



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“Modelo para la optimización del proceso de abastecimiento de una MYPE del sector metalmecánico mediante la notación de procesos con el BPMN y la inspección de inventarios”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Para optar el grado de bachiller en Ingeniería Industrial

**AUTOR(ES)**

Gonzales Camarena, Lilian Paola 0000-0001-6365-4552

Leon Andia, Paola Alejandra 0000-0001-5182-6054

**ASESOR**

Viacava Campos, Gino Evangelista 0000-0002-0126-4126

**Lima, 02 de abril del 2021**

*DEDICATORIA*

*Dedicamos este trabajo de investigación a nuestros padres y familiares que son motivación y soporte de nuestro esmero diario.*

## RESUMEN

El problema consiste en una ineficiente gestión de abastecimiento, que se refleja en el indicador de entrega de pedidos a tiempo. Generando retrasos de los pedidos de hasta siete días, en una SME metalmecánica que trabaja por orden pedido. Ante dicha problemática, se formula un modelo de gestión de abastecimiento e inventario que incluye la implementación de SLP Layout, BPMN, gestión de inventarios, diagnosticado a través de la metodología SCOR. En este modelo se realiza un primer diagnóstico de la situación actual a través del cuestionario SCOR debido a su practicidad y flexibilidad para realizar el análisis en diversas empresas. Se incluye la implementación de SLP Layout, destinando una adecuada distribución de espacios para los recursos almacenados en el inventario. Además, se incluye el Business Process Model and Notation permitiendo centrar la investigación en flujos de control y distinguir las actividades del personal. Así mismo, el BPA y la matriz kraljick aportan creando una base para la clasificación de los insumos e identificación de la frecuencia de uso de cada uno de estos, lo cual posteriormente servirá en la gestión de inventarios. La efectividad de la propuesta se midió mediante la implementación de un proyecto piloto en una empresa manufacturera, donde el indicador de entregas a tiempo se incrementó en un 41.40% y el nivel de servicio de parte del almacén a producción se mejoró en 51.59% aproximadamente.

Palabras clave: “Gestión Logística”, “Logística de entrada”, “Fabricación a pedido”, “Abastecimiento”

“Model for the optimization of the supply process in a MYPE associated with the consortium of the metalworking sector “

#### ABSTRACT

The problem consists of inefficient supply management, which is reflected on the on-time order delivery indicator. Generating order delays of up to seven days, in a metalworking SME that works by order. Faced by this problem, a supply and inventory management model is formulated that includes the implementation of SLP Layout, BPMN, inventory management, diagnosed through the SCOR methodology. In this model, a first diagnosis of the current situation is made through the SCOR questionnaire due to its practicality and flexibility to perform the analysis in diversified companies. The implementation of SLP Layout is included, allocating an adequate distribution of spaces for the resources stored in the inventory. In addition, the Business Process Model and Notation is included allowing to focus the investigation on control flows and distinguish the activities of the personnel. Likewise, the BPA and the kraljick matrix contribute by creating a basis for the classification of inputs and identification of the frequency of use of each of these, which will later serve in inventory management. The effectiveness of the proposal was measured through the implementation of a pilot project in a manufacturing company, where the indicator of on-time deliveries increased by 41.40% and the service level from the warehouse to production was improved by approximately 51.59%

Keywords: "Logistics Management", "inbound logistics", "make to order", “supplying”

## TABLA DE CONTENIDO

2	Introducción.....	7
3	Análisis Del Problema.....	7
4	Revisión De La Literatura .....	10
5	Contribución.....	11
6	Resultados .....	14
7	Discusión.....	18
8	Conclusión.....	19
9	Referencia.....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Impacto económico .....	9
Tabla II: Productos considerados en el piloto: .....	15
Tabla III:Distancias recorridas a almacenes .....	16
Tabla IV: Resultados obtenidos del piloto .....	17
Tabla V: Resumen de costos de inversión.....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Diagrama de causas de pareto .....	8
Figura 2:Monto de ventas de la empresa entre el 2017,2018 y el 2019 .....	9
Figura 4:Desarrolllo del modelo.....	11
Figura 5:Matriz Kraljick.....	13

