

Management model to improve the dispatch compliance of a textile SME using Lean Manufacturing, Systematic Layout Planning and Digital Transformation methodologies in the era of nearshoring

Abstract— The manufacturing sector is one of the main engines of the Peruvian economy, and within this sector is the textile sector, which contributes 2% to the national GDP. This sector has been growing in recent years and during the first Nine months of 2022 generated a growth of 24% compared to the same period of the previous year; However, despite its growth, this sector is made up mostly of SMEs, which constitute 96.2% of the total number of companies and whose informality is around 80%. Additionally, this type of company has a scarce culture of innovation and financing problems, which makes it difficult to take advantage of the advantages that nearshoring is generating by generating the opportunity to increase sales in the short term by displacing the main producers in Asia who supplied the North American market with closer suppliers, among them which is located in Peru, which is recognized for the quality of its textiles, therefore, the objective of this research is to contribute to the innovation of the order preparation processes of a textile company with the objective of increasing productivity and profitability. of this type of companies through the application of Lean Manufacturing, Systematic Layout Planning and Digital Transformation methodologies.

Keywords-- —Lean manufacturing, Systematic Layout Planning, Digital Transformation, SMEs, textile industry.

Modelo de gestión para mejorar el cumplimiento de despacho de una Pyme textil utilizando las metodologías Lean Manufacturing, Systematic Layout Planning y Transformación Digital en la era del nearshoring

López Aponte, Karla Antonella, BSc¹, Valdivieso Yucra, Lucy, BSc²
Jon Arambarri, PhD³, Cynthia Elias Giordano Mg⁴, José Antonio Rojas García, PhD⁵

¹Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú, U201715048@upc.edu.pe,

²Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú U201710414@upc.edu.pe,

³Universidad Europea del Atlántico, Facultad de Ingeniería, jon.arambarri@uneatlantico.es, ⁴Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú, pcinceli@upc.edu.pe, ⁵Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú, pcinjroj@upc.edu.pe

Abstract— *El sector manufactura es de los principales motores de la economía peruana, y dentro de este sector se encuentra el sector textil, el cual aporta un 2 % al PBI nacional. Este sector ha venido creciendo en los últimos años y durante los primeros nueve meses del año 2022 genero un crecimiento del 24 % con respecto al mismo período del año anterior; sin embargo, pese a su crecimiento este sector esta constituido en su mayoría por pymes las cuales constituyen el 96.2 % del total de empresas y cuya informalidad bordea el 80 %, adicionalmente este tipo de empresas cuenta con una escasa cultura por la innovación y problemas de financiamiento, lo que dificulta el poder aprovechar las ventajas que esta generando el nearshoring al generar la oportunidad de poder incrementar sus ventas en el corto plazo al desplazar a los principales productores de Asia quienes abastecían el mercado norteamericano por proveedores más cercanos, entre los que se encuentra Perú quien es reconocido por la calidad de sus textiles, por lo tanto, en esta investigación se tiene como objetivo el contribuir a la innovación de los procesos de preparación de pedidos de una empresa textil con el objetivo de incrementar la productividad y rentabilidad de este tipo de empresas mediante la aplicación de las metodologías Lean Manufacturing, Systematic Layout Planning y Transformación digital.*

Keywords-- —Lean manufacturing, Systematic Layout Planning, Transformación Digital, Pymes, industria textil.

I. INTRODUCCIÓN

El sector manufacturero es de suma importancia para el crecimiento económico de todos los países, debido a que es un indicador relevante para establecer en conjunto el estado de la economía; dentro del sector manufacturero se encuentra el sector textil, el cual debido a la diversidad de materias primas y procesos productivos han hecho que la producción de textiles y confecciones en el Perú haya mostrado un gran crecimiento en los últimos años, generando un aporte del 2 % al PBI del país, impulsando el crecimiento de las empresas peruanas y disminuyendo las importaciones de productos textiles, cabe indicar que este desarrollo de la industria se basa en la alta

apreciada en el mercado nacional, sino también es apreciada en mercados internacionales como el Norteamericano y Europeo, así como a otros países latinoamericanos como Argentina, Brasil, Colombia, Chile y Ecuador [1].

Es preciso señalar que en los primeros nueve meses del año 2022, las exportaciones de textiles totalizaron los US \$ 1.427 lo que represento un crecimiento del 24 % con respecto al mismo período del año 2021, siendo que el volumen de textiles exportados aumento en 9.5 % en el mismo período [2]. Los principales factores que favorecieron el crecimiento de las ventas internacionales peruanas han sido:

a) La sostenibilidad de la demanda por parte de Estados Unidos;

b) Los nuevos costos de importación de productos chinos, afectados entre otras cosas por los incrementos en fletes; y

c) El mantenimiento de sanciones comerciales de prendas de vestir que utilicen algodón proveniente de China, generando que el intercambio comercial disminuya generando como efecto el incrementando las de países como Perú para mantener una demanda satisfecha, situación que impulsa la tendencia del nearshoring.[3]

Sin embargo, pese a las oportunidades que se presentan, la realidad del sector textil se divide en dos grandes segmentos, por un lado el una parte del sector enfrenta problemas estructurales que entre los que se encuentran una alta fragmentación lo cual queda evidenciado con la composición del mercado en el cual el 96.2 % de las empresas son pymes, informalidad laboral la cual alcanzó en 82.4 % en 2021, una escasa cultura hacia la innovación, problemas de financiamiento entre otros factores y por otro lado, existen pocas empresas en su mayoría grandes, las cuales son consideradas como modernas, innovadoras, competitivas y enfocadas en la exportación, que aprovecha las ventajas de los acuerdos comerciales, lo que impulso sus ventas de US\$ 1,198 millones en el año 2016 a US\$ 1,830 al cierre del año 2022 [4]

Adicionalmente en una economía cada día más digital, ha generado un alto impacto en el sector textil, que se encuentra en un momento de cambio siendo las principales tendencias:

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).

