuirá a disminuir los costos de inventarios, reducir los tiempos de entrega y el desabastecimiento de la mercadería, así favorecer la calidad de servicio que brinda el operador logístico.

Para mejorar de manera eficiente las operaciones dentro del almacén, son los procedimientos de trabajo para dicho análisis, se define como el seguimiento o paso que se le da a una labor para que esta se encuentra de manera eficiente y eficaz.

En el caso no existiera los procedimientos de trabajos establecidos, puede resultar en una utilización deficiente de la capacidad de los trabajadores, debido que gastan esfuerzos en tareas que no se resuelven con éxito. Una comprensión más profunda de la incertidumbre relacionada con las tareas, puede ayudar a la empresa a optimizar la asignación de esfuerzos a través de las tareas, mediante la implementación de políticas de cierre de tareas bien diseñadas que faciliten la utilización de capacidad y planificación [10].

Para una política de inventario, existe un modelo donde el inventario se expresa como la suma del pronóstico de la demanda, y una fracción de la desviación del inventario del sistema desde su nivel deseado, a medida que la cantidad de reabastecimiento disminuye, al aumentar el nivel de inventario [11]. Además los inventarios dependen de pronósticos precisos de demanda y artículos devueltos, el tiempo de retorno y los pronósticos de cantidad ayudan a estimar los requisitos de demanda neta con base en un conjunto de datos único de problemas [12].

Por tal motivo, los inventarios ayudan a tener un nivel óptimo de existencias dentro del almacén, con el objetivo de reducir los costos de almacenamiento, se debe tener la capacidad de adaptar rápidamente los inventarios a los cambios en la demanda, el uso de reducciones de inventario tiende a una forma rápida de aumentar la liquidez que influye en el desempeño financiero [13].

Los indicadores logísticos, permiten monitorear y registrar la situación actual de un proceso, para luego tomar una mejor decisión, evalúan el comportamiento de la empresa en el desempeño financiero, para determinar si existe una probabilidad en la que se esté actuando de manera irresponsable [14] no obstante los indicadores logísticos, definen, monitorean e incentivan el desempeño de los procesos en una empresa, contribuye a mejorar las limitaciones [15]. Queda claro que los indicadores logísticos han adoptado cada vez más una estrategia de sostenibilidad para sus propias operaciones dentro de las organizaciones [16].

La distribución logística es el conjunto de actividades en el traslado de mercaderías, desde los proveedores, hasta la empresa y esta hacia los clientes finales, bajo condiciones pertinentes. Una fuerza laboral poco motivada puede tener un impacto negativo en la productividad y en el desempeño de la empresa [17] los encargados dentro del área de compras, adaptan sus búsquedas de productos con el tiempo para aumentar el éxito de las transacciones para permitir que los gerentes y los encargados formulen políticas que aumenten las tasas generales de transacción comprador-proveedor con miras a mejores resultados [18].

La presente investigación, plantea como objetivo de estudio, analizar la manera en que la cadena de suministros influye en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico – Callao.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo cuantitativa y aplicada, el diseño de investigación es pre experimental con dos observaciones, el alcance temporal es longitudinal. La variable de investigación Cadena de suministros, está constituida por las dimensiones, procedimiento de trabajo, política de inventario, indicadores logísticos. Por otro lado, la variable Distribución logística tiene por dimensiones productividad, impacto económico, tiempo de entrega. La población de sujeto es de  $N=17$  trabajadores, la población de objeto 328 ítems de cables, con tamaño de muestra ajustada de  $n_0 = 115$  ítems de cables, realizado al 95% de nivel de confianza.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
V. Independiente (X) Cadena de suministro	Cadena de Suministros (X): Es el análisis y el esfuerzo por mejorar procesos de la compañía para el diseño del producto y el servicio, comprar, facturar, administrar el inventario, la distribución y la satisfacción del cliente. (Mora, 2013) ISBN: 978-958-648-572-2	Es la secuencia de actividades desde proveedores hasta clientes finales que se realiza mediante procedimientos de trabajo, que nos permite controlar por medio de indicadores logísticos y el manejo de una política de inventario para el logro de sus objetivos y la satisfacción del cliente.	X1: Procedimiento de trabajo X2: Política de inventario X3: Indicadores logísticos	X1.1 Manual de procedimiento X1.2 Tiempo de operaciones X2.1 Pronóstico X2.2 Análisis ABC X2.3 Lote económico de pedido X2.4 Punto de reorden X3.1 Clasificación de indicadores X3.2 Ficha de indicadores
V. Dependiente (Y) Distribución logística	Distribución logística: Es el conjunto de actividades que nos permiten el traslado de los materiales y productos terminados de los proveedores a la empresa, y de ella a los clientes de forma que lleguen a su destino en las condiciones pactadas. (Gomez, 2013) ISBN: 978-84-481-8406-3	Traslado de productos y materiales en forma y cantidad correctas, en buena condición y mínimo tiempo de entrega.	Y1: Productividad Y2: Costos Y3: Tiempo de entrega	Y1.1 Despacho/ hora Y2.1 Porcentaje de variación de costos Y3.1 Pedidos entregados a tiempo

Fig. 1 Matriz de operacionalización.