## 1 INTRODUCCIÓN

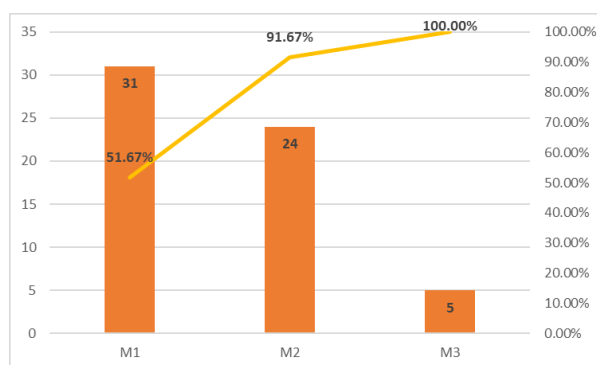
En los últimos años el impacto del sistema logístico a recobrado importancia. Es así que existen fuertes factores que influyen en el correcto desarrollo de cualquier empresa para ingresar al ámbito competitivo. Un informe realizado por el Banco mundial en el año 2018 posiciona a Perú en el puesto 83 de 160 países, respecto a índice de desempeño logístico. Registrando un IDL de 2.63 y evidenciando así que los ritmos de mejora en la logística han sido más lentos y/o menos significativas que en otros países durante el mismo período [1]. Adicional a esto, señala el informe de la Asociación de Emprendedores, que las Mypes aportan el 40% del PBI y, por ello, son una de las mayores impulsoras del crecimiento económico del país [2]. Respecto al sector manufacturero, este representa el 15% de las actividades económicas desarrolladas que generan valor añadido a nivel nacional.

Ante la búsqueda de disminuir costos, optimizar los inventarios y la mejora de la rentabilidad, las empresas buscan la manera más adecuada de llevar a cabo una ventaja competitiva. Encontrar la eficiencia en cuanto a logística, en las Pymes, constituye un factor clave para que las pequeñas empresas encuentren la oportunidad de ingresar a un entorno competitivo.[3]

## 2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El estudio está centrado en una empresa manufacturera del sector metalmecánico dedicada a la fabricación de equipos en acero inoxidable para la industria gastronómica, médica y hotelera. El principal problema identificado fue el retraso en las entregas de proyectos por dificultades en el abastecimiento de los insumos hacia el área de producción. Según un estudio realizado en Colombia [4] a empresas manufactureras el indicador de entregas al cliente fue de 74% en promedio en el 2015. En el caso de estudio, la empresa IFP se analizaron todos los proyectos realizados en el 2019 y se obtuvo un cumplimiento de 40.29% con 7.06 días promedio de retraso por pedido. Esto nos indica que existe una brecha técnica de 33.71% en la cual nos genera una oportunidad para mejorar.

Figura 1: Diagrama de causas de Pareto



El problema principal se debe a tres causas principales entre ellas, el desabastecimiento de materia prima en el área de producción (M1), alto tiempo invertido en el proceso de picking (M2) y proceso de compra de materiales deficiente (M3). Al analizar a una microempresa, comúnmente esta posee poca información cuantitativa para realizar el diagnóstico y es por ello que se ha elegido algunos factores para justificar cada una de las causas.

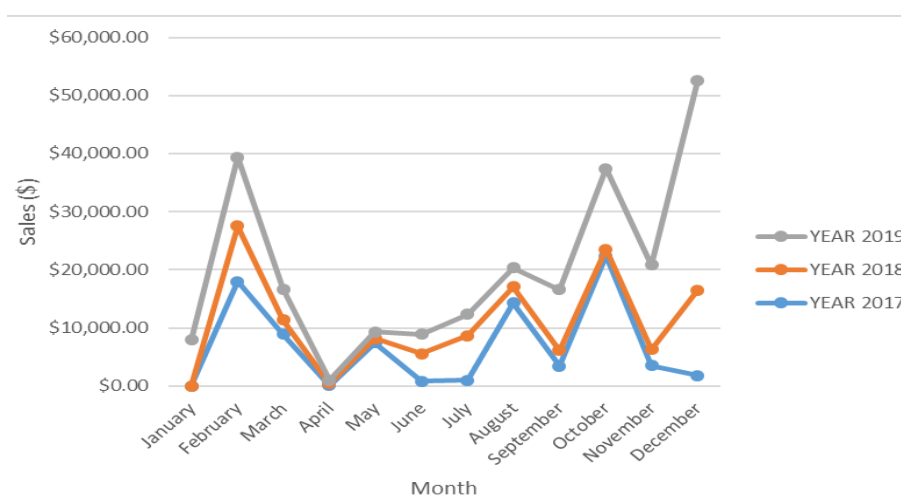
En primer lugar, el desabastecimiento de materia prima en el área de producción se debe a la planificación deficiente de requerimiento de materiales y a los métodos inexistentes de control de inventarios; este es medido a través de la rotura de stock y se encuentra en un 28.21%. Además, representa el 51.67% en frecuencia de veces que se ha presentado este problema durante el periodo evaluado.