DO NOT REMOVE

calidad y prestigio de los productos, la cual no solamente es

- Incremento del comercio electrónico el cual está soportado en el uso de tecnologías, y nuevos hábitos de los consumidores lo que generó un impulso en las ventas.
- Con el incremento de las ventas online se han generado roturas de stock y ha sido necesario reorganizar los stocks desde las tiendas físicas hacia los canales digitales de venta.
- La inmediatez de los canales de distribución es uno de los factores que más valoran los usuarios a la hora de comprar.
- Todas las industrias están volcadas en establecer medidas que reduzcan su impacto medioambiental durante sus procesos, siendo que este sector se comprometió a reducir las emisiones de CO₂ de cara a 2050 [5].

Finalmente, respecto al impacto en la logística, esta es un aspecto fundamental para el éxito de las empresas textiles y contar con una cadena de suministro optimizada y eficiente es un factor de éxito para garantizar la logística en este sector, por lo que se requiere que estas:

- Desarrollen mayor flexibilidad debido a que las empresas del sector deben hacer frente a la entrega de pedidos que ha crecido en número y que se efectúa en diferentes horarios.
- Mejoren en la automatización y la digitalización de los procesos a fin de optimizar el trabajo, los tiempos de entrega, el seguimiento del pedido en tiempo real, planificación del transporte considerando la demanda fluctuante.
- Desarrollar una logística verde o sostenible mediante el empleo de vehículos de energías renovables, planificar mejor las rutas, compartir recursos de colaboración en el reparto, desarrollar microhubs o puntos de entrega.
- Implementar la logística inversa.
- Establezcan novedades y tendencias de packaging.
- Desarrollar soluciones que eviten daños a los productos, lo que fomentará el desarrollo del comercio electrónico.
- Reducción del volumen de residuos
- Entre otros [6]

Por lo tanto, el uso de herramientas de gestión utilizadas en conjunto con la tecnología en diversos es uno de los grandes desafíos para las compañías textiles, por lo que la motivación de la presente investigación es establecer un modelo basado en las metodologías Lean Manufacturing, Systematic Layout Planning y Transformación Digital que a la mejora de los procesos logísticos de las pymes textiles.

El presente artículo se divide en 5 secciones las cuales son: la sección 1 presenta la introducción, la sección 2 presenta el Estado del Arte que señala investigaciones actuales acerca de temas influyentes al contexto del problema y propuesta de solución, la sección 3 que se basa en el aporte causado por la innovación de las herramientas propuestas, la sección 4 evidencia el proceso de validación de manera cuantitativa y los principales resultados y finalmente la última sección muestra

las conclusiones de la investigación y los temas de exploración que puedan surgir en el futuro

II ESTADO DEL ARTE.

A.- *Lean Manufacturing (LM)*

Lean Manufacturing es una metodología de trabajo, que consiste en las personas. Asimismo, esta metodología define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, existen diversos tipos de desperdicios a lo largo del proceso de producción de un producto. La metodología Lean Manufacturing (LM) categoriza a estos desperdicios en 7 tipos que son: inventario, tiempos de espera, productos defectuosos, sobreproducción, movimientos, transportes y exceso de procesamiento [7].

Cabe precisar el concepto de LM, establece que la mejora de la competitividad de las empresas se incrementa al reducir sus desperdicios, existen diferentes herramientas que permiten a las empresas la reducción de desperdicios de forma sistemática, entre las que se tienen: [8].

Value Stream Mapping (VSM)

El propósito de esta herramienta es el de mapear los diferentes flujos de material e información que abarca desde los proveedores, fabricación y distribución hasta el cliente final; lo que permite identificar procesos que no agregan valor y proponer mejoras, así como reducir los tiempos de entrega y el inventario en proceso, lo que conduce a incrementar la eficiencia [9].

El VSM es utilizado como herramienta de mejora, cuando el mismo se establece en una primera etapa, se identifican de acuerdo al flujo establecido las actividades que no generan valor y al establecer acciones que mejoren las mismas, es posible definir un nuevo estado del VSM que contenga procesos balanceados y eficientes [10]

Single Minute Exchange of Die (SMED)

Esta herramienta que permite agilizar los procesos donde se generen cambios de herramientas o configuración de máquinas o instalaciones, al reducir los tiempos de preparación lo que permite una mejora en la productividad. El tiempo de preparación es aquel tiempo que transcurre entre el último producto realizado de un lote ya terminado y el primero de un nuevo lote, este proceso incluye el desmontaje, reinicio y montaje de la máquina, entre otras actividades que se realizan para su preparación [11]. En el SMED se reconocen dos tipos de elementos o actividades de cambio, estos son: a) los elementos internos, que están constituidos por actividades que se realizan con la máquina parada y b) elementos externos, que están constituidos por las actividades que se pueden realizar con la máquina en funcionamiento. La implementación de esta herramienta consta de la identificación de elementos o

actividades del proceso de cambio y medición de cada una de ellas, identificación de elementos externos e internos, transformación de internos en externos y finalmente la optimización de los elementos restantes mediante automatización de actividades e implementación de mejoras humanas y técnicas.

Para una adecuada implementación del SMED es necesario que las empresas consideren tres etapas:

- a) la etapa estratégica, donde se capacita al personal en el uso de herramienta.
- b) la etapa preparatoria, donde se analizan las actividades de cambio, y,
- c) la etapa de prueba, donde se separan los elementos internos y externos.[12]

5'S

Esta herramienta permite mejoras en la productividad en base a la aplicación de principios basados en el orden en los procesos, la motivación del personal, la estandarización de sus procesos y las auditorías para supervisar la evolución de esta herramienta [13]

La aplicación de las 5's supone cinco etapas:

1. SEIRI. (CLASIFICACIÓN).

En esta etapa se clasifican los materiales indispensables para la ejecución del proceso, por lo tanto, todo elemento ajeno a este fin será considerado como innecesario y se eliminará o separará.

2. SEITON (ORGANIZACIÓN)

La segunda etapa consiste en el ordenamiento de los elementos indispensables para el trabajo, el objetivo es eliminar o reducir los tiempos no productivos.

3. SEIZO (LIMPIEZA)

En esta etapa, se elimina la suciedad del área de trabajo y se establecen estándares de orden y limpieza.

