



Lean logistics: Caso de aplicación: Empresa distribuidora de medicamentos
@James Ariel Cruz Narváez
@María Fernanda Calderón Mazuera
@Gloria Alexandra Ramírez Morales
@Carlos Alberto Escobar Prado
@Hernando González González

Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium - UNICATOLICA, 2022. Cali. Colombia
pp. 147. 17x23 cm
Incluye referencias bibliográficas
e-ISBN: 978-958-53892-9-8
Primera edición / noviembre de 2022
Palabras Clave: 1. Logística, 2. Tecnología, 3. Cadenas de suministro
C658.5 cd 22 ed.
A698c

@ Fundación Universitaria Católica
Lumen Gentium - Unicatólica
www.unicatolica.edu.co
Carrera 127 No 12-459 Campus Pance
Cali Colombia

Canciller
Mons. Darío de Jesús Monsalve

Rector
Harold E Banguero Lozano

Vicerrectora académica
Luz Helena Grajales López

Director de investigaciones
Fabio Alberto Enríquez Martínez

Editor Sello Editorial
Duvan F Peña Benitez

Corrección - Diagramación y Diseño
María Eugenia Mila

El contenido de esta publicación no compromete el pensamiento de las instituciones, es responsabilidad absoluta de sus autores. Este libro no podrá ser reproducido en todo o en parte, por ningún medio impreso o digital sin permiso escrito de los titulares.



Contenido

PRÓLOGO.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO 1. LEAN MANUFACTURING.....	9
1.1 Evolución Lean.....	12
1.2 Cadena de suministro.....	16
1.3 Logística.....	17
1.4 Lean logistic.....	20
CAPÍTULO 2. HERRAMIENTAS USADAS EN EL CASO DE APLICACIÓN.....	23
2.1 Evolución de los desperdicios en el tiempo.....	24
2.2 Publicaciones Lean Logistics.....	28
2.3 Documentos asociados con herramientas Lean.....	30
2.4 Revisión bibliográfica.....	32
2.4.1 Mapas de la Cadena de Valor VSM (Value Stream Maps).....	32
2.4.2 Construcción de un mapa de la cadena de valor...	33
2.4.3 Jidoka.....	34
2.4.4 Heijunka.....	35
2.4.5 Kanban tarjeta de control.....	37
2.4.6 Diagrama de Pareto.....	38
2.4.7 El diagrama SIPOC.....	39
CAPÍTULO 3. CASO DE APLICACIÓN.....	41
3.1 Contexto de la empresa.....	42
3.1.1 Historia.....	42
3.2 Descripción cadena de suministro interna.....	44
3.3 Selección del área a trabajar.....	46
3.4 Identificación del problema.....	47
3.5 Objetivo general.....	47
3.5.1 Objetivos específicos.....	47
3.6 Metodología.....	48
3.6.1 Etapa 1. Definir.....	48

3.6.2 Etapa 2. Medir.....	49
3.6.3 Etapa 3. Analizar	49
3.6.4 Etapa 4. Implementar.....	49
3.6.5 Etapa 5. Controlar.....	49
3.7 Desarrollo del caso en proceso de separación.....	50
3.7.1 Etapa definir variables y herramientas a usar.....	50
3.7.2 Etapa medir clasificación de datos.....	55
3.7.3 Etapa de analisis de las mediciones y descubrimientos	65
3.7.4 Etapa mejorar (metodos, herramientas y resultados).....	72
3.8 Estructura del modelo propuesto.....	72
3.8.1 Pasos para implementar el modelo.....	73
3.8.2 Detalle de pasos para implementar el modelo.....	74
3.9 Resultados de prueba piloto del modelo.....	80
3.10 Beneficios de aplicación del modelo.....	81
Conclusión general.....	83
Referencias.....	84



Lista de tablas

Tabla 1.1	Evolución histórica de Lean.....
Tabla 1.2	Componentes del costo logístico.....
Tabla 2.1.	Indicadores asociados a los desperdicios.....
Tabla 2.2	Desperdicios en empresas centradas en servicios
Tabla 3.1	Tiempo neto de operación.....
Tabla 3.2	Data del mes de noviembre 2018 (216 MB).....
Tabla 3.3	Data del mes de octubre 2018 (179 MB)57.....
Tabla 3.4	Data de medición del mes de enero 2019.....
Tabla 3.5	Data de medición del mes de octubre 2019 (203 MB).....
Tabla 3.6	Takt Time.....
Tabla 3.7	Valores y parámetros de cadena de suministro interna.....
Tabla 3.8	Tiempo disponible - Tiempo real empleado.....
Tabla 3.9	Porcentaje de utilización de horas hombre (mes enero 2019).....
Tabla 3.10	Tiempo promedio de separación planeado por regiones.....
Tabla 3.11	Regiones que necesitan tiempo de apoyo y regiones con disponibilidad.....
Tabla 3.12	Datos de matriz B y gráficas de parejas.....



Lista de figuras

Figura 1.1.	Desperdicios - Filosofía Lean.....	10
Figura 1.2.	Cadena de Suministro.....	17
Figura 2.1.	Evolución de Lean Logistics y sus herramientas.....	25
Figura 2.2.	Publicaciones por año asociadas con lean logistics en a cadena de suministros.....	28
Figura 2.3.	Publicaciones por países asociadas con lean logistics en la cadena de suministros.....	29
Figura 2.4.	Publicaciones por área de investigación en lean logistics y administración de la cadena de suministros,,	29
Figura 2.5.	Documentos asociados con kanban Vs área disciplinar,,	30
Figura 2.6.	Documentos asociados con VSM Vs área disciplinar,,	31
Figura 2.7.	Documentos asociados con Kaizen vs área disciplinar,,	31
Figura 2.8.	Documentos asociados con Jidoka vs área disciplinar,,	32
Figura 2.9.	Ejemplificación de un mapa de flujo de valor.....	34
Figura 2.10.	Flujo continuo en la corriente de valor.....	36
Figura 2.11.	Esquema del sistema Kanban.....	38
Figura 2.12.	Jerarquía del diagrama SIPOC.....	39
Figura 3.1.	Definir - Identificación de variables.....	52
Figura 3,2	Número pedidos mes de octubre 2018 por región.....	60
Figura 3.3.	Número pedidos mes de noviembre del 2018 por región.....	60
Figura 3,4,	Tiempo de separacion mes de octubre 2018 por región.....	61
Figura 3.5.	Tiempo de separación mes de noviembre 2018 por región.....	61
Figura 3.6.	Tiempo de separación diario por región.....	61
Figura 3.7.	Mapa de flujo de valor.....	64
Figura 3.8.	Pareto de Inconsistencias.....	65
Figura 3.9.	Numero de pedidos día y Tiempos de separación día del mes de enero 2019.....	66
Figura 3.10.	Numero de pedidos mes y Tiempos de separacion mes enero 2019.....	67
Figura 3.11.	Diagrama Ishikawa.....	68
Figura 3.12.	Mapa de valor agregado futuro.....	70
Figura 3.13.	Estructura del Modelo Propuesto.....	73

PRÓLOGO

Las filosofías Lean manufacturing y Lean six sigma han tenido un vertiginoso ascenso en las últimas dos décadas y ha sido aplicada en muchos entornos organizacionales mostrando resultados efectivos en la disminución de desperdicios e impactando positivamente en la productividad de las organizaciones. Los académicos de universidades prestigiosas a nivel nacional e internacional, han desarrollado numerosos estudios en compañías que evidencian la potencialidad de dichas filosofías. De la misma manera, la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium UNICATÓLICA, viene desarrollando un interesante trabajo de aplicabilidad de esta filosofía en empresas de diversos sectores de la economía de Cali con un grupo de profesores, estudiantes y empresarios que han abierto las puertas a esta iniciativa en busca de apoyar a las empresas locales en el mejoramiento de la productividad de los sectores económicos involucrados, cuyo impacto se refleja en el mejoramiento del nivel de competitividad de la región y del país.

Este libro presenta los resultados del trabajo que se viene adelantando por parte de investigadores del grupo Khimera, en una empresa de distribución de medicamentos, donde se muestra el poder de la filosofía Lean Six Sigma en su implementación y en la adaptabilidad a cualquier proceso productivo. Igualmente se evidencia cómo a partir de una buena descripción de un proceso se pueden encontrar las actividades innecesarias que generan sobrecostos, para ser analizadas en busca del impacto de estas sobre el sistema y finalmente construir alternativas que conlleven al mejoramiento de la productividad de la organización.

En los capítulos uno y dos, se presentan los conceptos, las técnicas y las herramientas aplicadas para el desarrollo del caso presentado en el tercer capítulo. Allí se muestra de una manera muy práctica, la aplicación de las herramientas Lean adaptadas en el concepto Lean logistic en el proceso específico de separación, su utilidad y su impacto en el mejoramiento de la productividad de la cadena de suministro; al finalizar el capítulo se presentan con gran detalle los aspectos claves en la implementación de la herramienta, las ventajas, los resultados y las conclusiones derivadas del estudio.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción, que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación esbelta, conocido como Lean Manufacturing, constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva (Hernández y Vizán, 2013).

De acuerdo con el autor, el concepto de Lean Manufacturing está dado bajo un entorno productivo o de fabricación, sin embargo, este concepto, que los autores denominan “filosofía”, se ha ido extrapolando a los diferentes tipos de organizaciones cuya función está basada en la prestación de servicios, construcción o también logísticos.

Cuando se habla de Lean Manufacturing se habla de fabricación esbelta, sin embargo, en la presente investigación se abordara esta filosofía desde la perspectiva de la logística, buscando identificar y mejorar los procesos inmersos dentro de las operaciones diarias que en este campo se ve inmersa una organización con un core business orientado a la distribución de medicamentos.

La filosofía LEAN cuenta con una serie de herramientas que mediante la aplicación a los procesos productivos o de prestación de servicios, permiten disminuir los desperdicios y mejorar los tiempos de proceso. Es por ello, que en la presente investigación se detallan las herramientas utilizadas para el análisis de las diferentes fases de los ciclos logísticos desarrollados en la empresa dedicada a la distribución de medicamentos y otros productos de la canasta familiar, que permita identificar oportunidades de mejora que redunden en beneficios para la empresa objeto de estudio.

La aplicación de las herramientas requeridas abre la puerta al análisis de un caso de aplicación en el sector empresarial por parte de la academia, que para este caso es la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium - Ucatólica, quien participa con un grupo de docentes y estudiantes como desarrollo de semilleros de investigación, los cuales pretenden desarrollar un modelo que permita identificar y eliminar desperdicios.