En segundo lugar, el alto tiempo invertido en el proceso de picking se debe a la dificultad para la identificación de componentes y a no disponer áreas por tipo de materia prima. Debido a que no se posee un sistema de inventarios donde se encuentra registrado el stock de cada material y su ubicación, se ha realizado el cálculo de las distancias recorridas a los 6 almacenes, y esto es de hasta 109.42 m con un máximo de 45.81 m para trasladarse al almacén de accesorios en el nivel 2 y con un porcentaje de utilización de 2.57% de la planta baja.

En tercer lugar, el proceso de compra de materiales deficiente se debe a la inexistencia de lista de materiales por producto y a los criterios no establecidos para las solicitudes de compra. Esto se avala en la numerosa cantidad de órdenes de compra realizadas en un mes y que estas no necesariamente iban acorde al nivel de ventas. En enero del 2019, se realizaron 28 órdenes y el costo de ordenamiento representó el 3.35% del total de ventas



Figura 2: Monto de ventas de la empresa entre el 2017, 2018 y el 2019



Se determina que el impacto económico ha sido el 9.73% traducido en 10873.01 dólares y la componen dos factores. En la figura 2 se observan las ventas de los años 2017 al 2019, la cual sigue una tendencia de estacionalidad. Por un lado, se tiene la sobrevalorización de materia prima, en el año 2019, el costo de materia prima representó el 28.41% de los ingresos por ventas totales. El problema se genera cuando la empresa realiza compras de emergencia a los minoristas o ferreterías cercanas a la planta de producción y estos tienen mayor precio comparado con el de los mayoristas, se analizará el grado de sobrevalorización y como la no planificación repercute en los gastos de compra. De esto se determina que el porcentaje en general es de 23.88%. Por otro lado, el principal objetivo de la empresa es cumplir con los plazos de entrega y que el cliente quede satisfecho con el servicio ofrecido. Sin embargo, en el periodo de agosto a diciembre del 2019 la empresa ha incurrido en realizar horas extra, contratar personal a destajo y/o extender el periodo de entrega. De los resultados se puede concluir que el costo de mano de obra trabajada en horas normales fue de \$ 6,887.18 y el costo total de horas extra trabajadas fue de \$ 1,604.71.

Tabla I: Impacto económico

% de sobrevalorización sobre el total de ingresos.	$23.88\% \times 28.41\% = 6.78\%$
% de costos de horas extra sobre el total de ingresos.	$11.31\% - 8.36\% = 2.95\%$
% Total del impacto económico	$4.14\% + 2.95\% = 9.73\%$

### 3 REVISIÓN DE LA LITERATURA

La implementación de herramientas que involucren a la mejora de la logística de entrada enfocado en la gestión del proceso de abastecimiento ha mostrado resultados positivos para algunas empresas que las implementaron. A continuación, se revisa el uso de tales herramientas y se describe su importancia para la investigación actual.

Primero, la aplicación de un modelo de PDCA realizada en una industria con altos índices de no conformidad en la entrega de sus productos y de procesamiento de plásticos incluyó diagramas de Pareto y flujos de actividades como herramientas de apoyo. Logrando reducir la no conformidad hasta en un 60 % después de la primera implementación. Estableciendo los diagramas de flujo de actividades como excelente herramienta de calidad que ayuda a identificar, analizar y prevenir la cantidad de componentes defectuosos del proceso establecido como principal, según el análisis de Pareto [10]. Así es que el BPMN, con un enfoque en la organización de procesos de información, es clave en la realización de los procesos de flujos de trabajo, identificando así el comportamiento de los mecanismos del proceso y la identificación de las áreas débiles. Esto resulta tener un buen desempeño al momento de obtener información más rápida sobre la actualización de los recursos, mediante un simulador. Además, facilita el proceso de toma de decisiones al mantener los procesos claramente definidos [11].