4. SEIKETSU (ESTANDARIZAR)

En esta etapa se realiza una comprobación de las tres etapas anteriores por parte del trabajador, quien debe ser entrenado previamente para este fin.

5.- SHITZUKE (SEGUIR MEJORANDO)

Esta etapa se basa en la mejora continua, por lo cual no debería de tener fin, en la misma se fomenta la aplicación de las etapas anteriores con el objeto de desarrollar una cultura hacia la mejora continua [14]

Kaizen

Esta herramienta tiene sus bases en ciclo de mejora continua de Deming y es la base de las metodologías lean, por lo tanto, se enfoca en realizar pequeñas mejoras en los procesos constantemente para llegar a la excelencia para lo cual requiere del esfuerzo de todos los colaboradores para alcanzar los objetivos [15]. Esta herramienta se compone de las fases *plan, do, check y act* que significa planear, hacer, verificar y actuar, orientándose a la identificación de las causas raíz de los problemas para realizar mejoras que garanticen un mejor desempeño de los procesos mediante la introducción de

medidas correctivas, así como permite establecer procedimientos de control [16].

B. Systematic Layout Planning (SLP)

Esta metodología permite establecer una alternativa óptima de distribución de planta o layout que contribuya a mejorar el desempeño y eficiencia de los procesos, permitiendo establecer la mejor posición para las estaciones de trabajo, equipos e instalaciones, lo que optimiza el flujo de materiales, reduciendo así los costos. [17]

Un diseño adecuado con una ubicación de equipos favorable para cumplir con los objetivos productivos, reduce el tiempo de ciclo y los costos por manejo de materiales, siendo que el diseño de layout no solo influye en el desempeño de una empresa por disminuir el tiempo total de procesamiento, sino que puede incrementar la comodidad de los trabajadores al aplicar SLP con un enfoque ergonómico para mejorar su desempeño y posturas.[18]

Fases del SLP

Las fases generales para lograr una adecuada distribución de planta son las siguientes:

Fase I: Localización. En esta fase se identifican las áreas en que se pretende organizar las oficinas o planta, En esta fase existe dos fases: a) la macro localización y b) la micro localización.

Existen diversos métodos que se pueden utilizar en esta etapa como el de centro de gravedad, ubicación por programación línea, entre otros.

Fase II: Planteamiento General. En esta fase se dispone totalmente de toda la superficie a utilizar, por lo cual, se identifican los sectores y los recorridos de manera que la disposición general, los una y el aspecto general de cada área importante queden determinados.

Fase III: Planteamiento Detallado . En esta fase se determina el emplazamiento de cada uno de los elementos físicos (máquina y equipo) de las zonas que se ha planteado con anterioridad.

Fase IV: Instalación. En esta última fase, se ve la preparación de la instalación, la obtención del conforme de la dirección y los desplazamientos que requieren cada una de las máquinas y de los equipos. [19]

Tipos de distribución de planta

Dentro de los diferentes tipos de distribución de planta utilizados en términos generales se tienen las siguientes:

a) Distribución por posición fija.

Este tipo de distribución es la utilizada comúnmente en grandes proyectos y es aquella en que el material o el componente principal permanece en un lugar fijo, mientras que todas las herramientas, maquinaria, hombres, y otras piezas de material concurren con el producto a fabricar. Todo el trabajo se hace en un mismo lugar o el producto se

ejecuta con el componente principal estacionado en una misma posición.[20]

b) Distribución por proceso o por función.

En este tipo de distribución se agrupan las operaciones por tipo de proceso, y su objetivo es maximizar el uso de los recursos disponibles para la ejecución de trabajos[21]

c) Distribución por producto.

En esta distribución, un producto es el que se traslada a lo largo de las diferentes áreas o procesos de la organización, es utilizada en la producción continua o de grandes volúmenes con productos de alto grado de estandarización.[22]

C.- Transformación Digital.

Una estrategia utilizada en los últimos tiempos en la cual se persigue incrementar el valor ofrecido al cliente, colocándolo a este como prioridad a través de mejoras en los procesos las cuales pueden ser disruptivas o incrementales es la denominada transformación [23].

El objetivo de buscar este incremento del valor percibido es lograr mayores beneficios, los cuales se consiguen soportando los procesos en tecnologías que permitan digitalizar aquellas actividades repetitivas y estableciendo nuevas estrategias las cuales no solo incluyen cambios de procesos, sino van más allá y proveen un cambio cultural en las organizaciones con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes. [24].

Para lograr resultados relevantes en su implementación, los procesos de transformación digital requieren de:

✓ El uso de las herramientas tecnológicas digitales como redes sociales, dispositivos electrónicos, analíticos o integrados.

✓ Los procesos de la organización deben de adecuarse a la nueva oferta de valor hacia el cliente.

✓ Debe de mejorarse la experiencia del cliente [25].

Adicionalmente debe generarse un cambio total en la organización incluyendo el modelo de negocio y la estrategia que soporta al mismo, este cambio considera tres niveles:

Transformación de las experiencias del cliente: en este punto es necesario aplicar tecnologías y procesos digitales que permitan satisfacer de forma personalizada cada una de las necesidades del cliente y maximice el valor percibido en el contacto entre cliente y empresa.

Transformación de los procesos de negocio: El objetivo es lograr la máxima eficiencia posible en el desempeño de los procesos y para ello es necesario que los procesos se automaticen y cambien de estados analógicos a estados digitales.

Cambio en los modelos de negocio: el modelo de negocio tradicional se convertirá en uno digital, incluyendo los canales de venta lo que permitirá ofrecer los productos y/o servicios utilizando soluciones digitales [26].

Es importante no confundir los términos transformación digital y digitalización, la primera es el proceso mediante el cual las empresas reestructuran su manera de trabajo y estrategias en general para lograr mayores beneficios gracias a la digitalización de procesos y a la implementación de nuevas tecnologías. Asimismo, no solo está relacionada a cambios en procesos y productos, también involucra cambios en toda la organización ya sean jefes y empleados como en la cultura organizacional, en la manera de trabajo y en los modelos de negocio, mientras que la digitalización, se encarga de convertir cualquier tipo de información física a digital. [27].