CAPÍTULO

1

LEAN MANUFACTURING

*James Ariel Cruz Narvaez**

*María Fernanda Calderon Mazuera***

RESUMEN

La filosofía Lean se encuentra enmarcada en los principios establecidos por el sistema de producción Toyota, el cual tiene como objetivo fundamental el servicio al cliente por medio de la entrega de productos y servicios de calidad, cumpliendo con unos parámetros relacionados con factores logísticos que determinan las entregas oportunas de los productos o servicios requeridos, en las cantidades requeridas y bajo las condiciones deseadas.

Esta filosofía a través del tiempo ha ido evolucionando y traspolando a diferentes sectores de la industria manufacturera y de servicios, por lo que en la actualidad su aplicación se extiende a la manufactura, construcción, emprendimiento, salud, oficina, gestión, entre otras.

Lean logistics tiene su campo de aplicación en los diferentes ciclos de la logística y la cadena de suministros, en la cual y bajo los principios de la filosofía Lean, se pretende identificar y eliminar todos los elementos, actividades y operaciones que no agregan valor al cliente y que generan desperdicios o mudas al interior del proceso logístico.

* Magíster en Administración, Ingeniero Industrial, T.P. No. 76228164689VLL, Green Belt en Lean Manufacturing, con quince (15) años de experiencia laboral en Logística de Distribución, abastecimiento, inventarios, almacenamiento y producción; con siete (7) años de experiencia en docencia universitaria e investigación y cuatro (4) años como consultor empresarial. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8421-756X>

** Ingeniera Industrial, Magister en administración de empresas con énfasis en Gerencia de Operaciones, amplia experiencia como profesional en Administración y reingeniería de procesos, Productividad, Sistemas de gestión de calidad, logística Integral, Implementación Herramientas Lean. Certificada como Green Belt en Lean Manufacturing.

Certificada como Green Belt en Lean Manufacturing, Auditor Interno ISO 9001:2008. Capacitadora de equipos de trabajo, planeación y seguimiento proyectos. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7939-6436>.

LEAN MANUFACTURING

Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos estos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios (Hernández y Vizán, 2013).

De acuerdo con el autor, esta filosofía involucra a las personas por la importancia en el desarrollo y sostenimiento de las mejoras que se desplieguen dentro de los procesos productivos de la organización, en busca del mejoramiento de los métodos aplicados que representa disminución de tiempo de respuesta al cliente con una mayor calidad en sus productos o servicios ofertados en el mercado.

Los procesos productivos requieren de una constante revisión que permita identificar oportunidades de mejora en busca de la optimización de los sistemas productivos. Esta búsqueda permite que los procesos cada vez sean más esbeltos, de tal forma que las actividades que están inmersas agreguen valor al producto o servicio que se produce o genera por medio de la identificación y eliminación de los desperdicios. Los desperdicios identificados para los procesos productivos se presentan en la Figura 1,1, donde todos los desperdicios relacionados representan un detrimento dentro de las actividades productivas, puesto que no contribuyen con la cadena de valor y se convierten en factores que disminuyen la productividad de los procesos

Figura 1.1
Desperdicios - Filosofía Lean



Fuente: Elaboración propia a partir de Hernández y Vizán (2013).

En el caso de la sobreproducción, la cantidad excedente de lo que se requiere o lo que el siguiente proceso necesita, puede llegar a catalogarse como un desperdicio, dado que se produce en exceso, generando inventarios sobrantes que entran en un periodo de inactividad o quietud que no contribuye a los objetivos organizacionales.

Entre tanto el tiempo de espera genera tiempos ociosos, que trasladados a horas hombre y horas máquina, representan un costo el cual regularmente se carga al producto, restando rentabilidad para la organización y competitividad con referencia a sus similares de la competencia.

Para el caso del transporte, este es necesario en sus justas proporciones; todo movimiento que no genere valor al proceso, como lo son los transportes excesivos, repetitivos o cualquier desplazamiento innecesario, se convierte en un desperdicio por el tiempo empleado en estas actividades, las cuales no contribuyen al proceso.

Igualmente, los excesos en el proceso, catalogado este como hacer más trabajo del necesario, no aporta a los procesos productivos y/ de servicio.

En el caso del inventario, y como se dijo anteriormente, el inventario se requiere para atender las necesidades de los clientes, sin embargo, este se considera bajo la filosofía Lean como un desperdicio, ya que afecta el flujo de efectivo de las organizaciones, por mantener unas inversiones quietas a la espera que sea solicitado por los clientes internos o externos de la empresa.

Dentro de los procesos en la industria, es natural que se requieran hacer movimientos, tanto de personas como de materiales y equipos. Estos movimientos deben ser controlados, para que en la medida de lo posible sean los mínimos requeridos y no se desperdicie tiempo en la ejecución de estos.

Por último se encuentran los defectos, que según la definición dada en la Norma Técnica Colombiana ISO 9000 para este término, hace referencia a la “No conformidad relativa a un uso previsto o especificado” (Norma Técnica Colombiana [NTC] ISO9000, 2015). Esta condición genera reprocesos que requieren inversión de tiempo, mano de obra, materiales y demás suministros, como también pueden llegar hasta la

pérdida del producto, lo que representa pérdida de producto disponible para el cliente y pérdidas monetarias para la organización.

Lean Manufacturing es una filosofía de producción que ha generado grandes impactos en la forma en que se entiende la manufactura moderna en todo el mundo. En los últimos 20 años sus principios y enseñanzas se han extendido por todo el mundo, en empresas de diversos sectores y vocaciones. Inclusive, en años más recientes se han presentado aplicaciones en sectores no manufactureros como los servicios y la salud (Rivera Cadavid, 2013).

“Lean manufacturing se ha convertido en una alternativa que ha mostrado su versatilidad al ser adoptada en los diferentes escenarios del sector industrial” (Sarria Yépez, Fonseca Villamarín y Bocanegra Herrera, 2017, p. 53).

1.1 EVOLUCIÓN LEAN

Cuando se habla de Lean, se puede interpretar con definiciones como ajustada, delgada o simplemente esbelta, que se encuentra relacionada con la forma de realizar las diferentes actividades en procesos de manufactura, servicios, logística, entre otros, a los cuales se aplican los principios que buscan minimizar costos, mayor agilidad en los procesos, calidad y un alto grado de servicio al cliente.

Es preciso determinar que “[...] Lean Manufacturing es la denominación inglesa del Sistema de Producción Toyota (TPS), desarrollado en esa compañía en los últimos 60 años” (Rivera Cadavid, 2013, p. 92); debido a la necesidad de reaccionar por parte de las tres ensambladoras automotrices de Estados Unidos, que en su momento eran un gran referente de este país en el segmento automotor, General Motor (GM), Ford y Chrysler, las tres grandes marcas de vehículos estadounidenses que perdían mercado en las versiones de autos de turismo y gran turismo, frente a la casa Toyota.

Cabrera (2012) citando una investigación realizada por el Massachusetts Institute of Technology – MIT, afirma que la diferencia en eficiencia a favor de la casa Toyota en comparación con las empresas estadounidenses, se debía al enfoque de conceptos administrativos y productivos que empleaban, lo que permitía a los orientales producir y

distribuir productos con la mitad o menos esfuerzo humano, reducidas inversiones de capital, menor área de trabajo, así como menos herramientas, materiales, tiempo y gastos totales.

Los cambios significativos en los resultados obtenidos por la industria japonesa y puntualmente la casa Toyota, permitieron abanderar una transformación en la forma de hacer las cosas, en replantear las metodologías implementadas en los diferentes procesos productivos en busca de mejores resultados representados en productos de mayor calidad, a un menor tiempo y con el costo adecuado.

Una de las características principales que poseen los japoneses, es su disciplina, la cual redundando en los resultados de las diferentes actividades productivas que desarrollan en medio de su cultura, una cultura que les permite abanderar la transformación de los procesos por medio de la optimización de los recursos, logrando identificar y eliminar todos aquellos desperdicios que no aportan valor.

Hay diferentes autores que han escrito sobre Lean, en la que algunos se inclinan por afirmar que esta es una metodología, en tanto que otros afirman que Lean es una Filosofía; sin embargo, coinciden en algunas afirmaciones como:

- El objetivo de toda empresa es la satisfacción del cliente.
- Hacer más con menos.
- Eliminar lo que no añade valor al producto o servicio.
- Entregar en la cantidad y la calidad acordada.
- En el momento requerido.
- Al precio competitivamente aceptable.

Basados en la praxis de las organizaciones que cuentan con programas relacionados con Lean, estas la clasifican como una “filosofía”, puesto que está basado en las personas a quienes la implementación de las herramientas les permite reflexionar sobre la importancia de identificar aquellos factores que no agregan valor al producto o servicio ofrecido.

Lean cobra especial vigencia en nuestro contexto global actual, debido a que la producción en masa ha dejado de ser el paradigma más adecuado, inclusive para países industrializados. La producción en masa aprovechaba las economías de escala que se alcanzaban produciendo grandes cantidades del mismo artículo sin variaciones

significativas, pero en el momento actual de competencia es necesario poder satisfacer demandas de lotes más pequeños de artículos variados (Rivera Cadavid, 2013).

En un mundo cada vez más globalizado, donde las comunicaciones permiten acortar las distancias y los tratados de libre comercio abren las puertas a un mercado lleno de oportunidades para la comercialización de productos y servicios a unos menores costos, hacen que la filosofía Lean sea cada vez más posible de aplicar, dada las facilidades para comprar o vender a nivel mundial.

Uno de los pensamientos Lean es identificar y eliminar desperdicios, para lo cual lo dicho por Rivera Cadavid (2013), en el sentido de disminuir los tamaños de los lotes producidos, se encuentra en la misma línea de pensamiento de la filosofía Lean, ya que todas las compras que se realizan por medio de la economía de escala, entendida esta como la compra de grandes volúmenes de material o materia prima, genera un estancamiento o represamiento de la inversión por medio de los inventarios que se generan por dichas compras de grandes cantidades

Los inventarios se definen como “las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización” (Chase, Jacobs, y Aquilano, 2011, p. 547), los cuales, según los autores, dichas piezas contribuyen o se vuelven parte de la producción de una empresa. Estos inventarios se convierten en activos fijos que son almacenados por tiempos determinados por el grado de rotación en el mercado o necesidad a nivel interno de los procesos de la organización.

Estos almacenamientos representan por tanto, una disminución en las inversiones, que, si bien son necesarias para atender la necesidad de los clientes, también hay que reconocer que bajo la filosofía Lean, estos se convierten en un desperdicio, dado que es un capital que temporalmente se detiene, al que se le requiere hacer un mantenimiento, pagar por un espacio ocupado, contratar mano de obra y que es objeto de obsolescencia, averías u otros factores que afectan la inversión inicialmente realizada.

En la tabla 1,1, se relacionan algunos de los momentos mas importantes y significativos dentro de la historia del surgimiento del Lean como filosofía.