### III. RESULTADOS

Se identificaron cinco procesos claves que operan dentro del almacén de cables: Recepción de importación, recepción por devolución, almacenamiento, despacho, despacho Promart. De estas actividades, se escogió el proceso de despacho como objeto de estudio. En la figura dos se presenta 18 actividades mediante un diagrama de flujo, mostrándose que la actividad de trasladar el pedido a zona de despacho y el de autorizar el ingreso del móvil, son las que no generan valor. Además, el tiempo en el proceso de despacho es de 351 minutos.

location and layout”. En la figura tres se presentan las ubicaciones de los racks, entre el layout actual y propuesto. Se observa el intercambio de posiciones representados por símbolos alfabéticos: (C) en lugar de (B), (E) en lugar de (C) y (B) en lugar de (E).

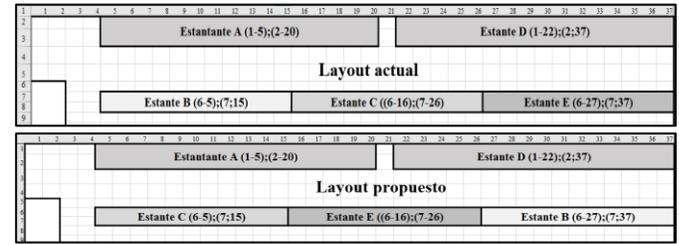


Fig. 2. Layout actual y propuesto

Posteriormente, mediante un análisis de desplazamiento, se obtuvo distancia entre las zonas de los racks, con la zona de carga y descarga. En la tabla uno se presenta los despachos por rollos de cables, durante los últimos días del mes de noviembre del 2019 los desplazamientos del layout actual es de 5 484.2 metros, y del nuevo desplazamiento es de 3 631.2 metros lo que se concluye que con la nueva redistribución existe una optimización de 1 853 metros.

TABLA I  
ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO POST TEST

Fechas	Número de guía (Und)	Número de despachos (Und)	Layout actual metros (m)	Layout propuesto metros (m)
27/11/2019	12	66	1 141.50	714.50
28/11/2019	18	79	1 171.90	828.90
29/11/2019	26	101	1 658.00	1 038.00
30/11/2019	10	63	1 512.80	1 049.80
Total		309	5 484.20	3 631.20
Optimización			1 853.00	

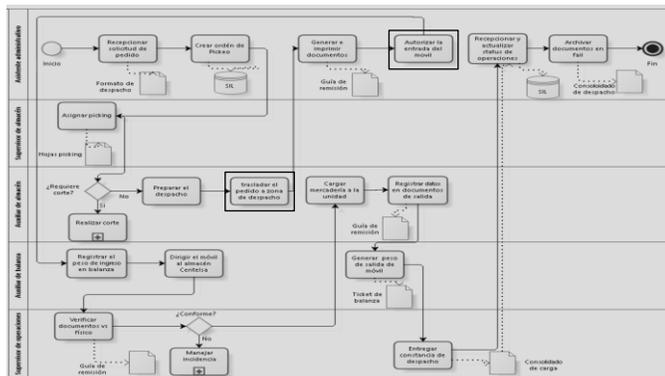


Fig. 1. Diagrama de flujo del proceso de despacho.

A continuación, se procedió a determinar el análisis de la situación propuesta; se observó que el almacén de cables tiene un área de 1 766 m<sup>2</sup> divididos en: Zona picking, zona de racks, zona de carretes, zona de corte, zona de carga y descarga; además, se identificaron las coordenadas que definen la ubicación de cada zona, estas fueron procesadas en el Microsoft Excel.

Adicionalmente son los cables por rollos que generan mayor rotación: Flexibles, construcción, control e instrumentación, comunicaciones. Estas se encuentran ubicadas en cinco racks de cinco niveles de doble profundidad; para este análisis se obtuvo la data histórica de demanda durante los periodos de abril del 2019 a julio del 2019. De estos datos obtenidos fueron procesados en el software WinQSB 2.0 con la función “Facility

En el análisis de la política de inventario, se busca cumplir con el nivel óptimo de aprovisionamiento de cables; además, mejorar el cumplimiento de la provisión de mercadería a sus clientes. Se procedió a realizar el análisis ABC a las familias de cables: Alambres, baja tensión, comunicaciones, construcción, control e instrumentación, flexible y media tensión. Se escogió a los cables de construcción como objeto de estudio, su participación en las ventas es de 80.44 % en los periodos de abril del 2019 a julio del 2019. En la tabla dos se presenta el pronóstico de demanda utilizando el método Holt-Winters que considera tendencia y estacionalidad de una serie de tiempo.

TABLA II  
DEMANDA PRONOSTICADA

Mes	Demanda metros (m)	L. Inferior metros (m)	L. Superior metros (m)
Septiembre	559 165	503 274	615 056
Octubre	659 018	602 251	715 784
Noviembre	595 689	537 946	653 432
Diciembre	817 317	817 317	876 132
Enero	329 867	329 867	389 845

A continuación; existe una regla para determinar el nivel óptimo de pedido. La regla Peterson y Silver indica que si la variabilidad de demanda denominada coeficiente de variabilidad, es menor al 25% ( $V < 0.25$ ); se utiliza el modelo EOQ; pero si el coeficiente de variabilidad es mayor al 25% ( $V \geq 0.25$ ); se usa un modelo de tamaño de lote dinámico.

$$V = \frac{n \sum_{t=1}^n Dt^2}{(\sum_{t=1}^n D)^2} - 1 \quad (01)$$

Hay que tener en cuenta: La demanda pronosticada discreta para el periodo es (Dt) y el horizonte de planeación es (n). Usando (1), calculamos el coeficiente de variabilidad que es 8%. Aplicado la regla Peterson Silver se tiene que ( $0.08 < 0.25$ ). Se concluye que para determinar el nivel óptimo de pedido en la política de inventario se utilizará el modelo EOQ.