Finalmente, existen en tres aspectos dentro de la organización en los cuales impacta la transformación digital:

• Tecnología: Al fomentar el uso de las herramientas tecnológicas digitales como redes sociales, dispositivos electrónicos, analíticos o integrados.

• Organizacional: Al fomentar un cambio en los procesos de la organización o en la creación de modelos de negocio de esta.

• Social: Al influir en distintos aspectos de la vida humana que impliquen mejorar la experiencia de los clientes [28].

III APORTE.

A. Vista general.

El modelo propuesto consiste en la implementación de las metodologías de Lean Manufacturing, Systematic Layout Planning y Transformación Digital para mejorar el cumplimiento de despacho en una Pyme para la industria textil.

En la Fig. 1, se puede observar la forma en que interactúan estas metodologías propuestas.

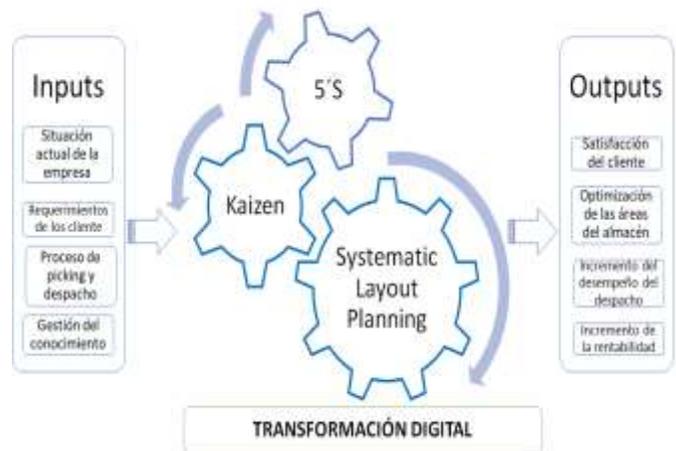


Fig. 1. Modelo propuesto

B.- Vista de detalle.

La metodología propuesta considera tres etapas a fin de lograr un incremento de la productividad.

Etapa 1 Planificación (LEAN MANUFACTURING_SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING): En esta etapa se establecerá el proceso ideal utilizando el Value Stream Mapping (VSM) con el objetivo de identificar las actividades que generan valor y eliminar mediante la herramienta kaizen aquellas que no generan valor.

Con base a la información anterior, se establecerá un VSM ideal y de identificarán las acciones de mejora a implementar con el objetivo de que el proceso se encuentre balanceado y satisfaga la demanda proyectada.

En esta etapa se identificarán adicionalmente los equipos y herramientas a implementar en las áreas de trabajo con el objetivo de incrementar la productividad de los procesos. Finalmente, ya definidos los procesos y requerimientos de equipamiento se generarán las diferentes alternativas de distribución de planta en base al área disponible para la ejecución del proceso mediante el Systematic Layout Planning (SLP) se establecerán las alternativas para la nueva distribución física del área y se seleccionará aquella que satisfaga las necesidades establecidas en el VSM

Etapa 2 Fase de ejecución (SLP- LEAN MANUFACTURING) En esta etapa, se implementará la distribución de planta y se establecerán los procesos de

preparación y despacho de pedidos, para ello se implementarán las áreas de trabajo con los equipos y herramientas necesarias para cumplir con los procesos de preparación y despacho de pedidos, es preciso señalar que estos procesos son resultados de la mejora implementada con la herramienta Kaizen y están alineados a los nuevos estándares de desempeño establecidos y contienen dentro de los mismos la aplicación de la herramienta 5S que se ha incorporado con el fin de mejorar la productividad del proceso no solamente considerando las actividades de operación, sino el orden y limpieza que contribuirán a lograr resultados idóneos.

Etapa 3 Fase control (LEAN MANUFACTURING Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL).- En esta etapa de controlara el proceso de dos formas: inicialmente con el trabajador día a día quien se encargara de completar el pedido requerido para entregar a los clientes (Lean Manufacturing), y por otro lado, se digitalizaran los reportes a fin de llevar un adecuado control del proceso y una trazabilidad del mismo que permita identificar los aspectos como fecha de realización del pedido, preparación, operarios, analizar de forma macro inicialmente el proceso y generar información a detalle para que en caso de desviaciones se proceda a realizar las acciones correctivas (Transformación digital), en la Fig. 2 se muestra la metodología propuesta.



Fig.2 Metodología propuesta

C.-Vista de proceso

Proceso de planificación para la mejora de las mudas (Lean Manufacturing).

El proceso de mejora de las mudas inicia con una revisión de los procesos actuales dentro del almacén, para un adecuado análisis del proceso se debe de desarrollar un VSM que permita identificar en los diferentes subprocesos aquellas actividades que generan esperas o tiempos perdidos (cuellos de botella), una vez identificadas las actividades que no generan valor se procederá a mejorar el proceso utilizando las herramientas que provee el LM dependiendo del caso, en este caso se han utilizado las herramientas de Kaizen y de tack time para balancear los procesos y su duración: El nuevo flujo diseñado a partir de un nuevo VSM generara una serie de requerimientos de infraestructura y de reubicación de áreas de trabajo los cuales serán considerados en el proceso de mejora de distribución de planta.

Ya identificados los requerimientos de espacio y el nuevo flujo de operaciones, se procederá a diseñar el VSM ideal que servirá de base para la mejora de los procesos a implementar. En la Fig. 3 se muestra el proceso de planificación para la mejora de mudas.