Tabla 1.1
Evolución histórica de Lean

AÑO	EVENTO
1894	Toyoda fabrica telares manuales
1900	Producción artesanal con tiempos de respuesta en meses
	Características:
	• Mano de obra artesanal
	• Organización descentralizada
	• Maquinaria de uso general
1908	• Bajos volúmenes de producción
	• Altos precios sobre los productos
	Desarrollo des sistema de producción Ford.
	• Diseño de automóvil fácil de producir y fácil de reparar
1930	Sakichi y su hijo inician la construcción de Toyota Motor Company Nacimiento del JIT (Just InTime o Justo a Tiempo)
1950	Desarrollo del Sistema de Producción Toyota
1960	El Sistema de Producción Toyota se convierte en una filosofía poderosa
1973	Primera crisis petrolera, en la cual Toyota sobresale de las demás compañías.
1990	Surgimiento del término “Producción Esbelta” por medio del libro “La máquina que cambió el mundo”.

Fuente: Elaboración propia a partir de Villaseñor Contreras y Galindo Cota (2009).

Para llegar a lo que hoy en día se conoce como Lean, se requirió de un gran esfuerzo por parte de la industria japonesa encabezada por Toyota. Las diversas circunstancias de tipo político que envolvieron una guerra entre los Estados Unidos de América y Japón, dejaron a esta última envuelta en una crisis económica que obligó a los creadores de la casa Toyota a replantear las metodologías de trabajo que en su momento se estaban aplicando en el proceso productivo.

Con el pasar de los tiempos, esta filosofía se ha extrapolado a las diferentes industrias que buscan mejorar sus procesos para brindar productos de alta calidad a un precio adecuado.

1.2 CADENA DE SUMINISTRO

La cadena de suministro ha sido definida tradicionalmente como la organización de personas, actividades, información y recursos para llevar un producto desde un fabricante a un consumidor. Sin embargo, esta definición está orientada a describir la relación entre las etapas de adquisición de materias primas, elaboración y la entrega o distribución del producto final. La definición de cadena de suministro fue evolucionando y empieza a incluir los servicios como parte fundamental de ella, y se redefine en términos de la gestión de proveedores responsables de las entradas claves a la fabricación del producto o a la prestación de un servicio. Esto ha llevado a las organizaciones a redefinir lo que para ellas representa la cadena de suministro. Actualmente, la cadena de suministro no solo se define en términos de los eslabones que la componen, sino que además se caracteriza de acuerdo con sus atributos claves de funcionamiento (Santander Mercado, Amaya Leal, y Vilorio Núñez, 2014).

Hay una relación que existe entre las diferentes partes de la cadena de suministro (Figura 1.2) y se puede observar que esta cuenta con una línea divisoria la cual está sobre la empresa focal, entendida como la organización que transforma materias primas (tangibles) o presta servicios (intangibles) que buscan satisfacer una (s) necesidad a un mercado determinado.

Esta línea determina dos aspectos importantes:

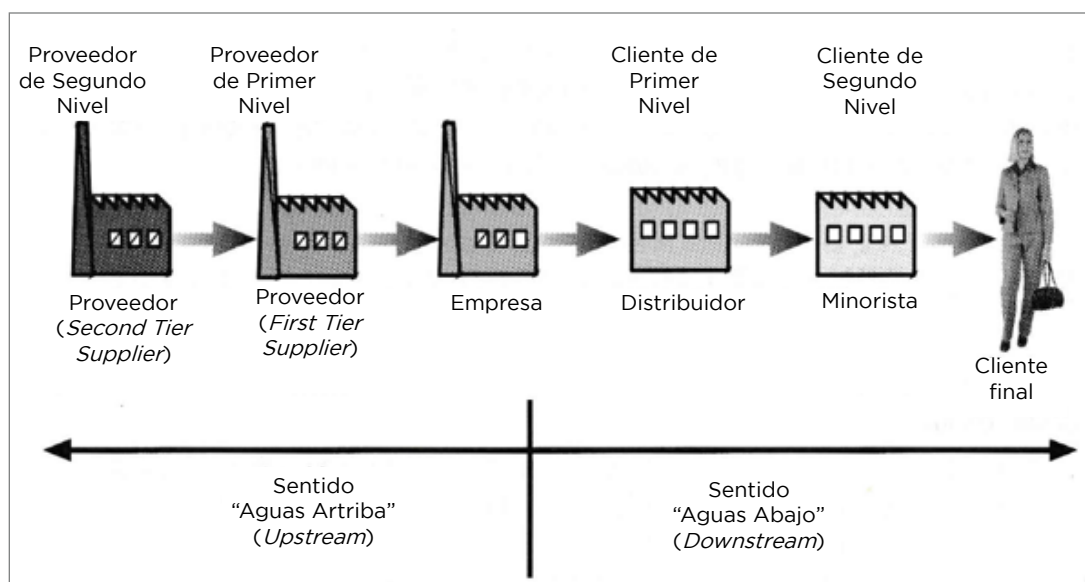
Aguas Arriba: es la relación que tiene la empresa focal con los proveedores de primer y segundo nivel. El primer nivel hace referencia a los proveedores directos, es decir con quien la empresa tiene una relación sin intermediarios, entre tanto los de segundo nivel son los proveedores de los proveedores de la empresa focal.

Aguas Abajo: es la relación que tiene la empresa focal con sus clientes, que, siguiendo el mismo concepto dado en el punto anterior, la empresa puede tener varios niveles de clientes.

Visto desde el concepto general, todo lo anterior es lo que compone una cadena de suministro, sin embargo, si el análisis se hace desde la empresa focal aguas arriba, el abastecimiento es el proceso de adquirir bienes o servicios necesarios para el funcionamiento de la organización

y si el análisis se realiza aguas abajo, la empresa focal es la que produce bienes o servicios que suministra a sus clientes para suplir las necesidades. Estos dos términos, abastecimiento y suministro, son disímiles y su diferencia está dada por la posición que tenga la empresa focal frente a sus proveedores o clientes.

Figura 1.2
Cadena de Suministro



Fuente: Pires Silvio y Carretero Díaz (2007).

1.3 LOGÍSTICA

La logística surge ligada a las actividades de toma de decisiones de los altos mandos militares, principalmente en Inglaterra en la década de 1940

[...] En la actualidad, el tema de la logística se asume con tanta importancia que en las organizaciones se estipula un área específica para su tratamiento; su evolución a través del tiempo ha sido constante, hasta convertirse hoy en una de las principales herramientas para que una organización sea considerada como una empresa del primer mundo. (Castellanos Ramírez, 2015)

Según Avendaño Cárdenas y Silva Guerra (2018), la logística es entendida como el conjunto de todas las actividades relacionadas con el flujo de materiales desde el punto proveedor hasta el punto consumidor, contempla además de las actividades materiales aquellas mediante las

que se planifica, organiza, regula y controla dicho flujo material (dirección) de forma eficiente, entendiéndose por eficiente llegar al punto consumidor con la cantidad y calidad requerida en el momento y lugar demandado y con el menor costo posible. (p. 3).

De acuerdo con la definición anterior, la logística es el proceso que une las necesidades de los clientes con los proveedores a través del suministro de los productos o materias primas para que las empresas manufactureras o de servicio satisfagan las necesidades del consumidor. Teniendo en cuenta la definición de Avendaño Cárdenas y Silva Guerra (2018), donde afirma que la logística controla de forma eficiente el flujo de material por medio de la cantidad, calidad, momento, lugar y costo, y teniendo en cuenta que el Departamento Nacional de Planeación (2018), en la Encuesta Nacional Logística 2018, hace un estudio que permite develar y contrastar esta teoría con la realidad empresarial colombiana, se puede identificar lo siguiente:

- **Índice de Calidad**

El indicador más relevante en la medición del nivel de cumplimiento en la entrega de pedidos al cliente se denomina pedido perfecto, el cual está compuesto según el estudio, por la entrega de pedidos sin daños, completo en cantidad, a tiempo y documentación perfecta.

El estudio permite identificar que “Las empresas del país presentan bajos niveles en la medición de indicadores de calidad en logística” (Departamento Nacional de Planeación, 2018), y dentro de las empresas participantes (2.738 empresas), el 21.5% cuentan con indicadores de calidad en logística. Por otra parte, dentro de las empresas que lo miden, el índice de pedido perfecto alcanza el 75,4 % a nivel nacional.

- **Costo logístico**

“El promedio del costo logístico de las empresas del país, como porcentaje de las ventas, se ubica en 13,5%, representado principalmente por los costos de almacenamiento” (Departamento Nacional de Planeación, 2018). La discriminación de los componentes del costo logístico se presentan a continuación (Tabla 1.2).

Tabla 1.2

Componentes del costo logístico

Almacenamiento	46.5%
Transporte	35.2%
Administrativos y servicios al cliente	11.1%
Otros costos	7.2%

Fuente: Elaboración propia a partir de Departamento Nacional de Planeación (2018).

Lo anterior, permite cuantificar el impacto que sobre la logística tiene las diferentes variables que la componen y que hace que este proceso en las diferentes empresas de la cadena de suministro, creen valor para sus clientes.

La posición competitiva de una empresa está muy condicionada por la competitividad de todos los integrantes de las cadenas de suministros de las que esta es parte. De esta forma, el nuevo entorno exige rapidez y flexibilidad en procesos productivos y de servicios, implicando una nueva dinámica en la adquisición de recursos necesarios, los cuales no son producidas al mismo ritmo que se consumen (Lao León et al., 2017).

El mercado se encuentra compuesto por oferentes y demandantes. En el primero se encuentran todas las empresas que ofrecen productos y/o servicios a una población que demandan o requieren satisfacer unas necesidades. El mercado cada vez es más competido por las diferentes empresas de un determinado segmento o sector económico que buscan conquistar a un cliente cautivo.

Lao et al. (2017), menciona la rapidez y flexibilidad como variables competitivas para satisfacer las necesidades de los clientes en un mercado cada vez más fluctuante, donde impera la satisfacción no sólo del producto, sino que también demanda una respuesta oportuna por parte de su proveedor hacia su cliente.

Estas dinámicas de mercado hacen que el compromiso de la logística como parte fundamental de la cadena de suministro, sea alto, buscando responder a las necesidades del mercado.

1.4 LEAN LOGISTIC

De acuerdo con los conceptos de Logística, Cadena de Suministro y Lean Manufacturing descritos en los apartes anteriormente desarrollados, se puede describir a Lean Logistic o Logística Esbelta como el resultado de la aplicación de los principios de Lean Manufacturing para gestionar la cadena de suministro. Esta filosofía tiene sus principios en la manufactura, sin embargo, puede extrapolarse hacia los servicios, la construcción, la logística, el sector salud, entre otros sectores que la requieran aplicar.