En la tabla III se muestran los costos de mantener el inventario para ello los costos de inventarios fueron: Costo de espacio de almacenamiento, costo operativo y costos de máquinas; además, se determinó que la capacidad promedio del almacén es de S/ 1 248.00 por m<sup>3</sup>. El costo de mantener el inventario es de S/ 174.43.

TABLA III  
COSTO DE MANTENER EL INVENTARIO

Descripción	Costo total S/
Costo de espacio de almacenamiento	180 441.05
Costo operativo mensual	21 650.00
Costos de máquinas	15 600.00
Costo total mensual =	217 691.05
Capacidad promedio del almacén =	1 248.00
Costo total mensual de mantener inventario =	174.43

En la tabla IV se muestra un análisis similar para el costo de lanzamiento de pedido, los gastos administrativos fueron: Sueldo personal del área de ventas y gastos generales. También, la cantidad de pedidos realizado por ABC, son de 24 órdenes de compras por año. El costo de lanzamiento de pedido es de S/ 25 625.

TABLA IV  
COSTO DE LANZAMIENTO DE PEDIDO

Descripción	Costo total S/
Sueldo de personal de compras y ventas	9 500
Gastos generales	41 750
Importe mensual =	51 250
Importe anual =	615 000
Cantidad de pedidos al año	24
Costo de lanzamiento de pedido(S/)	25 625

Posteriormente se aplicaron los pasos respectivos para determinar el nivel óptimo de pedido. Entre las cuales se seleccionaron 47 ítems de cables de construcción. El cable de construcción: Sintox N2x0H Cu 90° 240mm<sup>2</sup> es el primer ítem

de estudio. La demanda es de 17 593 metros, el costo de ordenar es de S/ 57.48. El costo de almacenar es de S/ 1.17 y el costo de adquisición es de S/ 22.5. En las tablas V y VI se presentan la aplicación del modelo por descuento de cantidad EOQ, procesado en el software WinQSB 2.0.

TABLA V  
DATOS DE ENTRADA EN WINQSB 2.0

Nº	Datos de entrada	Valor
1	Demanda por mes	17 593
2	Costo de ordenar	57.48
3	Costo de almacenar una unidad por mes	1.17
4	Costo unitario de escasez por mes	M
5	Costo unitario de escasez independiente del tiempo	0
6	Proporción de aprovisionamiento o producción por mes	M
7	Tiempo de entrega en el mes	0
8	Costo de adquisición de la unidad	22.5

TABLA VI  
LOTE ECONÓMICO, COSTO TOTAL Y PUNTO DE REORDEN CABLE SINTOX N2X0H (PRE TEST)

Nº	Análisis de orden económico	Valor
1	Orden de cantidad	1 314.77
2	Inventario máximo	1 314.77
3	Máximo pedido pendiente	0
4	Intervalo de orden en mes	0.075
5	Punto de pedido	0
6	Costo total de instalación o pedido	769.14
7	Costo total de mantenimiento	769.14
8	Costo total de escasez	0
9	Subtotal	1 538.28
10	Costo total del material	395 842.50
11	Gran costo total	397 380.80

Con los datos obtenidos, se interpreta que cada 27 días, a una cantidad mínima de 723 metros, se realizara un nivel óptimo de pedido de 1315 metros de cable: Sintox N2x0H Cu 90° 240mm<sup>2</sup>. Además, el costo por generar el pedido es de S/ 397 380 el mismo procedimiento se realiza para los siguientes ítems de cables de construcción, reportándose un costo de S/ 10 159 347.10.

Posteriormente, la política de inventario en el software WinQSB, fue de manera analítica. A continuación, se procedió a realizar una política de inventario de manera dinámica, empleando el software Oracle Crystall Ball; donde emplea población de números aleatorio como principio Montecarlo simulando 12 500 veces. En la tabla VII se presenta la hoja de cálculo de simulación, para la cual hay que tener en consideración el tipo de datos que se deben de introducir. Suposición (Color verde): Variables independientes de incertidumbre. Decisión (Color amarillo): Variables que se pueden controlar por el investigador. Previsión (Color celeste): Variables dependientes que se investigan en el modelo.

HOJA DE CÁLCULO DE SIMULACIÓN DE CABLE SINTOX N2X0H

TABLA VII

Descripción	Cantidad	Unidades
	0	
Demanda (Cable)	17 593	Metros
Costo unitario	22.50	Soles
Costo de mantener el inventario	1.17	Soles
Costo de lanzamiento de pedido	57.48	Soles
Lote económico de pedido	1 314.77	Metros/pedido
Número de ordenes	13	Ordenes
Tiempo entre pedido	27	Días
Lead time	15	Días
Costo total	397 380.80	Soles
Punto de reorden (Cable)	723	Metros

Se realizó la simulación del nivel óptimo de pedido. Según el manual de Oracle Crystall Ball; el análisis Spider ayuda a determinar las variables de incertidumbre que influyen más en la previsión final. En la figura cuatro se muestra que la demanda y el costo de lanzamiento de pedido, a medida que estas aumenten, el nivel óptimo de pedido será mayor y si el costo de mantener el inventario aumenta, el nivel óptimo de pedido será menor.