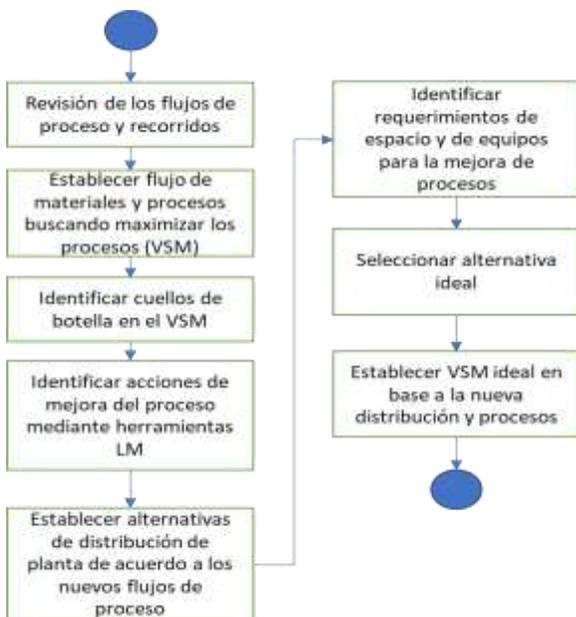


Fig. 3. Proceso de mejora de las mudas (Lean Manufacturing).

Proceso de mejora de distribución de planta (LPS – Transformación digital).

Ya establecidos los requerimientos de espacio requeridos para los procesos de preparación de pedidos, como primer paso, se realizará un análisis de espacios de la zona seleccionada, el cual se basa en identificar las áreas existentes y los requerimientos de espacio; posteriormente, se ejecutará el análisis ABC a fin de establecer una categorización con el objetivo de definir prioridades de espacio.

Posteriormente con la ayuda del diagrama relacional de actividades se identificarán aquellas áreas que deben de colindar y aquellas que no necesariamente deben de estar cerca, esto con el objetivo de plantear una posible distribución de planta, finalmente con la ayuda de la opción del Solver podrá establecerse la distribución ideal utilizando una solución digital de fácil acceso en cualquier computadora o bien diferentes alternativas las cuales podrán ser analizadas a fin de determinar la óptima considerando las circunstancias y proceder a implementarse. En la Fig. 4 se presenta el proceso propuesto.

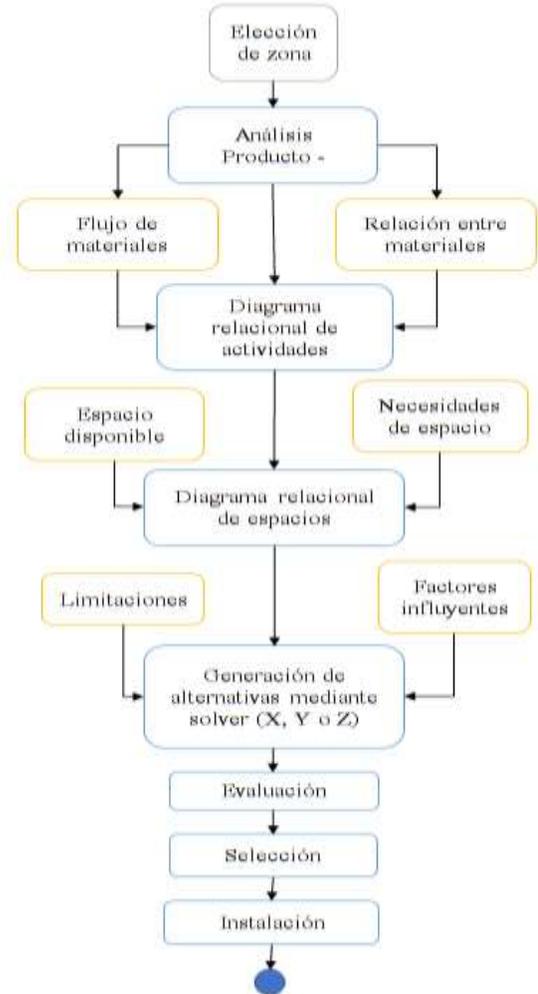


Fig. 4 Proceso de mejora de distribución de planta.

Proceso de preparación y distribución de pedidos [Lean Manufacturing – Transformación Digital]

Esta proceso inicia con la generación de la orden de pedido a preparar, en la misma se establecen cantidades y productos por cada pedido, así como fechas de entrega, esta información es recibida por los responsables del proceso de preparación, quienes se trasladaran al almacén y retiraran las cantidades de productos de cada área establecida, posteriormente los productos serán trasladados al área de preparación de pedidos,

donde se actualizará la información del stock existente en los sistemas previo al embalaje, ya actualizada la información de salida de preparará cada pedido conforme los requerimientos del cliente, se verificarán las cantidades de cada producto y las condiciones del mismo, posteriormente se hará el control final y se procederá a cerrar el pedido en los respectivos medios de embalaje. Es preciso señalar que el área de embalaje deberá de mantenerse ordenada en todo momento conforme el procedimiento adjunto de orden del área de embalaje para mantener la productividad de la misma.

Cada pedido preparado será registrado en la base de datos de que contiene la información de pedidos a realizar y preparados por día, indicando la fecha, personal responsable del embalaje y condiciones adicionales a tener en cuenta, así como se indicará el momento en que dicho pedido fue trasladado para su distribución; posteriormente cada pedido listo se trasladará con la documentación correspondiente a la zona de despacho para que el transportista encargado de la distribución realice esta, anotando la fecha de inicio de distribución y al término del día registre la conformidad de la entrega del pedido por el cliente.

En la Fig. 5 se muestra el proceso de preparación y distribución de pedidos.

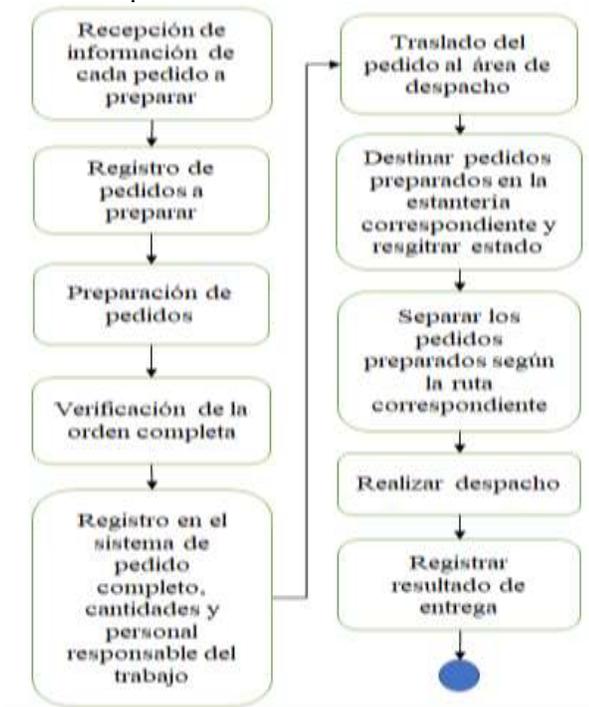


Fig. 5 Proceso de preparación y distribución de pedidos.