Segundo, Keyvani [12] estudió la insatisfacción de los clientes de las empresas que trabajan bajo la estrategia MTO debido a que este entorno ocasiona un aumento de costos del sistema y por ende no pudieron responder efectivamente a la fluctuación de la demanda. Se estableció que los métodos contables estándar para tomar decisiones de hacer o comprar no resultan ser los más efectivos en este entorno, por ello planteó un modelo que incorpora la capacidad de la estación cuello de botella con el fin de mejorar la planificación y control de accesorios para proporcionar una óptima respuesta a los requerimientos del cliente. Por otro lado, Muther [13] en la propuesta de la metodología SLP Layout considera todos los aspectos que afectan a un correcto diseño, explotación y desmantelamiento de las plantas, sin que quedara descuidado ninguno de ellos.

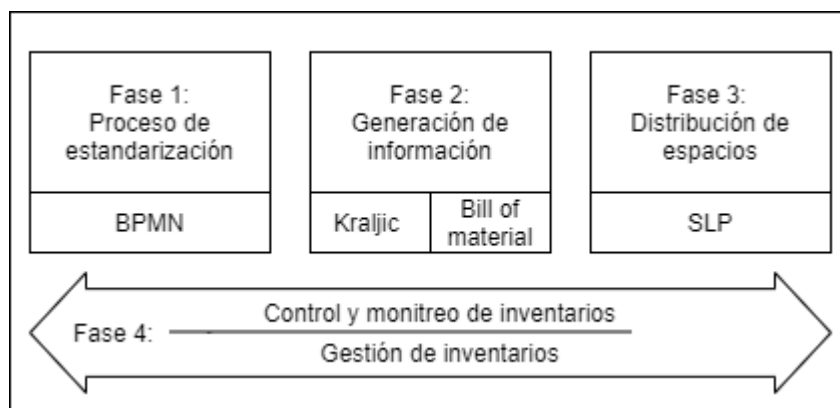
Tercero, Praddep [14] registró ineficiencias en el proceso de gestión de inventarios en empresas manufactureras de la India. Establece que al ahorrar capital en costos de

adquisición, este permitirá reinventar y optimizar las capacidades de producción a través de la obtención de mayor cantidad de materia prima. Se obtuvo para la empresa 1 un ahorro de aproximadamente 6000 PEN en costos anuales de ordenamiento, reduciendo el número de órdenes de compra al año en un 50% para la empresa 1 y en un 25% para la empresa 2. Según menciona Rezei y Fallah[15], el establecimiento de estrategias combinando la cartera de compras y matriz potencial de proveedores permite tener en cuenta aspectos como ganancias, riesgos de suministros junto a las dimensiones o disposición de la cartera de proveedores. Asimismo, Keyvani y Lotfi[16] el uso de la teoría de las restricciones para planificar accesorios requiere de un inventario dinámico con un sistema de planificación y control.

Cuarto, según Wuest y Toben[17], la aplicación de SCOR, permite realizar un análisis y diagnóstico de la cadena de suministro y a su vez contribuye a gestionar varios indicadores claves de rendimiento.

#### 4 CONTRIBUCIÓN

Figura 3: Desarrollo del modelo



En base a la revisión de la literatura se han identificado metodologías y herramientas que han generado impacto positivo en empresas de la industria manufacturera o empresas que trabajen bajo el enfoque make to order. En primer lugar, el desabastecimiento de materia prima en el área de producción es generada por la planificación deficiente de requerimientos y los inexistentes métodos de control de inventarios; ante ello, Pradeep Kumar y Kamath [33] plantean la implementación de un sistema de gestión de inventarios con el fin de reducir

los costos de adquisición, aumentar las tasas de producción y mantener precisión de los registros en el proceso de control de inventario. En segundo lugar, la ineficiencia en el proceso de compra de materiales se genera por dos causas raíz. Por un lado, la compra de material bajo una única estrategia se podrá modificar, según estudios de Jafar Rezaei & Hamidreza Fallah [34], mediante la utilización de la matriz Kraljick debido a que se dividen en cuatro segmentos diferentes los materiales utilizados en el proceso de acuerdo a sus niveles de riesgo e impacto, lo cual ayudará a establecer diversas estrategias de compra según sus características. Por otro lado, debido a la inexistencia de la lista de materiales, esta se implementará para los productos estándar que, según Angela Velasco, Christian Mascle y Pierre Baptiste [35], se considera un elemento de entrada fundamental para determinar el nivel de complejidad en la planificación de recursos de producción. En tercer lugar, una vez que los productos sean clasificados y priorizados por la matriz Kraljick, el System Layout Planing permite disponer de áreas destinadas por tipo de materia prima y facilitar el proceso de producción.