Según Zapata Cortés y Moreno Riascos (2011), definen la logística esbelta como “aquellos esfuerzos por realizar las actividades logísticas requeridas en las empresas, basados en el principio de eliminar todos los elementos, acciones y operaciones que no agregan valor a la actividad”. De ahí nace la importancia de esta filosofía que busca identificar y eliminar todas las actividades que pueden llegar a generar desperdicios, tales como: excesos de inventario, transportes innecesarios, tiempos de proceso, utilización de empaques, demoras, entre otros

En mercados altamente competitivos, es importante garantizar la satisfacción del cliente, con el fin de lograr aumentar la participación de la compañía en el mercado o tratar de sobrevivir en este. Por esta razón, para poder cumplir con la demanda que exige el mercado, la administración adecuada de la cadena de abastecimiento es primordial para las empresas, ya que el propósito es lograr una relación integrada entre clientes y proveedores (Vélez Rojas y Pérez Ortega, 2013).

De acuerdo con lo anterior, es importante identificar y gestionar todas aquellas actividades que no generan valor en los procesos logísticos y de cadena de suministro que integran al cliente con el proveedor. A las actividades que no contribuyen con el proceso de generación de valor a lo largo de la cadena, se denomina desperdicio.

[...] el desperdicio es el mal de todo proceso en una empresa, ya que involucra específicamente cualquier actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor tales como errores que requieren retrabajo, artículos para producción no requeridos que se acumulan en inventarios, etapas dentro del proceso que no son necesarias, movimiento de empleados y transportes de materia prima de un lugar a otro sin propósito. (Tapia et al., 2017, p. 171, citando a Ohno)

Es por esto que Lean Logistic busca identificar y eliminar toda actividad dentro de las operaciones logísticas que no agregan valor al cliente y que permita optimizar los procesos, aumentando la calidad y disminuyendo el costo de las operaciones, buscando la satisfacción del cliente y la rentabilidad de las organizaciones.

En la actualidad las organizaciones se enfrentan a un mundo altamente competitivo, donde deben afrontar los retos que ofrece un mercado dinámico, cambiante y para lo cual herramientas como las ofrecidas por la filosofía Lean Logistic permiten mejorar los procesos por medio de la identificación de oportunidades de mejora y definición de rutas encaminadas a atender oportunamente las necesidades del mercado, optimizando procesos y reduciendo la variabilidad.

CAPÍTULO

2

HERRAMIENTAS USADAS EN EL CASO DE APLICACIÓN

*Gloria Alexandra Ramírez Morales**

RESUMEN

En este capítulo se presenta la evolución cronológica de la filosofía Lean Manufacturing iniciando desde la década de los 50 hasta llegar a conceptos como Lean Service y Lean Industry 4.0. Igualmente, se muestran gráficas sobre las publicaciones anuales, los países y las áreas de investigación en referencia a la metodología, que permiten apoyar y complementar su validez; sumado a esto, se consigna información que le permite al lector observar la importancia y el éxito de esta filosofía en la reducción de desperdicios en empresas que centran sus operaciones en la logística y el servicio. En la parte final del capítulo se presenta la revisión bibliográfica de algunas herramientas de Lean Manufacturing, aplicadas exitosamente en la empresa de distribución de medicamentos.

* Ingeniera Industrial, Magister en Administración. Profesora adscrita al programa de Ingeniería Industrial de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium. Experiencia en la coordinación y dirección de plantas industriales. Consultora y docente universitaria. <https://orcid.org/0000-0001-9841-1163>

2.1 EVOLUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS EN EL TIEMPO

¿Son los mismos Desperdicios en el sector logístico, servicios y manufactura?

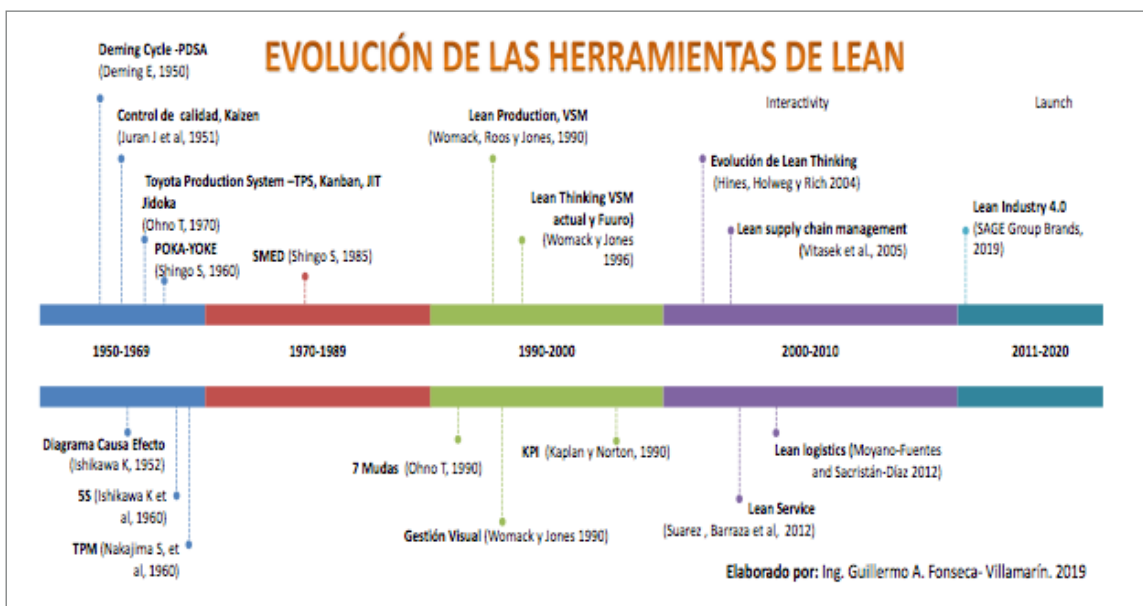
Para responder esta pregunta, se parte de los postulados realizados por Fonseca Villamarín y Sarria Yepes (2017), en el libro *Guía Rápida para Implementar Lean manufacturing en mipymes*, en el que se indaga sobre los desperdicios en un ambiente de producción.

En 1970, en la fábrica de Toyota se empezó a hablar de desperdicios en un ambiente de producción de automóviles bajo un contexto de producción. En las fábricas de producción se diseñan los productos sobre un conjunto de operaciones o actividades que agregan valor; pero en la realidad, a medida que los materiales se mueven a través de los procesos, se van observando actividades que no agregan valor, pero que son necesarias (operación de inspección, de cargue y descargue de materiales, etc), y actividades innecesarias que no agregan valor (desperdicios). Cuando los ingenieros de Toyota deciden centrarse en eliminar los desperdicios es cuando se da inicio a la filosofía Lean Manufacturing y sus herramientas para eliminar desperdicios.

La documentación de esta filosofía se inicia cuando Deming y Juran en 1950 empiezan a documentar el control de calidad, sientan las bases del sistema de producción Toyota que se da a conocer en 1970 con Ohno. En los años 90 se encuentran autores como Womack y Jones escribiendo sobre Lean Production y sus diferentes herramientas, que se convierten en la filosofía preferida en empresas manufactureras que por el éxito de su implementación y la reducción de los desperdicios se convierte en auge, y es así como empresas del sector logístico inician la adaptación de la filosofía y sus herramientas, y a partir del año 2000 se encuentran autores como Vitasek y Moyano que escriben con el termino de Lean Logistics.

La filosofía Lean Manufacturing ha evolucionado en el tiempo al igual que las herramientas usadas en los diferentes ambientes industriales, hasta llegar a conceptos como Lean Service y Lean Industry 4.0 (Figura 2.1).

Figura 2.1
Evolución de Lean Logistics y sus herramientas



Fuente: Fonseca Villamarín, (2019).

Para entender el concepto de desperdicio, Ramírez Cortés (2017), ha clasificado las diferentes actividades innecesarias que no agregan valor en siete (7) desperdicios. Las ecuaciones usadas para cuantificar los indicadores para cada desperdicio identificado se presentan a continuación (Tabla 2.1).

Tabla 2.1
Indicadores asociados a los desperdicios

Desperdicios	Indicador	Descripción	Ecuación
Sobre producción	Takt Time	Producción de artículos para los que no existen orden de producción	$Takt\ Time = \frac{\text{Tiempo de producción disponibles}}{\text{cantidad total requerida}}$
Inventario	Índice de rotación	Costo de mantenimiento de exceso de materia prima, inventario en proceso o productos terminados de acuerdo a órdenes de producción	$\text{Índice de rotación} = \frac{\text{Ventas acumuladas}}{\text{inventario promedio}} \times 100$
Sobre-procesamiento	Calidad de los pedidos generados	Procesos innecesarios para la producción de un artículo, sin tener claro los requerimientos de los clientes, los cuales agregan costos en lugar de valor al producto	$\text{Calidad de los pedidos generados} = \frac{\# \text{ de productos generados sin problemas}}{\text{total de pedidos generados}} \times 100$

Continuación Tabla 2.1 Indicadores asociados a los desperdicios

Desperdicios	Indicador	Descripción	Ecuación
Transporte innecesario	Distancia total recorrida	Transporte de materia prima, producto en proceso o producto terminado sin sufrir ningún tipo de transformación durante el proceso	$\sum D$; D = distancia recorrida
Espera	Nivel de cumplimiento en los despachos	Tiempo en que esperan los recursos para ser utilizados	Nivel de cumplimiento en los despachos = total de pedidos no generados a tiempo / total de pedidos despachados x 100
Movimientos innecesarios	Tiempo total empleado	Cualquier movimiento innecesario o excesivo realizado por el personal durante el desarrollo de sus actividades	$\sum T$; T = Tiempo empleado para realizar una actividad
Artículos defectuosos	Índice de rendimiento	Aceptar, producir, enviar o entregar productos que no cumplen con las especificaciones	Índice de calidad = # de piezas buenas / # total de piezas producidas

Fuente: Ramirez Cortes (2017).

Debido al éxito en la reducción de desperdicios que se logró con el uso de Lean Manufacturing, las empresas que centran sus operaciones en logística y servicio decidieron implementar la filosofía adaptándola a los diferentes desperdicios de sus operaciones, es por ello que Arango Vásquez (2017), realiza una adaptación descriptiva de los desperdicios para empresas de servicio como se observa en la tabla 2.2, donde por ejemplo se presenta un desperdicio como falta de enfoque en el cliente que resulta en una oportunidad de venta perdida.

Tabla 2.2
Desperdicios en empresas centradas en servicios

Desperdicio	Descripción
Sobreproceso	Realización de más trabajo del necesario para satisfacer la demanda del cliente
Retraso	Empleados o clientes esperando información del proceso
Transporte o movimiento innecesario	Movimiento innecesario de personas u objetos en el proceso
Sobrecalidad, duplicación	Actividades o procesos que no agregan valor para el cliente. No responden a las necesidades del cliente o agregan más valor del que el cliente está dispuesto a pagar
Variación Excesiva, Falta de estandarización	Falta de estandarización en los procesos, procedimientos y formatos
Falla en la demanda, falta de enfoque en el cierre	Cualquier aspecto del servicio que falla en la satisfacción de las necesidades del cliente, lo cual resulta en una oportunidad perdida.
Subutilización de recursos	Desperdicio de recursos, especialmente en el potencial humano como habilidades y conocimiento
Resistencia al cambio por parte de los administradores	Una actitud cerrada de los directivos que desincentiva el involucramiento de los empleados al mejoramiento continuo de los procesos

Fuente: Arango Vásquez (2017).