Proceso de orden en el área de preparación de pedidos [Lean Manufacturing]

El proceso propuesto considera mantener el orden del área de preparación de pedidos con el objetivo de mantener elevada la productividad del área y este proceso se encuentra relacionado con la herramienta de las 5S.

El proceso inicia con la clasificación de los productos (Seiri) que deben de mantenerse en el área de preparación de pedidos para ello se utilizará un sistema de tarjetas que permitan identificar los artículos que deben de estar en el área, las tarjetas verdes se utilizarán para aquellos materiales y productos que deban de estar en el área y tarjetas rojas para los materiales y productos que no deban de estar, el segundo paso consiste en ordenar los productos y los materiales de embalaje que se requieran en el área a fin de que puedan manipularse de forma inmediata según se requiera (Seiton), el tercer paso consiste en disponer en recipientes el material sobrante de embalaje de cada pedido realizado a fin de que este no influya en la productividad del proceso de embalaje del pedido y el colocar los pedidos completos en las áreas asignadas para su posterior traslado al área de despacho (Seizo), el operario mantendrá los pasos antes establecidos en todo momento a fin de que se pueda impulsar la eficiencia del proceso (Seiketsu) y finalmente, el operario deberá de identificar aquellas acciones susceptibles a mejorarse para implementarse en el tiempo que garantizan el control del proceso (Shitzuke). En la Fig.6 se muestra el proceso propuesto.

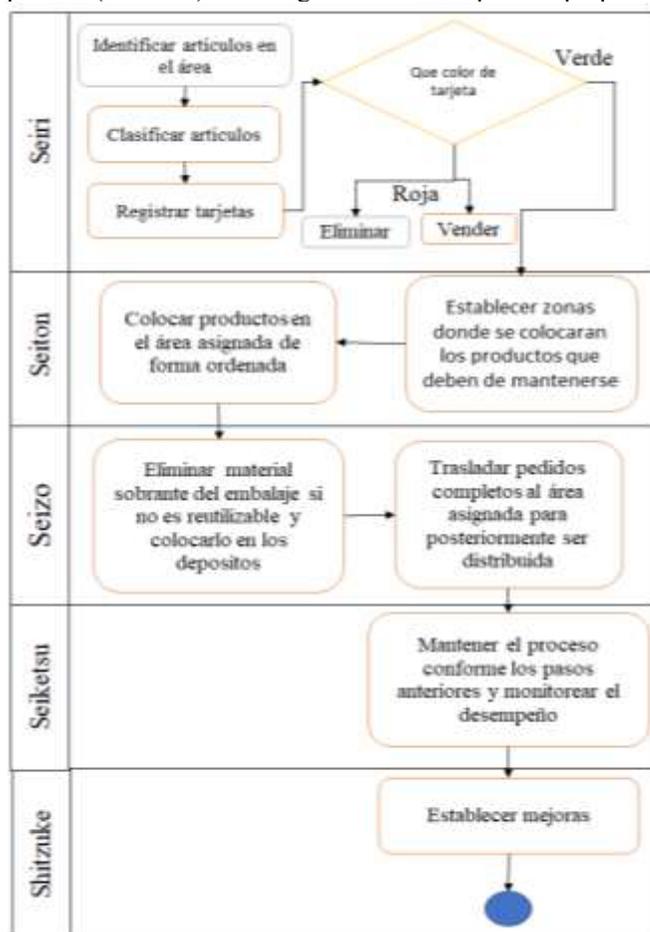


Fig. 6 Proceso orden en el área de preparación de pedidos.

E.-Vista de Indicadores.

Los principales indicadores para la metodología propuesta son los siguientes:

Indicador de cumplimiento de despacho

Este indicador mide el cumplimiento de pedidos preparados y despachados comparado con el total de pedidos por despachar en el período.

$$\% \text{ cumplimiento de despacho} = \left(\frac{\text{Numero de pedidos preparados}}{\text{Número de pedidos totales}} \right)$$

Mejora del tiempo de preparación.

Este indicador mide la reducción de tiempo de preparación del pedido comparando el tiempo de preparación del período anterior con el tiempo de preparación del período actual

$$\text{mejora del tiempo preparación} = \frac{\text{tiempo de preparación inicial} - \text{tiempo de preparación final}}{\text{Tiempo de preparación inicial}}$$

Indicador de tasa de orden perfecta.

Este indicador mide el total de pedidos devueltos por el cliente debido a errores considerando el total de pedidos preparados.

$$\% \text{ orden perfecta} = \left(\frac{\text{Numero de pedidos devueltos por el cliente}}{\text{Número de pedidos totales}} \right)$$

Indicador de precisión de picking.

Este indicador el total de pedidos preparados sin errores detectados antes de la distribución con respecto al total de pedidos preparados

$$\% \text{ eficiencia picking} = \left(\frac{\text{Numero de pedidos preparados sin errores}}{\text{Número de pedidos totales}} \right)$$

IV. VALIDACIÓN.

4.1 Caso de estudio.

El caso de estudio donde se implemento la metodología propuesta es una empresa textil que se dedica a la fabricación y comercialización de productos y equipos de rescate, trabajo vertical y tácticos militares, la cual brinda productos para la militar, esta empresa inicio operaciones desde el año 2011.