Lo propuesto en este trabajo consta de realizar un análisis de la situación actual bajo el análisis del cuestionario SCOR, a su vez apoyado esto con un énfasis en el seguimiento de los resultados mediante indicadores. Siguiendo con la aplicación del BPMN, el cual buscará estandarizar los procesos de picking y compras. Dando pase a la matriz Kraljick para que segmente a la materia prima de tal manera que alimente al sistema SLP Layout para la disposición de espacios y permita realizar la actividad de registro y codificación, lo cual va a ser una entrada para elaborar la lista de materiales codificada. Donde finalmente alimenten el sistema de control de inventarios

- Fase1: Proceso de estandarización

En primer lugar, la confirmación del compromiso de la dirección con la mejora de procesos, seguido de la sensibilización e información a los colaboradores de la empresa con el fin de evidenciar las falencias actuales mediante la muestra de los indicadores para su impacto en la productividad e impacto económico. Finalmente, se procede a realizar los procedimientos de trabajo con el fin de estandarizar el proceso de abastecimiento, el cual incluye el subproceso de compras y picking.

En busca del reordenamiento de los procesos de la empresa relacionados a la logística de entrada puesto que dificulta el correcto desempeño de la eficiencia en los procesos que

involucran la gestión de abastecimiento. Se propuesto la estandarización de los procesos de las actividades de abastecimiento y se incorporaron los procesos de picking con actividades estándares que ayudan a mantener los

- Fase 2: Generación de la información

La matriz Kraljic, permitirá la clasificación de los materiales en función del riesgo de suministro para la empresa y el impacto que tienen en el beneficio permitirá establecer estrategias para mejorar la gestión de compras y nos proporcionará cierta unidad para iniciar el proceso de codificación de materiales.

Figura 4:Matriz Kraljick



Además, la codificación será el soporte para realizar las listas de materiales estándar, que busca generar una base de datos con el historial de materia prima utilizada por cada proyecto. Esto con el fin de generar una referencia para cada proyecto nuevo y disminuir el tiempo de emisión de orden de abastecimiento.

- Fase 3: SLP Layout

Esta fase se divide en varias sub-etapas debido a que la reubicación de cada una de las áreas seguirá un proceso definido, evitando así repercutir sobre otras áreas. Aquí se encuentra: i) Construcción de almacén principal nuevo, ii) Amoblado del almacén, iii) Rotulado y ubicación de materiales, e iv) Implementar almacén de tubos

El SLP aportó mejorando el porcentaje de utilización de los espacios. A su vez, al tener la redistribución de la ubicación y el número de almacenes en la planta, esto generó un impacto en la facilidad de la distribución de los insumos. Observando así la disminución de los metros recorridos para el cumplimiento de las solicitudes de abastecimiento.

- Fase 4: Sistema de gestión de inventarios

Debido a que el caso de estudio no cuenta ningún sistema para el registro de sus inventarios, no se conoce el stock actual a la fecha y es por ello que esta etapa inicia con la elaboración de inventarios control y recuento de stocks, luego planificación de stock para demanda uniforme y no uniforme mediante pronósticos. En este punto, el tipo de pronóstico elegido es el promedio móvil ponderado en 3 meses debido a que este método permite otorgarle pesos a cada uno de los periodos en cuestión y sumado a la variabilidad de la demanda se tiene la opción de desestimar aquellos meses que no se han realizado ventas según record histórico. Finalmente, se establecen estrategias de reaprovisionamiento para los diferentes grupos de productos.

## 5 RESULTADOS

La validación de la propuesta se basa en la implementación de diferentes sistemas como gestión de inventarios, BPMN y SLP Layout. Esta se desarrolló de manera funcional a través de un proyecto piloto apoyado en una evaluación económica respecto a los resultados obtenidos. El estudio del sistema abarcará desde la recepción de pedidos, compra de materiales, exceptuando la producción y evaluarán las repercusiones sobre el tiempo de entrega final de los productos. El escenario se define en la empresa FPL manufacturera y cuya estrategia de producción es make to order. Esta tiene una amplia gama de productos que tienen un alto grado de personalización. Se analizaron 30 contratos desarrollados en el periodo de 1 mes que incluyen los productos descritos en la siguiente tabla.