En conclusión, se puede afirmar que los desperdicios de las operaciones manufactureras se diferencian con los desperdicios en ambientes de logística y servicios por su enfoque en el cliente, (entendido no solo como alguien a quien venderle un producto, sino como alguien a quien escuchar y entender en su necesidad que debe quedar muy satisfecho con la atención, así no se derive en una venta inmediata) donde cualquier aspecto del servicio que falla en la satisfacción de las necesidades de los clientes es un desperdicio porque representa una pérdida de oportunidad de satisfacer al cliente (que puede no regresar) o de una venta para un nuevo cliente.

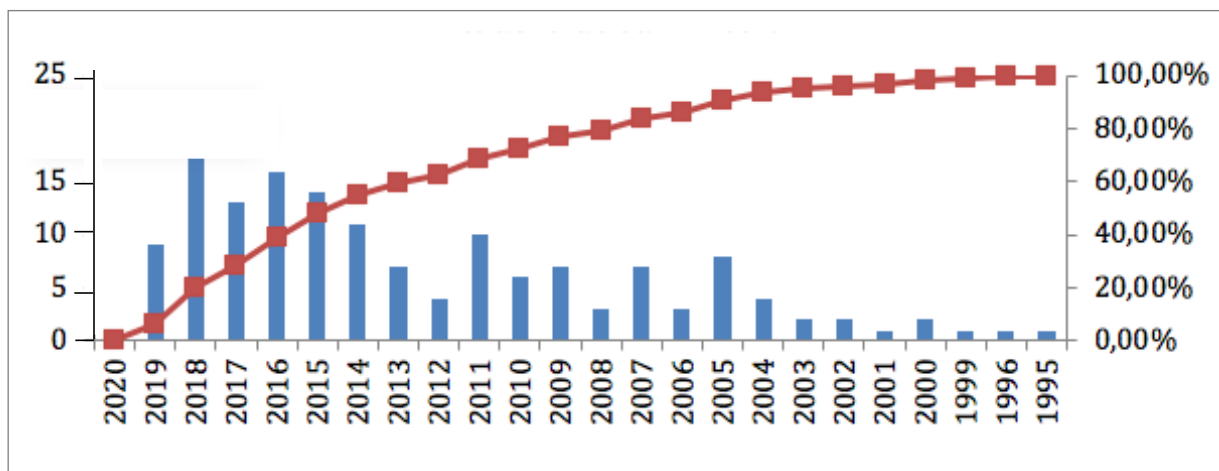
2.2 PUBLICACIONES LEAN LOGISTICS

En este apartado se presenta la revisión documental realizada con respecto a las publicaciones anuales, los países y las áreas de investigación en referencia a Lean logistics, que sustentan y complementan la metodología implementada en la empresa de estudio. La información se organizó en gráficas de barras que permiten observar los datos de manera esquemática y favorecen presentar las comparaciones y las diferenciaciones entre las variables investigadas.

Con base en literatura revisada en un lapso de tiempo comprendido entre los años 1996 hasta comienzos del año 2020, se identificaron las publicaciones en lean logistic en la cadena de suministros, las cuales se pueden apreciar en la figura 2.2, encontrando que a partir del año 2012 empieza un crecimiento escalonado llegando a un máximo de 16 publicaciones en el año 2016, posteriormente recae y vuelve a tener un repunte bastante favorable en el año 2018 con 21 publicaciones.

Figura 2.2

Publicaciones por año asociadas con lean logistics en la cadena de suministros

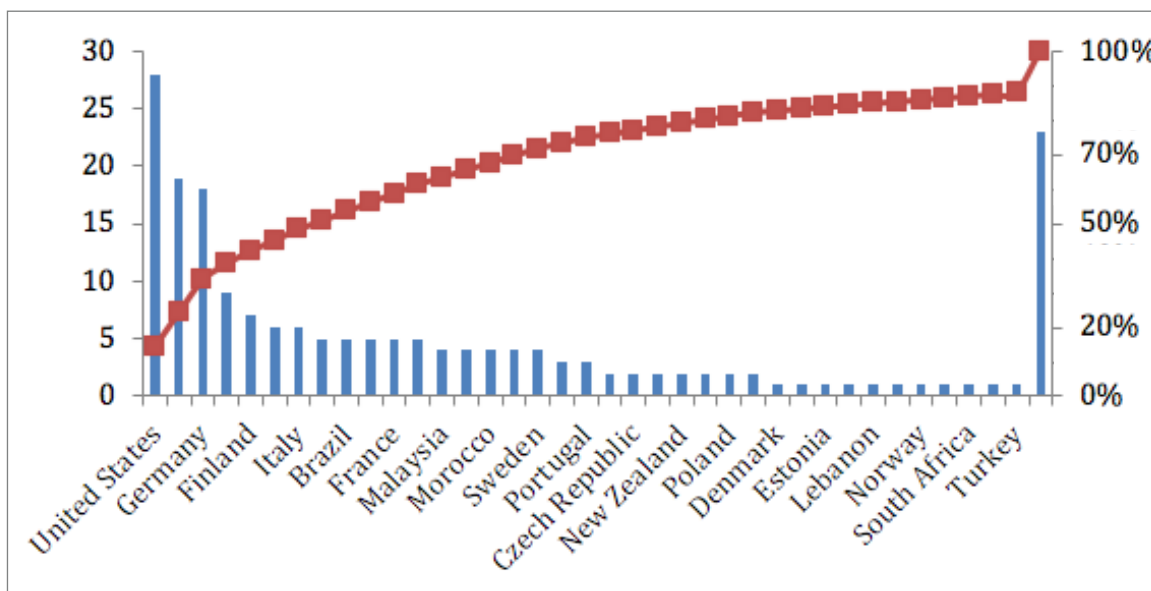


Fuente: Fonseca Villamarín, (2019).

Con respecto a la revisión efectuada en las publicaciones asociadas con Lean logistics en la cadena de suministros en 19 países, en la figura 2.3, se puede observar que, Estados Unidos lleva el liderazgo con 28 publicaciones, seguido de Turquía con 23. Igualmente vemos que el único país de América del Sur que hace publicaciones en este sentido es Brazil, quien tiene un número similar a las realizadas en Francia e Italia.

Figura 2.3

Publicaciones por países asociadas con lean logistics en la cadena de suministros

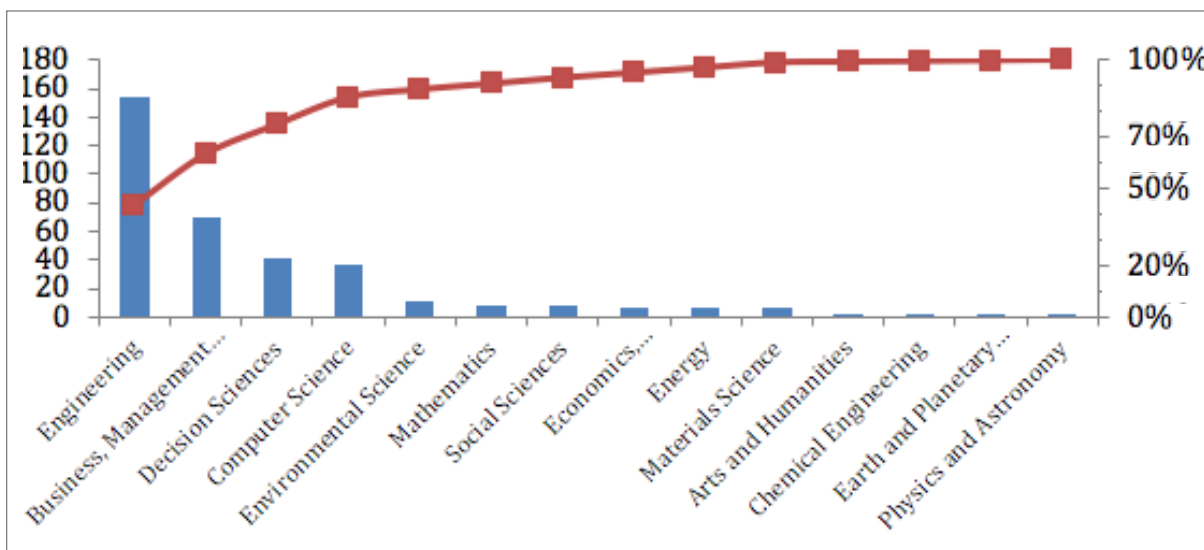


Fuente: Fonseca Villamarín, (2019).

La publicaciones por áreas de investigación en Lean logistics y administración de la cadena de suministros mostró, que en las 14 areas disciplinares revisadas (Figura 2.4), la ingeniería es la que más se destaca en este campo con 154 publicaciones seguida de, negocios, administración y contabilidad con 70. Igualmente se puede observar que economía, finanzas, energía y ciencia de los materiales tienen un comportamiento bastante homogéneo en este sentido.

Figura 2.4

Publicaciones por area de investigación en lean logistics y administración de la cadena de suministros



Fuente: Fonseca Villamarín, (2019).