El objetivo principal de la empresa es contribuir con la seguridad de los civiles y fuerzas armadas en las diversas

condiciones que afronten, brindándole los productos textiles que sean requeridos para sus respectivas actividades

4.2 Diagnóstico.

La empresa objeto de estudio ha mostrado una disminución de sus ventas a tasas del 6 % promedio anual en los últimos años y una disminución de sus utilidades a una tasa de 2 % anual. La disminución de ventas se ha debido a la no entrega de sus pedidos de forma oportuna a los clientes, la no entrega se mide por el indicador de cumplimiento de despacho la cual ha descendido de 93 % a 88 % en los últimos dos años, ocasionando ventas no concretadas las cuales se han incrementado de un 9 % a un 23 %, siendo las principales causas las siguientes:

- ✓ El 28 % se debió a una deficiente distribución de los espacios asignados al área de trabajo.
- ✓ 27 % se debió a un deficiente proceso de preparación de pedidos.
- ✓ 24 % a una deficiente gestión del despacho

En la Tabla 1 se muestran las principales magnitudes de desempeño de la empresa.

Tabla 1. Magnitudes de desempeño

Variable	Valor
Indicador de orden perfecta	Ha disminuido del 98 % al 92 %
Indicador de precisión de picking	Ha crecido del 2 % al 5 %
Porcentaje de satisfacción del cliente	Ha disminuido del 65 % al 57 %
Tiempo de ciclo (ubicación de los pedidos en el almacén, preparación de pedidos y entrega a distribución)	47.51 minutos por pedido

Con la información anterior, se implementó el modelo y metodología propuesta en los procesos de preparación de pedidos y la nueva distribución de planta. Adicionalmente, se utilizó el modelo de simulación basado en el software Arena como medio previo a la implementación para identificar el impacto de la metodología propuesta para incrementar la productividad de la empresa y contribuir así al incremento finalmente de la rentabilidad, el modelo se presenta en la Fig. 7

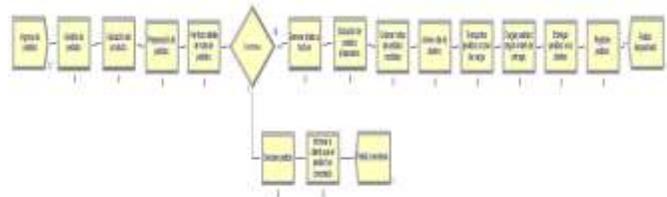


Fig. 7 Modelo de simulación

4.3 Resultados.

En base a la implementación de la metodología se redistribuyeron como resultado del SLP las ubicaciones de las áreas y los espacios utilizados en las mismas, lo que permitió mejorar la comunicación y reducir las distancias del transporte, estos cambios consideraron ubicar de forma cercana los almacenes de materia prima y de productos terminados, adicionalmente se colocó cercana a los almacenes la zona de preparación de pedidos y finalmente la zona de servicios al ser la de menos tránsito se colocó en la zona más alejada, esto permitió mejorar la utilización de las áreas y disminución de las distancias a transitar, adicionalmente se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la implementación

Variable	Valor antes de la implementación	Valor después de la implementación	% de mejora
Indicador de cumplimiento del despacho	88 %	97.25 %	10.51 %
Indicador de orden perfecta	92 %	97.52	6.43 %
Indicador de precisión de picking	5 %	1.63 %	67.4 %
Mejora del tiempo de preparación	47.51 minutos	32.32 minutos	31.97 %

De la Tabla 2 se puede desprender que se ha incrementado el indicador de cumplimiento de despachos, esto debido a una mejora en los tiempos de preparación de pedidos, ya que al contarse con mayor tiempo efectivo como resultado de eliminar las mudas se ha mejorado la capacidad del proceso.

Por otro lado, el poder proveer mediante las herramientas del Lean Manufacturing al operario de la posibilidad de realizar inspecciones sobre los procesos y facilitarle la toma de decisiones mediante la implementación de las 5'S se ha mejorado el indicador de precisión del picking un 67.4 % y la orden perfecta en un 6.43 % lo que representa menores procesos y ha generado mayor satisfacción del cliente.

Respecto a la digitalización de procesos, se implementó en los procesos de preparación del picking para controlar la productividad y el cumplimiento, en la entrega de información de pedidos a preparar y en la actualización de los stocks.

Finalmente, la satisfacción del cliente debido a la preparación de los despachos se ha incrementado de un 57% a un 83 % lo que se traduce con mayores posibilidades de ventas en el tiempo.

Como resultado de los cambios propuestos el *tack time* paso de 47.51 minutos a 32.51 minutos lo que representó una mejora del 31.97 %

Analizando los impactos económicos generados por la implementación se han establecido tres posibles escenarios los que se describen a continuación:

Tabla 4 Resultados considerando tres escenarios

Escenario	Probabilidad de éxito	Crecimiento de la utilidad %
Pesimista	8 %	1 %
Esperado	72 %	20 %
Optimista	22 %	23 %

De los resultados anteriores, puede desprenderse que la rentabilidad de la empresa crecerá en el escenario esperado en un 20 % al completar las ventas perdidas por los pedidos no entregados oportunamente los cuales venían creciendo y afectado negativamente a la empresa.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por el apoyo brindado para la realización de este trabajo de investigación a través del incentivo UPC-EXPOST-2023-2

V. CONCLUSIONES.

El Modelo de gestión de almacén en base a las metodologías Lean Manufacturing, Systematic Layout Planning y Transformación Digital ha permitido mejorar el cumplimiento de despacho en una Pyme de la industria textil en la era del nearshoring en un 10.51 %

Los tiempos de preparación de los despachos se redujeron de 41.51 minutos previo a la implementación del modelo a 31.32 minutos lo que significó una mejora del 31.97 %.

El indicador de cumplimiento de despacho mejoró en un 6.43 % y el de precisión de picking en un 67.4 % lo que redituó en una mejora de la satisfacción de los clientes elevando esta del 57 % a un 83 % lo que permite proyectar el incremento de la rentabilidad en un escenario económico esperado de un 20 %.