Tabla II: Productos considerados en el piloto:

TABLE II. Group code	Product	Participation	
		Income	Production
M	Work table	25%	17%
B	Cold room	17%	3%
D	Kitchen	7%	4%
L	Laundry	6%	5%
H	Exhibitor	11%	2%

En la primera fase de validación se busca evaluar la herramienta BPMN mediante la estandarización de procesos con el fin de demostrar la efectividad de los nuevos procedimientos implementados, el cual se logrará mediante el incremento del indicador de exactitud de inventarios. El escenario propuesto fue en el almacén madre de componentes con 51 unidades de mantenimiento stock evaluados en un periodo de 20 días, debido a que en este existe mayor variedad de productos almacenados, mayor rotación de productos a lo largo de las etapas de fabricación y recepción de ordenes de abastecimiento superior a los demás almacenes. Del resultado obtenido se concluye que, existe mayor reincidencia de productos pequeños pero que se requieren en cantidades superiores a otros productos como es el caso de los autorroscantes o remaches, los cuales tienen una mayor facilidad de tener registros erróneos. Finalmente, los resultados mostraron un 92.16% de exactitud de inventario. Esto comparado con los rangos para el indicador se ubica como aceptable


En la segunda fase, se buscará validar las herramientas Bill of Material y la matriz Kraljic cuyo objetivo es generar y almacenar información respecto a los materiales que conformarán los pedidos finales. Esto será medido a través de la reducción del tiempo promedio de emisión de ordenes de abastecimiento. El escenario propuesto fue de 30 productos variados de las 3 líneas de fabricación, y se analizaron la lista de componentes que se utilizará en cada uno de los productos. Al inicio, se registró un promedio actual de 22.65 minutos antes de la implementación, el cual se redujo en 22.02% logrando un 17.66 minutos. Esto comparado con los rangos para el indicador se ubica como bueno.

En la tercera etapa, se busca optimizar la disposición de almacenes con el fin de minimizar las distancias recorridas por el operario, así como mejorar la accesibilidad a los almacenes para realizar el proceso de picking mediante el System Layout Planning. El porcentaje de utilización de la planta de producción obtenido después de realizar los cambios descritos

anteriormente pasó de 2.57% a 4.79%. Para el cálculo de las distancias recorridas en la situación actual se consideró un punto referencial y a partir de ello, se determinó la dimensión hacia el punto medio de cada área. Para el almacén 2, se añadieron 2.20 m considerando la altura a la cual se encuentra. Para el almacén 5, debido a que está en el segundo piso se calcula en tres tramos. En la tabla III se observa que el total actual recorrido entre los 6 almacenes pasa de 109.44 m a 35.21 m, logrando una reducción del 67.83% en términos de distancias recorridas. Esto comparado con los rangos para el indicador se ubica como aceptable.

Tabla III:Distancias recorridas a almacenes

Item	Distancia a recorrer (m)
Almacén 1	6.16
Almacén 2	4.48
Almacén 3	2.20
Almacén 4	22.25
Almacén 5	45.81
Almacén 6	28.52



Item	Distancia a recorrer (m)
Almacén 1	6.16
Almacén 2	0
Almacén 3	29.05

Fuente: Elaboración propia

En la cuarta etapa, mediante la implementación del sistema de gestión de inventarios el objetivo será incrementar el nivel de servicio de almacén hacia producción, disminuir el tiempo del proceso de picking e, principalmente, incrementar el porcentaje de entregas a tiempo. El escenario definido para medir el nivel de servicio se ubicó en el almacén de componentes debido que ahí se presenta el más alto índice de rotación de productos a lo largo de las etapas de fabricación en comparación con el de planchas y tubos. Se registraron 291 órdenes de requerimientos en un periodo de 16 días, es decir, un promedio de 18.19 por días. Según los resultados se obtuvo un nivel de servicio promedio de 69.51% y 12.63 órdenes atendidas correctamente. Recordando que el indicador inicial fue del 28.21%, se ha incrementado en un 59.41% después de la implementación. Esto comparado con los rangos para el indicador se ubica como aceptable. Adicionalmente, se evaluó el tiempo invertido en el proceso de picking, para lo cual, se cronometraron las ordenes de requerimiento de producción y analizar cuales fueron atendidos correctamente durante el periodo evaluado. La muestra se compuso de 50 órdenes y también estaba contemplado en el almacén de componentes y accesorios. El resultado obtenido representó la reducción del 42.27%