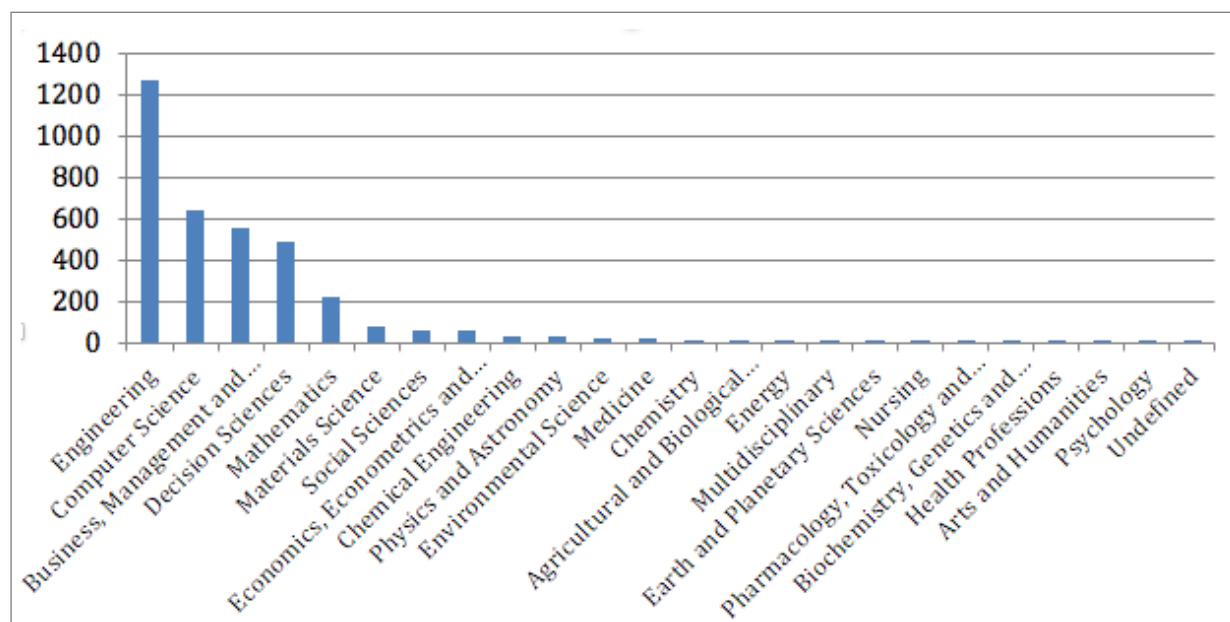
2.3 DOCUMENTOS ASOCIADOS CON HERRAMIENTAS LEAN

En este apartado se presenta la revisión documental efectuada con respecto a las publicaciones anuales realizadas por áreas disciplinares que emplean las diferentes herramientas de la manufactura Lean entre ellas, kanban, mapa del flujo de valor, Kaizen y Jidoka.

Los documentos revisados en los que asocian Kanban con las áreas disciplinares mostraron, que en las 24 áreas revisadas (Figura 2.5), la ingeniería es la que hace uso de esta herramienta con mayor frecuencia mostrando 1.266 documentos referenciados, seguidos de ciencias computacionales con 639 documentos. Igualmente hay áreas disciplinares como por ejemplo psicología, profesionales de la salud, al igual que artes y humanidades en los cuales el manejo de la herramienta es casi nulo.

Figura 2.5

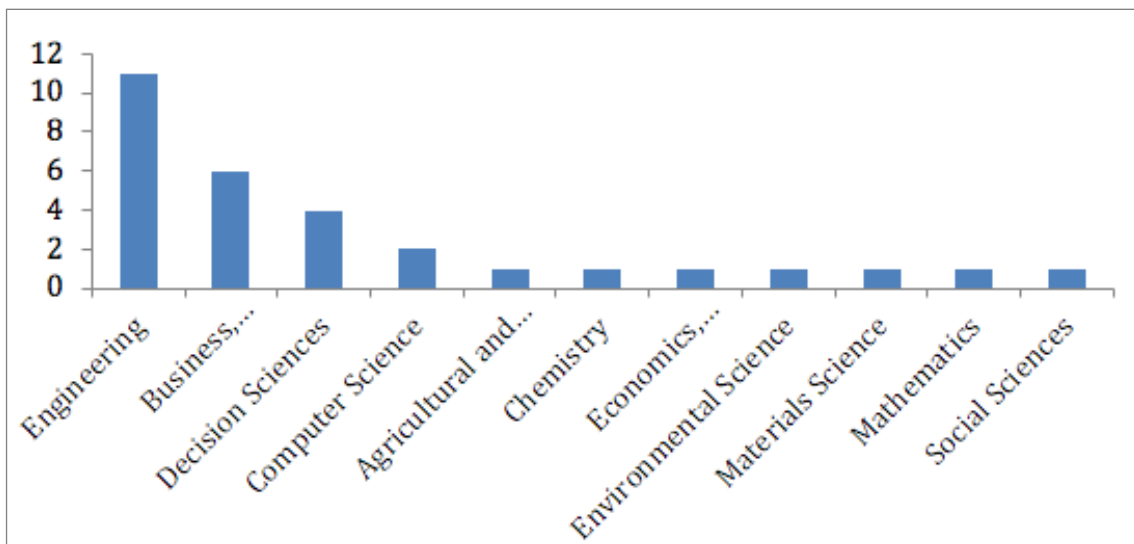
Documentos asociados con kanban Vs area disciplinar



Fuente: Fonseca Villamarín, (2019).

La revisión documental asociada con VSM y las áreas disciplinares mostraron como se puede observar en la figura 2.6, que existen 11 áreas donde se trabaja esta herramienta y la que la utiliza con mayor frecuencia es la ingeniería con 11 documentos, seguida de los negocios con seis. De igual manera áreas disciplinares como por ejemplo química, economía, matemáticas y ciencias sociales entre otros, donde su uso es mínimo.

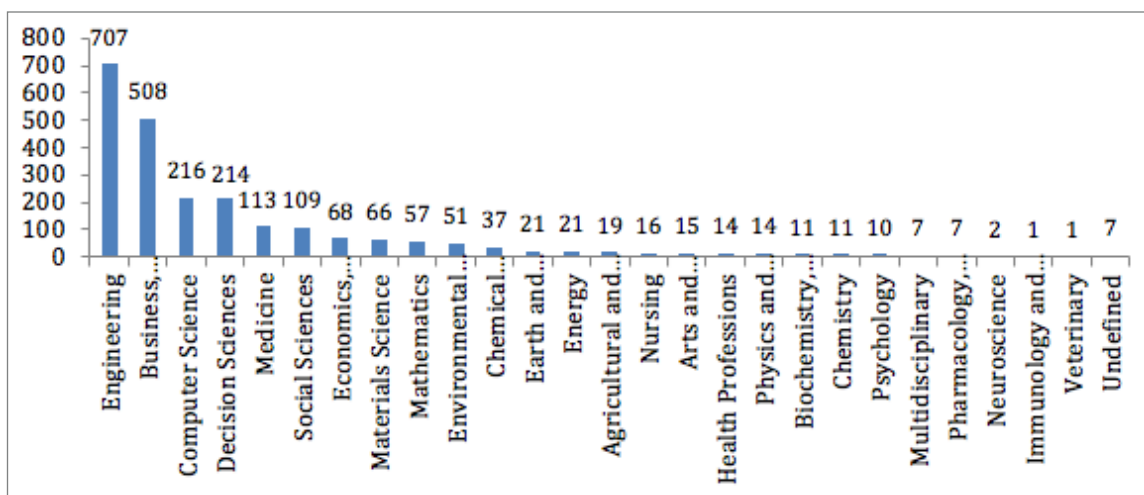
Figura 2.6
 Documentos asociados con VSM Vs area disciplinar



Fuente: Fonseca Villamarín, (2019).

Los documentos revisados asociados con Kaizen y las áreas disciplinares revelaron como lo muestra la figura 2.7, que existen 26 áreas donde se hace uso esta herramienta y la que la utiliza con mayor frecuencia es la ingeniería con 707 documentos, seguida de ciencias computacionales con 508. De igual manera áreas disciplinares como veterinaria y la inmunología, donde su uso es casi nulo.

Figura 2.7
 Documentos asociados con Kaizen vs area disciplinar

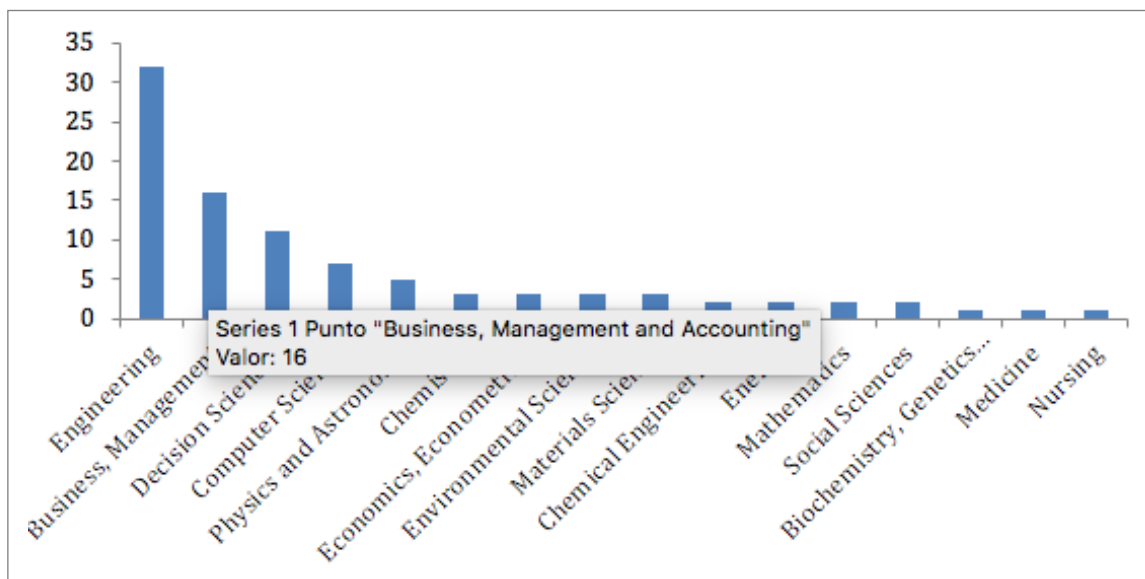


Fuente: Fonseca Villamarín, (2019).

La revisión documental asociada con Jidoka y las áreas disciplinares mostraron como se puede observar en la figura 2.8, que existen 16 áreas dónde se trabaja esta herramienta y la que la utiliza con mayor frecuencia es la ingeniería con 32 documentos, seguida de los

negocios con 16. También se observó que en áreas disciplinares como por ejemplo bioquímica, medicina y enfermería, prácticamente no ha tenido uso.

Figura 2.8
Documentos asociados con Jidoka vs area disciplinar



Fuente: Fonseca Villamarín, (2019).

2.4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Aquí se muestra la revisión bibliográfica de algunas herramientas de la filosofía Lean Manufacturing, aplicadas exitosamente en una empresa de la distribución de medicamentos; las cuales le permitieron entender sus procesos de manera metódica y eficiente para reducir los desperdicios y los costos que le conduzcan a permanecer y seguir avanzado en el mercado

2.4.1 Mapas de la Cadena de Valor VSM (Value Stream Maps)

Es una herramienta que muestra de manera gráfica el recorrido que tiene un proceso desde que se hacen las adquisiciones de los insumos productivos, hasta que el producto final llega a las instalaciones del cliente, la figura 11 muestra el ejemplo de un VSM. En el tránsito del mapa se busca establecer cuáles son las fallas que existen y que la limitan para tener un mejor desempeño. Al respecto de ello, Rahani & Ashraf (2012), señalan que el VSM permite reconocer tanto las operaciones que aportan valor como las que no, identificando las fuentes de desperdicios

visibles como las ocultas. Para construir el mapa se toma la información inicial del flujo, la cual permite dar claridad del estado actual del proceso o del sistema. Basados en el estado actual, se diseña el mapa para el estado ideal. El mapa de flujo de valor para un estado ideal muestra la mejor forma posible de satisfacer las necesidades del cliente (Quesada, Buehlmann, y Arias, 2012).