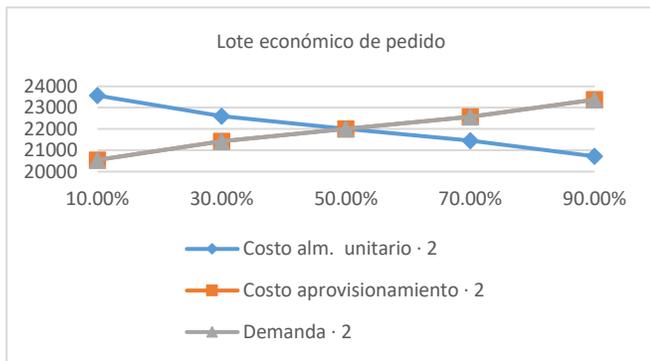


Fig. 3. Gráfica Spider del lote económico de pedido

Se simularon los resultados obtenidos de la hoja de cálculo. La Fig. 5 muestra el análisis de nivel óptimo de pedido: Cable Sintox N2x0H Cu 90° 240 mm<sup>2</sup> ajustado al 95% de probabilidad. Posee una asimetría positiva de 0.2125. Lo que indica que el nivel óptimo de pedido tiende ligeramente a decrecer en el eje de tiempo. Curtosis 3.11 es leptocúrtica, por tanto, es apuntada y de alta probabilidad de ganancias o pérdidas; posee una media de 1317.01 metros de cable; y esta indicó que es conveniente hacer órdenes entre 1 101.22 m a 1 556.75 m de cable a un costo de S/ 397 381. El mismo procedimiento se realiza para los siguientes ítems de cables de construcción, reportándose un costo de aprovisionamiento de S/ 10 159 351.

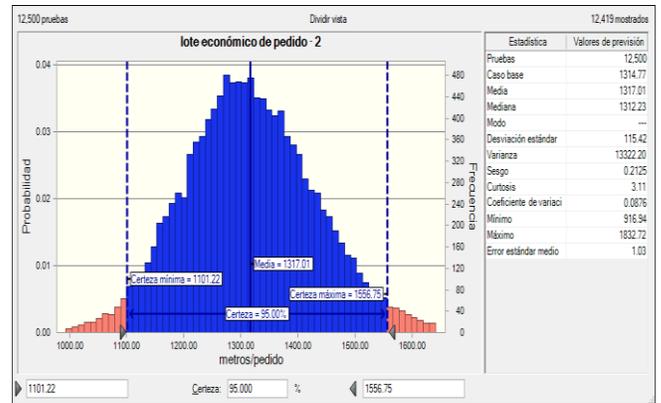


Fig. 4. Ajuste de probabilidad a un 95% del lote económico de pedido post test

Los indicadores logísticos en la cadena de suministros son métricas que se utiliza para tomar decisiones respecto al estado actual del proceso. En la tabla VIII se presenta la tasa de costos de transporte, su valor actual es de 0.90% y se espera con la mejora en los procedimientos de trabajo y la nueva redistribución de almacén, disminuya a un valor de 0.50%.

TABLA VIII  
INDICADOR LOGÍSTICO PROPUESTO

Indicador logístico	Valor del indicador	
	Valor actual %	Valor esperado %
Tasa de costos de transporte	0.90	0.50

Posteriormente, en los periodos de abril del 2019 a julio del 2019, en el proceso de despacho de mercadería, se empieza a evaluar la tasa de costo de transporte tiene como objetivo: Controlar el costo de transporte respecto a las ventas de la empresa. La fuente de información es obtenida por el sectorista además es el responsable en las decisiones y aprobación del indicador logístico. La Fig. 6 muestra la ficha del indicador, el rango de desempeño es de 0.90%. Su frecuencia es mensual y la unidad de medida es en porcentaje. Se busca disminuir la tasa de porcentaje, lo más próximo a un rango de desempeño excelente.

En la tabla IX se muestra los costos de transporte y el tiempo promedio en la distribución de mercaderías de cables, para luego determinar la tasa de costos de transporte, de los periodos abril del 2019 a julio de 2019.

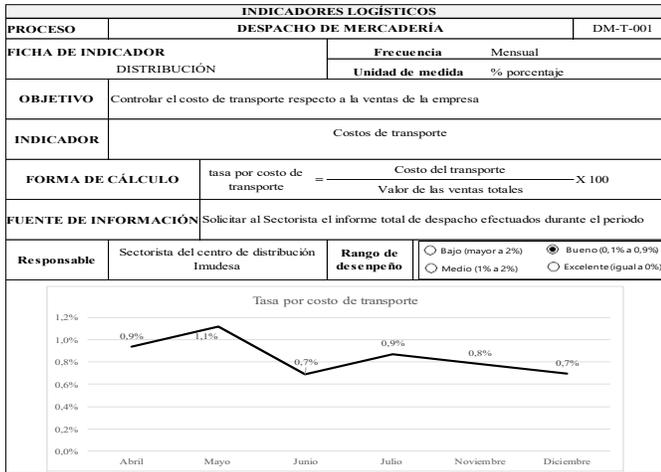


Fig. 5. Indicador de tasa de costo de transporte pre test

TABLA IX  
COSTO DE DISTRIBUCIÓN Y TIEMPO DE ENTREGA PRE TEST

Mes	Tiempo promedio	Costo de transporte S/
Abril	04:55:25	19 741.50
Mayo	05:03:52	21 515.40
Junio	05:08:08	20 014.20
Julio	05:32:28	24 066.00
Promedio	05:09:58	21 334.28