pasando de 4.97 min a 2.87 min, lo que en cifras globales significaron pasar de 248.62 minutos a 143.53 minutos en el total de la muestra. Esto nos indica una mejoría y los primeros resultados obtenidos producto de la implementación tanto del sistema de gestión de inventarios y el BPMN, ya que sin un proceso previo estandarizado sobre las actividades a seguir el resultado podría verse afectado negativamente. Esto comparado con los rangos para el indicador se ubica como aceptable.

Finalmente, el principal resultado que se desea optimizar es el incremento de entregas a tiempo al cliente final. Por ello, se registraron fechas de entrega promesa para cada producto y se comparó con la fecha real. El escenario propuesto se compuso de 15 productos entregado en el periodo de 2 meses. Según los resultados se obtuvo el porcentaje de entregas en 68.75%, según la data analizada se entregaron 5 pedidos con retraso y 11 a tiempo con 3.4 días de retraso promedio. Además, recordando que el indicador inicial fue del 40.29% se ha incrementado en un 28.46% después de la implementación. Esto comparado con los rangos para el indicador se ubica como aceptable.

Tabla IV: Resultados obtenidos del piloto

Indicator	Unit	Semaforo			Current Value	Obtained Value
		Red	Yellow	Green		
Inventory accuracy record	%	<0;90>	[90;95<	[95;100]	0	92.16
Service level	%	<0;60>	[60;70<	[70;100]	28.21	69.51
Deliveries on time	%	<0;65>	[65;74<	[74;100]	40.29	68.75
Time of the picking process	min/ order	<0;3>	[2;3]	<2;0>	4.97	2.87

Entregar a tiempo el producto final implica culminar la etapa de producción en el plazo destinado, y con ello tener un eficiente proceso de abastecimiento. Los principales beneficios que traen consigo la mejora en los tiempos de entrega del producto final son la reducción de los costos de planilla del área de producción y los ahorros sustanciales que resultan de la disminución de la sobrevalorización de la materia prima. Por ende, en primer lugar, se considera no solo una significativa reducción y/o eliminación de horas extras sino también la reducción de tiempos muertos puesto que la materia prima se obtendrá en el tiempo

programado y por consecuencia habrá una reducción de mano de obra por horas hombre extra. En segundo lugar, beneficios por ahorros sustanciales que resulten de la disminución de sobrevalorización de la materia prima y los costos de horas extras. Además, la propuesta nos ofrece una base que va a permitir tener una mejor comprensión y control de los ahorros. En consecuencia, se obtuvo que, el porcentaje de sobrevalorización es de 2.18% el cual, comparado con el 6.78% inicial, denota un porcentaje de disminución considerable.

En tanto, al realizar una evaluación económica se analizaron los costos generados a partir de los gastos que involucra la propuesta de implementación. El monto de inversión generado para la implementación de la propuesta suma de S/ 10405.00. Monto destinado en inversión para la distribución de espacios, cultura organizacional de procesos, incorporar lista de materiales estandarizadas, mano de obra, y adquisición del software, tal como indica la Tabla V.

Tabla V: Resumen de costos de inversión

Descripción		Costo total
1	Inversión para la distribución de espacios	S/ 3,040.00
2	Inversión para cultura organizacional de procesos	S/ 1,040.00
3	Inversión para incorporar lista de materiales estandarizadas	S/ 185.00
4	Inversión en mano de obra	S/ 5,540.00
5	Inversión por adquisición de software	S/ 600.00
Total		S/ 10,405.00

De lo cual, se espera que el periodo de retorno del capital sea de 11 meses, es decir recuperar el monto invertido dentro del primer año.

## 6 DISCUSIÓN

Los resultados arrojados en la implementación piloto dan cuenta de un incremento en el porcentaje del nivel de servicio del almacén de componentes a producción. El cual, se incrementó hasta un 82% a los 16 días, en la experiencia del trabajo desarrollado se debe considerar que la situación experimentada se realiza bajo un contexto diferente por las medidas de sanidad que se viven en el país. Las cuales afectan en gran medida el regular

desarrollo de las empresas manufactureras y los involucrados como algunos proveedores, la disminución de la demanda de clientes, entre otros.