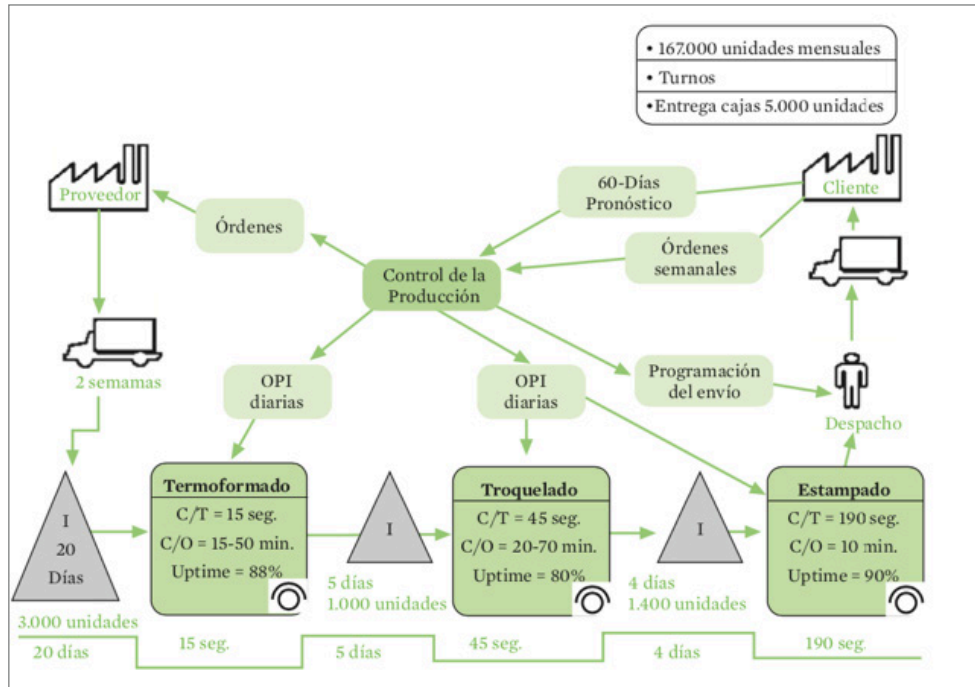
2.4.2 Construcción de un mapa de la cadena de valor

Para realizar la construcción del mapa de la cadena de valor, es necesario hacer una descripción del estado real del proceso, sin efectuar cambio alguno porque lo más importante es conocer la realidad sin alteraciones para posteriormente continuar con la segunda parte que es la construcción del estado ideal o futuro al cual deseamos llevar el proceso. Es de suma importancia establecer una metodología para la construcción del mapa de la cadena de valor, con respecto a esto Vamsi Krishna & Sharma (2014), establecen la estructura en cinco pasos para la elaboración del VSM:

- Seleccionar la familia crítica de productos.
- Dibujar el mapa de flujo de valor del estado actual
- Dibujar el mapa de flujo de valor del estado futuro
- Elaborar un plan de trabajo
- Realizar la implementación y comparación.

Los mapas de flujo de valor, generalmente se elaboran en tres estados que son: estado actual, estado ideal y estado futuro. Esta digramación permite entender dónde estamos y dónde queremos llegar en el proceso. Los VSM generan bastantes beneficios, entre ellos sobresalen: la esquematización de los materiales y del flujo de valor obtenida por un lenguaje único, visualización amplia del proceso, visualización del estado ideal del sistema a partir de la obtención de una estructura ordenada (Hernández y Vizán, 2013). (Ver Figura 2.9).

Figura 2.9
Ejemplificación de un mapa de flujo de valor



Fuente: Hernández y Vizán, (2013).

2.4.3 Jidoka

Conocida también como automatización con un toque humano, concede autonomía a los operarios para detener el proceso en el momento en que se genere un error que ocasione pérdidas para la empresa, empleando para ello un mecanismo que es visible para todos los miembros del equipo de trabajo, el cual emite una señal de alerta que genera la reacción inmediata de cualquiera de ellos para detener y tomar acciones que conlleven a corregir la causa de la no conformidad.

De acuerdo con Pocorey Choque y Ayabe (2017), las herramientas que utiliza Jidoka son:

Poka Yoke, dispositivos a prueba de error, que detectan errores mecánicos y de productos, evitando el encendido de una máquina y alertando al operario de la irregularidad.

Andon, tableros indicadores de parada de línea que utilizan bombillos de colores como señales de alerta. La luz verde indica que todas las operaciones son normales, en el caso que se desee ajustar algo en la línea de producción o solicitar ayuda se acciona una luz amarilla; la luz roja se enciende cuando es preciso detener la línea de producción para rectificar algún problema y evitar la producción defectuosa.

Jidoka es una herramienta como todas las que emplea Lean que genera muchos beneficios en los sistemas de manufactura, convirtiendo en cero las pérdidas, por ejemplo con inventarios, tiempo, mano de obra, excesos de materiales entre otros.

De acuerdo con Tekin et al. (2019), los beneficios derivados de esta práctica son:

- Reducción de la mano de obra en los procesos, por implementación de los dispositivos que ocasionan la parada por completar la cantidad o por detección inmediata de fallas, también la reducción de mano de obra por la implementación de métodos de trabajo que identifican y muestran la utilización de la mano de obra en forma más efectiva.
- Eliminación de los inventarios por adaptabilidad a la demanda y por cero unidades defectuosas en el proceso.
- Producción adaptable y en el tiempo justo, lo que genera cero pérdidas de tiempo.
- La intervención de la mano de obra en la toma de decisiones de paradas por fallas, genera compromiso y respeto por los procesos y esto conduce a cero pérdidas de mano de obra.
- No existen unidades defectuosas en el proceso por tanto hay cero pérdidas de productos y cero tiempos por inspección.

2.4.4 Heijunka

Es una palabra japonesa que significa literalmente “trabaje llano y nivelado”. Se debe satisfacer la demanda con las entregas requeridas por el cliente, pero esta demanda es fluctuante, mientras las fábricas necesitan y prefieren que ésta sea “nivelada” o estable (Rajadell Carreras y Sánchez García, 2010, p. 67).

Esta técnica que se utiliza en los entornos de producción sustenta su operatividad a partir de tener lotes de producción pequeños, estables y estandarizados para eliminar los despilfarros y los altos niveles de inventario.

De esta forma, las líneas de producción se muevan sin contratiempos, garantizando estabilidad en la producción (cantidad fija diaria, semanal y anual). Heijunka trata de mantener los niveles de producción constantes de acuerdo con las variaciones en la demanda de productos. Los volúmenes

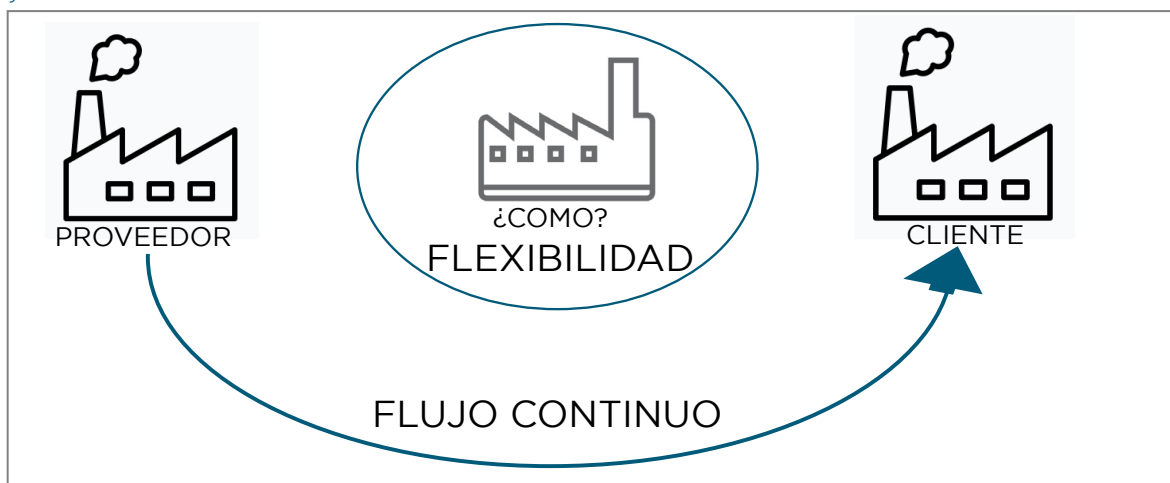
de producción se basan en la información que proporcionan los Takt time, tiempo que se emplea para fabricar un producto o componente, el cual es grabado para el control de tiempos de ciclo de trabajo y cuidadosamente monitoreados para desarrollar el plan de producción ajustado a las demandas del cliente (Pocorey y Ayabe, 2017, p. 29).

Para cumplir con los requerimientos de los clientes, no producir en excesos, disminuir los tiempos de manufactura y tener flujos constantes en toda la cadena proveedor cliente, se hace necesario :

Abordar el equilibrio de la capacidad de producción, con la demanda y el suavizado del pulso del sistema de producción, Christian Hohmann recuerda que Ohno afirmó que la fábula de la liebre y la tortuga ilustra el principio del nivelado de la producción según el cual la carga de trabajo se hace uniforme (como el esfuerzo constante de la tortuga), en relación con las variaciones importantes (como las puntas de velocidad de la liebre), alternando fases de profunda intensidad con otras relentizadas. (Rajadell Carreras y Sánchez García, 2010, p. 71)

De esta manera todas las operaciones se desarrollan con un flujo de trabajo constante desde la primera hasta la última en la secuencia de la cadena de valor. Una esquematización de este flujo se observa en la figura 2.10, que presenta la evidencia de una necesidad, ya que hay un flujo continuo de información del proveedor al cliente.

Figura 2.10
Flujo continuo en la corriente de valor



Fuente: Rajadell Carreras y Sánchez García, (2010).