Adicionalmente; con la nueva redistribución, y la mejora de los procedimientos de trabajo. En el mes de noviembre del 2019, se obtuvo un tiempo promedio de 04hr:01min:19s en la distribución de mercadería de cables. En diciembre del 2019 fue de 04hr:14min:49s. La tabla X muestra una reducción en la tasa de costo de transporte a un rango de desempeño bueno de 0.70%.

TABLA X.  
TASA POR COSTO DE TRANSPORTE POST TEST

Mes	Tiempo	Costo S/	Venta Total S/	Tasa %
Abril	04:55:00	19 741.50	2 104 174.50	0.90
Mayo	05:03:00	21 515.40	1 923 862.40	1.10
Junio	05:08:00	20 014.20	2 906 158.30	0.70
Julio	05:32:00	24 066.00	2 771 180.00	0.90
Noviembre	04:01:00	19 485.90	2 487 762.18	0.80
Diciembre	04:14:00	16 174.80	2 315 467.60	0.70

Para el análisis de la distribución logística, el tiempo en realizar la operación para el proceso de despacho es de 351 minutos. En el análisis de desplazamiento obtuvo una optimización de 1 853 metros. Considerando que la velocidad promedio de un ser humano es de 4 kilómetros por hora, por ende, existe una reducción de 27.8 minutos.

$$1\ 853\ m \times \frac{1\ h}{4\ 000\ m} = 0.4632\ horas = 27.8\ minutos$$

Posteriormente, los tiempos de entrega de la distribución logística dentro del almacén de cables es de:

Tiempo de entrega (pre test) = 351 minutos.

Tiempo de entrega (post test) = 323.2 minutos.

Para la productividad de la distribución logística se realiza un promedio de 309 despachos por día.

$$\begin{aligned} \text{Product. (pre test)} &= \frac{309\ despachos}{351\ minutos} \times \frac{60\ minutos}{1\ hora} \\ &= 52.82\ despachos/hora \end{aligned}$$

Finalmente, en términos de reducción de costos de la distribución logística con respecto a los periodos de abril del 2019 a julio del 2019 obtenido por la empresa como costo proyectado de S/11 567 337. Aplicando la política de inventario se obtuvo un costo real total de S/ 10 159 351.

$$\begin{aligned} \text{Variación de costos} &= \frac{11\ 567\ 337 - 10\ 159\ 351}{11\ 567\ 337} \times 100 \\ &= 12.17\% \end{aligned}$$

Se obtiene un impacto de 12.17 % en la reducción de costos totales para el aprovisionamiento de cables, en comparación a los periodos de abril del 2019 a julio del 2019, esto significa un ahorro de S/ 1 407 986 soles para el operador logístico.

Los resultados obtenidos de la investigación permitieron realizar el modelamiento general para el análisis cuantitativo, mediante el software XLstat. La tabla XI muestra un extracto de los datos de los 47 ítems de cable de construcción, obtenidos por cada una de las dimensiones de la variable independiente: Procedimiento de trabajo ( $X_1$ ) política de inventario ( $X_2$ ) indicadores logísticos ( $X_3$ ). Además, la variable dependiente: Distribución logística.

TABLA XI  
MODELAMIENTO GENERAL DE INVESTIGACIÓN EN XLSTAT

	Cables	Variable X			Variable Y %
		D <sub>1</sub> m	D <sub>2</sub> m	D <sub>3</sub> %	
1	Sintox N2X0H cu90°C240mm	17.10	1 315	0.30	0.13
2	Sintox N2X0H cu 90°C 95mm	17.10	1 926	0.30	0.14
3	Sintox N2X0H cu 90°C 70mm	17.10	1 299	0.30	0.14
.	-----	-----	-----	-----	-----
47	Sintox LSOH cu80°C	9.20	3 472	0.43	0.12

En este apartado se pretende evaluar qué relación existe entre la variable independiente (X): Cadena de suministros y la variable dependiente (Y): Distribución logística.

Modelamiento general (X -Y):  $Y = 0.157 + 5.72 \times 10^{-4} \times (X_1) + 6.5 \times 10^{-7} \times (X_2) - 0.10 \times (X_3)$ . Conforme los procedimientos de

trabajo y la política de inventario aumenten y los indicadores logísticos disminuyan, la distribución logística mejora en el almacén de cables, además tiene un coeficiente de correlación alta de 86.8%.

Para el modelamiento parcial, se pretende evaluar qué relación existe entre la dimensión (D<sub>1</sub>): Procedimientos de trabajo y la variable dependiente (Y): Distribución logística. Modelamiento parcial (D<sub>1</sub>-Y):  $Y = 9.709 \times 10^{-2} + 2.061 \times 10^{-3} \times (D_1)$ .