Este trabajo de investigación se desarrolla en una empresa make to order y se da seguimiento a la validación de la propuesta mediante el seguimiento de la línea del producto principal, las mesas de trabajo. Por lo que se invita a dar secuencia a investigaciones que incluyan en el escenario de validación piloto a más líneas de productos.

## 7 CONCLUSIÓN

El problema principal de este artículo es la deficiencia en el proceso de entregas a tiempo causado por falta de planificación en el proceso de despacho de materiales. Debido a esto, la propuesta innovadora plantea la implementación de las herramientas BPMN, SLP y Gestión de inventarios, con el fin de incrementar las órdenes entregadas a tiempo al cliente y reducir el impacto que esta genera sobre cada una de las causas raíz.

Este modelo responde a un vacío inminente en la literatura, debido a que los modelos actuales que analizan la relación entre el proceso de abastecimiento y producción, en su mayoría, tienen como principal supuesto que la materia prima siempre está disponible para cuando se requiera. En este proyecto, los requisitos para la aplicabilidad de este modelo que se plantean, a pesar de ser bastante específicas, es un mercado bastante amplio y que requiere de una guía para poder iniciar el proceso de organización y control de sus inventarios. Asimismo, la implementación de la propuesta se realiza mediante una validación piloto en la misma empresa. El costo de los recursos para su ejecución es de s/. 10405.00 y se espera un ahorro de S/11834,62 para el primer año y un incremento del 86 % sobre este monto para el segundo año.

## 8 REFERENCIA

- [1] World Bank, 2018. [En línea]. Available: <https://lpi.worldbank.org/international/global?sort=desc&order=Country#datatable>. [Last access: 14 February 2020].
- [2] Ministry of development and social inclusion. (5 de April de 2018).  
SME contribute to the growth of the national economy. From <http://www.foncodes.gob.pe/portal/index.php/comunicacion-eimagen/noticias-y-comunicaciones/item/1018-mypes-contribuyenal-crecimiento-de-la-economia-nacional>
- [3] Ibero-American Development Bank, 2011 [En línea]. Available: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/16087/la-logisticacomo-factor-de-competitividad-de-las-pymes-en-lasamericas>. [Last access 11 June 2020]
- [4] Universidad de Antioquía, Fundación universitaria Ceipa y Revista Zonológica (2015) Third study to measure business logistics performance. Benchmarking logístico 2015. Universidad de Antioquía Católica, Lima, Perú.
- [5] Realyvásquez-Vargas, K. C. Arredondo-Soto, T. Carrillo-Gutiérrez, and G. Ravelo, “Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study,” *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 11, 2018, doi: 10.3390/app8112181.
- [6] K. Ougaabal, G. Zacharewicz, Y. Ducq, and S. Tazi, “Visual workflow process modeling and simulation approach based on non-functional properties of resources,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 13, 2020, doi: 10.3390/app10134664
- [7] Keyvani, P., & Lotfi, M. M. (2019). Dynamic TOC-based approach to planning and controlling accessories in MTO environments. *Scientia Iranica*, 26(5 E), 2885–2903. <https://doi.org/10.24200/sci.2018.20610>
- [8] Muther, R. (1968). *Planning and production of the company industry*. Barcelona. From: <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-SLP.pdf>
- [9] Shetty, P. K., & Raghavendra Kamath, C. (2018). A study of inventory management at manufacturing industries in rural India. *International Journal of Mechanical and*

Production Engineering Research and Development, 9(1), 73–80.  
<https://doi.org/10.24247/ijmperdfeb20198>

[10] Rezaei, J., & Fallah Lajimi, H. (2019). Segmenting supplies and suppliers: bringing together the purchasing portfolio matrix and the supplier potential matrix. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 22(4), 419–436.  
<https://doi.org/10.1080/13675567.2018.1535>

[11] Georgise, F. B., Wuest, T., & Thoben, K. D. (2017). SCOR model application in developing countries: challenges & requirements. *Production Planning and Control*, 28(1), 17–32. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1230790>

[12] Velasco Acosta, A. P., Mascle, C., & Baptiste, P. (2019). Applicability of Demand-Driven MRP in a complex manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1650978>