REFERENCIAS

- [1], [3] Textiles Panamericanos (2023). Perú en cifras. <https://textilspanamericanos.com/textiles-panamericanos/2023/03/peru-textil-en-cifras/#:~:text=Entre%20los%20primeros%20nueve%20meses,al%20mon%20to%20acumulado%20en%202021.>
- [2] Banco Central de Reserva BCR (2022) Estadísticas BCR. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01920AM/html>

- [4] Infobae. (2022). Mayores precios impulsan exportaciones textiles en el Perú. <https://www.infobae.com/america/peru/2022/11/30/mayores-precios-impulsan-exportaciones-textiles-en-el-peru/>
- [5], [6] Naeco (2021). Novedades y tendencias de la logística y el packaging en el sector textil. <https://naeco.com/es/actualidad/novedades-y-tendencias-de-la-logistica-y-el-packaging-en-el-sector-textil/>
- [7] Briones-Castañeda, E., Carlos-Ramon, G., Torres-Sifuentes, C., Rojas-García, J., & Raymundo-Ibañez, C. (2019, October). Digital Transformation Model with a Focus on Total Quality Management and Lean Manufacturing to Increase Online Sales in Textile SMEs. In *Brazilian Technology Symposium* (pp. 411-419). Cham: Springer International Publishing.
- [8] A. P. Lista, G. L. Tortorella, M. Bouzon, S. Mostafa y D. Romero, "Lean layout design: a case study applied to the textile industry", *Production*, vol. 31, 2021. Disponible: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210090>
- [9] N. T. Putri y L. S. Dona, "Application of lean manufacturing concept for redesigning facilities layout in Indonesian home-food industry", *The TQM Journal*, vol. 31, n.º 5, pp. 815–830, octubre de 2019. Disponible: <https://doi.org/10.1108/tqm-02-2019-0033>
- [10] G. B. Benitez, F. S. Fogliatto, R. B. Cardoso, F. S. Torres, C. S. Faccin y J. M. Dora, "Systematic Layout Planning of a Radiology Reporting Area to Optimize Radiologists' Performance", *Journal of Digital Imaging*, vol. 31, n.º 2, pp. 193–200, noviembre de 2017. <https://doi.org/10.1007/s10278-017-0036-9>
- [11] I. Leksic, N. Stefanic y I. Veza, "The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction", *Advances in Production Engineering & Management*, vol. 15, n.º 1, pp. 81–92, marzo de 2020. Disponible: <https://doi.org/10.14743/apem2020.1.351>
- [12] Z. D. U. Durmusoglu, "A TOPSIS-based approach for sustainable layout design: activity relation chart evaluation", *Kybernetes*, vol. 47, n.º 10, pp. 2012–2024, noviembre de 2018. Disponible: <https://doi.org/10.1108/k-02-2018-0056>
- [13] M. Malindzakova, D. Malindzak y P. Garaj, "Implementation of the Single Minute Exchange of Dies method for reducing changeover time in a hygiene production company", *International Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 12, n.º 4, pp. 243–252, diciembre de 2021. Disponible: <https://doi.org/10.24867/ijiem-2021-4-291>
- [14] Sinambela, EA y Djaelani, M. (2022). Análisis y Categorización del Comportamiento de Costos. *Revista de Estudios de Ciencias Sociales (JOS3)*, 2 (1), 13-16.
- [15] A. S. Patil, M. V. Pisal y C. T. Suryavanshi, "Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study", *Journal of Applied Research and Technology*, vol. 19, n.º 1, pp. 11–22, marzo de 2021. Disponible: <https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2021.19.1.1488>
- [16] R. Rathi, M. Jagadeeswaran, G. Muhammad Imran, K. Vinay Kumar, K. Venkata Ramana Eswar y S. Sameerpasha, "Investigation and implementation of VSM in water distillation plant", *Materials Today: Proceedings*, mayo de 2021. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.274>
- [17] A. D. Makwana y G. S. Patange, "Strategic implementation of 5S and its effect on productivity of plastic machinery manufacturing company", *Australian Journal of Mechanical Engineering*, pp. 1–10, octubre de 2019. Disponible: <https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1676112>
- [18] Khariwal, S., Kumar, P., & Bhandari, M. (2021). Layout improvement of railway workshop using systematic layout planning (SLP)—A case study. *Materials Today: Proceedings*, 44, 4065-4071
- [19] Gozali, L., Widodo, L., Nasution, S. R., & Lim, N. (2020, April). Planning the New Factory Layout of PT Hartekprima Listrindo using Systematic Layout Planning (SLP) Method. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 847, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- [20], [21], [22] Binmakhshen, G. M., & Mahmoud, S. A. (2019). Document layout analysis: a comprehensive survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 52(6), 1-36.
- [23] Mahraz, M. I., Benabbou, L., & Berrado, A. (2019, July). A Systematic literature review of Digital Transformation. In *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Anais... Toronto: IEOM Society International (pp. 917-931)
- [24] Fournier, J. (2021). La transformación digital: un aliado estratégico en la era COVID. Instituto Español de Estudios Estratégicos. https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2021/DIEEEO27_2021_JOAFOU_Transformacion.pdf
- [25] Briones-Castañeda, E., Carlos-Ramon, G., Torres-Sifuentes, C., Rojas García, J., & Raymundo-Ibañez, C. (2019, octubre). Modelo de Transformación Digital con Enfoque en Gestión de Calidad Total y Lean Manufacturing para Incrementar Ventas Online en PYMES Textiles. En *Simpósio Brasileiro de Tecnologia* (pp. 411-419). Cham: Springer International Publishing.
- [26] Bautista, A., León, A., Rojas, J., & Raymundo, C. (2020). Modelo de planificación estratégica para aumentar la rentabilidad de una pyme de outsourcing de RRHH a través de la transformación digital. En *Human Interaction and Emerging Technologies: Proceedings of the 1st International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHiet 2019)*, 22-24 de agosto de 2019, Niza, Francia (págs. 856-862). Publicaciones internacionales de Springer
- [27] Vilca Salazar, C. V., & De La Cruz Cruzado, I. P. (2021). Nivel de satisfacción y calidad de atención del usuario atendido en la Clínica de la Universidad Peruana los Andes, 2019. [Universidad Peruana Los Andes]. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2161>.
- [28] Mahraz, M. I., Benabbou, L., & Berrado, A. (2019, July). A Systematic literature review of Digital Transformation. In *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Anais Toronto: IEOM Society International (pp. 917-931).