La ecuación indica, conforme aumente los procedimientos de trabajo, contribuirá a que mejore la distribución logística en el área del almacén de cables, además tiene un coeficiente de correlación moderada de 60.5 %.

Se pretende evaluar qué relación existe entre la dimensión (D<sub>1</sub>): procedimientos de trabajo y la variable dependiente (Y): Distribución logística.

Ahora se pretende evaluar qué relación existe entre la dimensión (D<sub>2</sub>): Política de inventario y la variable dependiente (Y): Distribución logística. Modelamiento parcial (D<sub>2</sub>-Y):  $Y = 0.146 - 6.524 \times 10^{-6} \times (D_2)$ . La ecuación indica conforme disminuya la política de inventario, contribuirá a que aumente la distribución logística en el área del almacén de cables, además tiene un coeficiente de correlación alta de 75.3 %.

Por último, se pretende evaluar qué relación existe entre la dimensión (D<sub>3</sub>): Indicadores logísticos y la variable dependiente (Y): Distribución logística. Modelamiento parcial (D<sub>3</sub>-Y):  $Y = 0.168 - 0.107 \times (D_3)$ . La ecuación indica, conforme disminuya los indicadores logísticos contribuirá a que mejore la distribución logística en el área del almacén de cables, además tiene un coeficiente de correlación alta de 85.7 %.

Como complemento se procedió a realizar el análisis cualitativo a partir de un cuestionario con 20 ítems aplicado a los dueños del problema (17 trabajadores que operan dentro del almacén de cables), el mismo que fue validado por un juicio de expertos con una validez promedio de 91,67%, el instrumento registra un nivel de fiabilidad interna Alpha de Cronbach 84.60%, considerado como de excelente confiabilidad; esto permitió confirmar lo obtenido en el análisis cuantitativo mediante la contrastación de hipótesis Chi cuadrada, la relación que existe entre las variables y dimensiones. En todos los casos de prueba de hipótesis, se trabajó con un 5% de nivel de significancia.

Contrastación de hipótesis general: Cadena de suministros y distribución logística (X -Y).

H<sub>0</sub>: La cadena de suministros no influye en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico - Callao.

H<sub>1</sub>: La cadena de suministros influye en la distribución logística del almacén del almacén de cables de un operador logístico – Callao.

TABLA I  
CHI CUADRADA CADENA DE SUMINISTROS – DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA

	Valor	gl	Significación (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11.333a	4	0.023
Razón de verosimilitud	7.816	4	0.099
Asociación lineal por lineal	5.551	1	0.018
Nº de casos válidos	17		

El p valor 0.023 es menor que 0.05 ( $\alpha=0.05$ ) entonces rechazamos la H<sub>0</sub> y aceptamos la H<sub>1</sub> a un nivel de significancia del 5% es decir que la cadena de suministros influye en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico - Callao.

Contrastación de hipótesis específicas: Procedimientos de trabajo y distribución logística (D<sub>1</sub>-Y).

H<sub>0</sub>: Los procedimientos de trabajo de la cadena de suministros no influyen en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico - Callao.

H<sub>1</sub>: Los procedimientos de trabajo de la cadena de suministros influyen en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico - Callao.

TABLA XIII  
CHI CUADRADA PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO - DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA

	Valor	gl	Significación (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9.852 <sup>a</sup>	4	0.043
Razón de verosimilitud	6.852	4	0.144
Asociación lineal por lineal	4.350	1	0.037
Nº de casos válidos	17		

El p valor 0.043 es menor que 0.05 por lo que se decide rechazar la H<sub>0</sub> y aceptar la H<sub>1</sub> a un nivel de significancia del 5% esto nos permite afirmar que los procedimientos de trabajo de la cadena de suministros influyen en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico - Callao.

Contrastación de hipótesis específicas: Política de inventario y distribución logística (D<sub>2</sub> -Y).

H<sub>0</sub>: La política de inventario de la cadena de suministros no influye en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico - Callao.

H<sub>1</sub>: La política de inventario de la cadena de suministros influye en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico - Callao.

TABLA XIV  
CHI CUADRADO POLÍTICA DE INVENTARIO - DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA

	Valor	gl	Significación (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10.432 <sup>a</sup>	4	0.034
Razón de verosimilitud	8.095	4	0.088
Asociación lineal por lineal	0.628	1	0.428
Nº de casos válidos	17		

El p valor 0.034 es menor que 0.05 entonces rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$  a un nivel de significancia del 5%, por lo que afirmamos que la política de inventario de la cadena de suministros influye en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico - Callao.

Contrastación de hipótesis específicas: Indicadores logísticos y distribución logística ( $D_3 - Y$ ):

$H_0$ : Los indicadores logísticos de la cadena de suministros no influyen en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico – Callao.

$H_1$ : Los indicadores logísticos de la cadena de suministros influyen en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico – Callao.

TABLA XV  
CHI CUADRADA INDICADORES LOGÍSTICOS - DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA

	Valor	gl	Significación (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9.852 <sup>a</sup>	4	0.043
Razón de verosimilitud	6.852	4	0.144
Asociación lineal por lineal	0.235	1	0.628
N° de casos válidos	17		

El p valor 0.043 es menor que 0.05 entonces rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$  a un nivel de significancia del 5% es decir los indicadores logísticos de la cadena de suministros influyen en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico – Callao.

#### IV. CONCLUSIONES

Se obtuvo una reducción en el tiempo de entrega en el proceso de despacho de 351 minutos (en pre test) a 323.2 minutos (post test); se logró asimismo un aumento en la productividad en despachos/hora, de 52.82 a 57.36. Los costos totales proyectados por la empresa para el aprovisionamiento de cables fueron de S/ 11 567 337, con la política de inventario propuesta se obtuvo un costo real total de S/ 10 159 351 soles, esto representó una reducción del costo de S/ 1 407 986, que generó un impacto del 12.17%. Como complemento se realizó el análisis cualitativo de los resultados obtenidos de las encuestas mediante la prueba Chi cuadrada, la que reafirma que la cadena de suministros influye en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico.

Los procedimientos de trabajo permitieron identificar las actividades clave que operan dentro del almacén de cables. Mediante el diagrama de flujo se identificaron las actividades que no generan valor: Trasladar el pedido a zona de despacho y el de autorizar el ingreso del móvil. En la situación propuesta, con la redistribución de almacén, mediante el análisis de desplazamiento el layout actual obtuvo un desplazamiento de 5 484 metros y en el layout propuesto se obtuvo un desplazamiento de 3 631.2 metros post test lo que concluye que

existe una optimización de desplazamiento de 1 853 metros; como complemento, en el análisis cualitativo se afirma que los procedimientos de trabajo de la cadena de suministros influyen en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico.

La política de inventario permitió realizar el análisis ABC a las familias de cables, con una participación en ventas de 80.44%, son los cables de construcción los que genera mayor rotación; se realizó el pronóstico de demanda mediante el método Holt Winters. Se determinó el nivel óptimo de pedido de manera analítica en el software WinQSB 2.0 con un costo pre test de S/ 10 159 347.1. El nivel óptimo de pedido de manera dinámica simulada 12 500 veces a un nivel de confianza del 95% en el software Oracle Crystall Ball obtuvo un costo total post test de S/ 10 159 351 soles. Además, como complemento en el análisis cualitativo se afirma que la política de inventario de la cadena de suministros influye en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico – Callao.

Los indicadores logísticos mostraron mejoras respecto a la situación inicial, así en la Tasa de costo de transporte; el tiempo promedio de distribución de mercadería fue de 05:09:58 y el costo de transporte de S/ 21 334.28 donde la tasa de costo de transporte pre test es de 0.90%; con los procedimientos de trabajo y la nueva redistribución del almacén post test, existe una reducción en el tiempo promedio de distribución de mercadería de 04:08:04 y en el costo de transporte de S/17 785.35. Se concluye que existe una optimización de 01:01:54 y un ahorro de costo de S/ 3 548 donde la tasa de costo de transporte post test es de 0.70%. Además, como complemento en el análisis cualitativo se confirma que los indicadores logísticos de la cadena de suministros influyen en la distribución logística del almacén de cables de un operador logístico – Callao.

#### *Aportaciones teóricas*

Esta investigación presenta aportes teóricos que pueden ser tomados en cuenta en otras investigaciones, entre ellas podemos citar: La investigación contribuye a la literatura de la cadena de suministros y la distribución logística, el aporte del constructo de cadena de suministros y sus dimensiones consideradas como relevantes en el estudio a mejoras cuantitativas en la distribución logística; se obtuvo una reducción en el tiempo de entrega en el proceso de despacho, aumento en la productividad en despachos/hora, reducción del costo de aprovisionamiento de cables.

#### *Aportaciones prácticas*

El aporte práctico de esta investigación se evidencia en la utilización de un proceso dinámico en la logística, con simulación estocástica miles de veces, empleando el software Crystal Ball en la política de inventario, en la que una gran mayoría de casos se realiza de manera analítica, es decir realizada una sola vez. Esto permite menor probabilidad el riesgo de las decisiones empresariales. Las decisiones en este escenario cambian de una toma de decisiones analíticas simples

a decisiones que se realizan con el soporte de las herramientas tecnológicas que brindan información de indicadores con un mayor número de iteraciones para una apropiada toma de decisiones.

Esta investigación en su enfoque organizativo ha utilizado una evaluación cuantitativa empleando procedimiento inferencial y de simulación estocástica, además ha empleado una evaluación cualitativa a partir de la percepción de los dueños del problema, esta última evaluación recoge el grado de conocimiento e involucramiento del personal con el problema de estudio y el aporte de cada dimensión a la mejora de las condiciones iniciales.

#### *Limitaciones y futuras investigaciones*

Consideramos que los resultados presentados son satisfactorios en la mejora de la distribución logística a partir de los componentes o dimensiones seleccionadas; sin embargo, hay otros parámetros que pueden ser considerados como formas alternativas que podrían aportar otros hallazgos.

Esta investigación emplea datos longitudinales que se ponen a prueba en el modelo de investigación, aunque en un período de tiempo de análisis de pocos meses; para futuras investigaciones se sugiere que se emplee una data de un mayor número de meses, que ayudarán a confirmar los hallazgos obtenidos.

#### REFERENCIAS

- [1] V. Balza-Franco, C. D. Paternina-Arboleda, V. Cantillo, L. F. Macea, and D. G. Ramírez-Ríos, “A collaborative supply chain model for non-for-profit networks based on cooperative game theory,” *Int. J. Logist. Syst. Manag.*, vol. 26, no. 4, pp. 475–496, 2017, doi: 10.1504/IJLSM.2017.082614.
- [2] A. Alzamendi-Ramirez, J. Yoshida-Chiney, E. Ramos-Palomino, and R. Mesia, “Supply chain agility in manufacturing companies: A literature review,” *Proc. - 2019 7th Int. Eng. Sci. Technol. Conf. IESTEC 2019*, pp. 467–472, 2019, doi: 10.1109/IESTEC46403.2019.00090.
- [3] Z. Wu and F. Jia, “Toward a theory of supply chain fields – understanding the institutional process of supply chain localization,” *J. Oper. Manag.*, vol. 58–59, no. March, pp. 27–41, 2018, doi: 10.1016/j.jom.2018.03.002.
- [4] H. Park, M. A. Bellamy, and R. C. Basole, “Structural anatomy and evolution of supply chain alliance networks: A multi-method approach,” *J. Oper. Manag.*, vol. 63, no. April 2017, pp. 79–96, 2018, doi: 10.1016/j.jom.2018.09.001.
- [5] C. Swift, V. D. R. Guide, and S. Muthulingam, “Does supply chain visibility affect operating performance? Evidence from conflict minerals disclosures,” *J. Oper. Manag.*, no. February, pp. 1–24, 2019, doi: 10.1002/joom.1021.
- [6] X. Tong, K. Lai, Q. Zhu, S. Zhao, J. Chen, and T. C. E. Cheng, “Multinational enterprise buyers’ choices for extending corporate social responsibility practices to suppliers in emerging countries : A multi-method study,” *J. Oper. Manag.*, no. April, pp. 1–18, 2018, doi: 10.1016/j.jom.2018.05.003.
- [7] G. Li, L. Li, T. M. Choi, and S. P. Sethi, “Green supply chain management in Chinese firms: Innovative measures and the moderating role of quick response technology,” *J. Oper. Manag.*, no. August 2018, pp. 1–31, 2019, doi: 10.1002/joom.1061.
- [8] A. Villalva-Catano, E. Ramos-Palomino, K. Provost, and E. Casal, “A model in agri-food supply chain costing using ABC costing: An empirical research for peruvian coffee supply chain,” *Proc. - 2019 7th Int. Eng. Sci. Technol. Conf. IESTEC 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/IESTEC46403.2019.00009.
- [9] M. A. Hasan, J. Sarkis, and R. Shankar, “Interpretive structural modelling of agility enhancing management practices for agile manufacturing,” *Int. J. Agil. Syst. Manag.*, vol. 6, no. 4, pp. 361–390, 2013, doi: 10.1504/IJASM.2013.058216.
- [10] A. Narayanan, F. Sahin, and E. P. Robinson, “Demand and order-fulfillment planning : The impact of point-of-sale data , retailer orders and distribution center orders on forecast accuracy,” no. February, pp. 1–19, 2019, doi: 10.1002/joom.1026.
- [11] G. Demirel, B. L. Maccarthy, D. Ritterskamp, A. R. Champneys, and T. Gross, “Identifying dynamical instabilities in supply networks using generalized modeling,” *J. Oper. Manag.*, vol. 65, no. 2, pp. 136–159, 2019, doi: 10.1002/joom.1005.
- [12] T. E. Goltsos, A. A. Syntetos, and E. van der Laan, “Forecasting for remanufacturing: The effects of serialization,” *J. Oper. Manag.*, no. April, pp. 447–467, 2019, doi: 10.1002/joom.1031.
- [13] M. Udenio, K. Hoberg, and J. C. Fransoo, “Inventory agility upon demand shocks: Empirical evidence from the financial crisis,” *J. Oper. Manag.*, vol. 62, no. August, pp. 16–43, 2018, doi: 10.1016/j.jom.2018.08.001.
- [14] F. Wiengarten, U. R. Lull, D. Fan, M. Pagell, and C. K. Y. Lo, “Deviations from aspirational target levels and environmental and safety performance : Implications for operations managers acting irresponsibly,” no. April, pp. 490–516, 2019, doi: 10.1002/joom.1032.
- [15] H. Akkermans, W. Van Oppen, F. Wynstra, and C. Voss, “Contracting outsourced services with collaborative key performance indicators,” pp. 22–47, 2019, doi: 10.1002/joom.1002.
- [16] V. H. Villena and D. A. Gioia, “On the riskiness of lower-tier suppliers : Managing sustainability in supply networks,” *J. Oper. Manag.*, no. December 2017, pp. 1–23, 2018, doi: 10.1016/j.jom.2018.09.004.

- [17] D. E. Cantor, Y. Jin, and T. Walker, “Theoretical and empirical evidence of behavioral and production line factors that influence helping behavior,” pp. 1–21, 2019, doi: 10.1002/joom.1019.
  
- [18] S. Dhanorkar, Y. Kim, and K. Linderman, “An empirical investigation of transaction dynamics in online surplus networks : A complex adaptive system perspective,” pp. 160–189, 2019, doi: 10.1002/joom.1006.