2.4.5 Kanban tarjeta de control

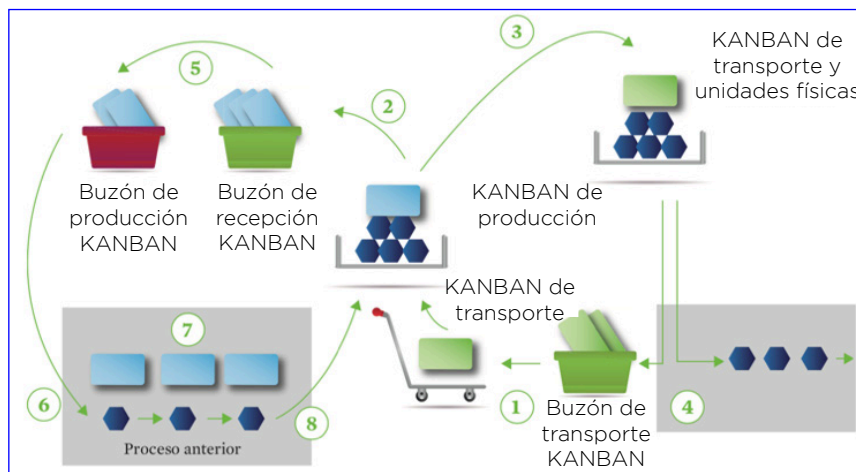
Es una metodología que emplea tarjetas visuales para gestionar el cumplimiento a las tareas asignadas en un sistema o en un proceso. Dichas tarjetas se emplean para alimentar las piezas necesarias en el momento justo en que deben incorporarse y también son de mucha ayuda para indicar al proveedor el momento en que se requieren los materiales e insumos en el proceso productivo. De acuerdo con su funcionalidad los kanban se dividen en tres tipos: de proveedor, suministra especificaciones para entrega de materiales o piezas; de transporte, aquí se suministra información de los productos que se retiran del proceso anterior; y los kanban de producción que entrega información con respecto a la cantidad de unidades que deben procesarse de acuerdo con las unidades suministradas en el proceso anterior (Pocorey y Ayabe, 2017). Esta herramienta se acciona a partir de la demanda de los clientes de tal manera que se define como una técnica de tipo Push.

Al respecto de esto:

Taiicho Ohno instauró el Kanban como un supermercado, utilizándolo después de que el cliente realiza su adquisición, para indicar al departamento de compras cuáles son los artículos que se han de reponer. La finalidad de usar esta técnica es para conseguir que los movimientos en la planta de producción se sistematicen. Kanban es una manera de obtener una producción Justo a Tiempo, convirtiéndose en el sistema central de la producción que controla el flujo de los productos. (Tapia et al., 2017, p. 174)

Las tarjetas Kanban son una buena herramienta de comunicación en la planta de manufactura, puesto que envía información a las diferentes estaciones de trabajo, relacionada con tamaño del lote, código de las piezas a fabricar, cantidad de unidades, lugar de manufactura, origen de la pieza, centro de trabajo de donde procede entre otros (Hernández y Vizán, 2013). En la figura 2.11, se observa el desplazamiento de las tarjetas Kanban a lo largo de un proceso de manufactura y la información que lleva a su paso por este recorrido.

Figura 2.11
Esquema del sistema Kanban



Fuente: Hernández y Vizán, (2013).

2.4.6 Diagrama de Pareto

Es una herramienta sencilla que muestra de manera gráfica la clasificación de no conformidades en orden descendente, con el objetivo de identificar aquellas que tienen más significancia frente a otras. La información clasificada le brinda a los usuarios la posibilidad de establecer acciones para enfrentar las causas de los inconvenientes.

En referencia a ello, Ishikawa (1989), en su libro *Introducción al control de la calidad* afirma que:

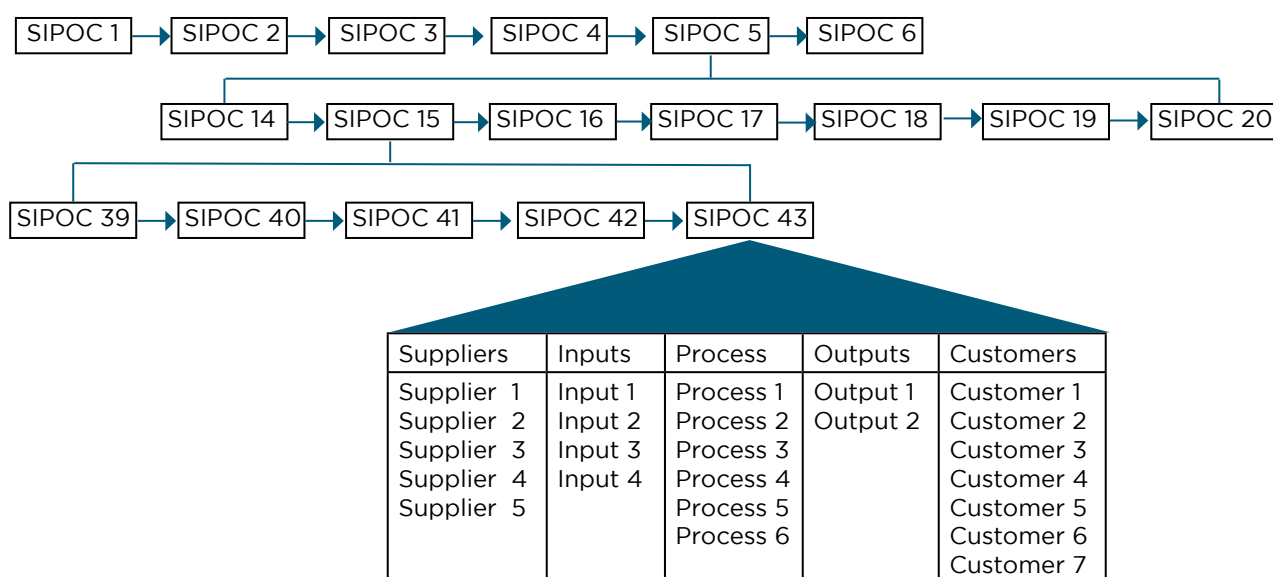
Aunque generalmente en las empresas hay una enorme variedad de defectos, pérdidas, accidentes y otros problemas, que tienen una multitud de causas diferentes, la mayor parte de los efectos indeseables se debe a menudo, con mucha diferencia, a sólo dos o tres problemas o causas principales. Esto se llama principio de Pareto (“pocos vitales, muchos triviales”), que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a sólo unos pocos graves. Los diagramas de Pareto nos permiten identificar objetivamente los problemas graves que tenemos delante actualmente, y acometer los verdaderamente importantes como cuestión de política, (p.139)

2.4.7 El diagrama SIPOC

En una herramienta que se emplea para analizar los procesos desde que inicia el flujo hasta que finaliza e identificar los elementos relevantes para establecer estrategias de mejoramiento. En la figura 2.12, se muestra cómo fluye la información a lo largo de la cadena y la jerarquización en los diagramas SIPOC. Esta herramienta se origina con Edward Deming en la década de 1940 y el movimiento TQM, el concepto posteriormente se transforma en el tiempo considerando el proceso de fabricación como un sistema integrado (Brown, 2019). El nombre del diagrama corresponde al acrónimo de los eslabones de la cadena en inglés, suppliers “S”, input “I”, process “P” y output “O” (Bevilacqua et al., 2015). Esta herramienta se emplea con frecuencia en los procesos de mejoramiento lean y six sigma, porque es bastante sencilla y favorece su comprensión, en este sentido:

Una vez que el destinatario comprende el acrónimo, el SIPOC esencialmente no requiere más explicaciones. Desde el nivel más alto de la cadena de entrega hasta los procesos más minuciosos, los SIPOC pueden proporcionar vistas macro de la estructura operativa hasta un microexamen de tareas individuales que respaldan un proceso, equipo, departamento o unidad de negocios y toman información hacia arriba y hacia abajo en la cadena de entrega de manera tan eficiente como acercarse o alejarse en un mapa. (Brown, 2019, p. 200)

Figura 2.12
Jerarquía del diagrama SIPOC



Fuente: Brown, (2019).

CAPÍTULO

3

CASO DE APLICACIÓN

*Carlos Alberto Escobar Prado**
*Hernando González González***

RESUMEN

Históricamente hablando el sistema “Lean” se ha aplicado en todos los sectores industriales desde 1950 y con mayor fuerza en sectores servicios y de la salud desde el año 2000. En ese sentido ha evolucionado el conocimiento de la mejora continua a lo largo del tiempo. Dentro de los compromisos actuales que tienen las empresas, si quieren ser competitivas, está el de realizar mejoras continuas a sus procesos, lo cual consiste en reducir costos a través de la eliminación de actividades ineficientes.

El presente capítulo describe el problema presentado en una empresa distribuidora de medicamentos, específicamente en la cadena de suministros interna, en la cual se presentan inconsistencias en los procesos de separación y despachos. Se presenta también una propuesta de solución que consiste en plantear un modelo de mejora, con aplicación mediante prueba piloto, utilizando herramientas Lean y Lean Logistics como Kanban, Diagrama de Pareto, Pokayoke, VSM (Value Stream Mapping), Heijunka, basadas en los conceptos teóricos indicados en los dos capítulos anteriores.

La metodología utilizada es de tipo exploratorio y cualitativo, y se emplea el método DMAIC, utilizando sus cinco etapas, como son: definir, medir, analizar, implementar y controlar.

Como resultado se presentan tablas, matrices y gráficas de barras para asociatividad de los tiempos compartidos con su respectivo control visual, con lo cual se logra el balance de los tiempos de operación (recurso humano) y la reducción de las inconsistencias.

* Egresado de la Universidad del Valle del programa de Ingeniería Eléctrica. Especialista en Administración total de la calidad y la Productividad de la Universidad del Valle. Código ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5806-2288>.

** Egresado de la Universidad Autónoma de Occidente del programa de Ingeniería Industrial. Magister en Logística Integral de la Universidad Autónoma de Occidente. Código ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0243-5166>.

3.1 CONTEXTO DE LA EMPRESA

La empresa objeto del presente estudio está dedicada a la compra, comercialización y distribución de productos farmacéuticos y otras seis líneas de productos de alto consumo como los correspondientes a la de aseo y cremas, la línea de alimentos para mascotas, la línea de electrodomésticos y juguetes, la línea de leches y pañales, la línea de refrigerados y licores de alto costo y la línea de controlados (productos éticos y de franja morada).

3.1.1 Historia

El proyecto se desarrolla en una empresa distribuidora de medicamentos que nace en la capital del país hace más de 20 años, como fruto del esfuerzo de los trabajadores de una empresa nacional de farmacias que perdió competitividad y estabilidad en el mercado y permitió que sus empleados se asociaran con el sueño salvar la empresa y de ser una de las más grandes cadenas distribuidoras de medicamentos.

Como consecuencia de la asociación, la empresa se transformó en cooperativa en el año 1995 con la participación de 60 asociados quienes realizaron la compra de 320 droguerías distribuidas en gran parte del país, con el objetivo de lograr hacer un cubrimiento a nivel nacional. A partir de allí la empresa ha tenido su desarrollo adoptando estrategias en mercado muy significativas las cuales se indican por fechas representativas.

Tabla 3.1
Relación de las estrategias seguidas por la empresa 1999.2017

AÑO	ESTRATEGIA
1999	Buscando brindar mayores y mejores beneficios a los clientes, se crea el nuevo formato de negocio denominado MiniMarket en donde los puntos de venta manejan la modalidad de comercialización con autoservicio.
2002	Desarrollo del Servicio 24 horas, Surge la línea de atención al cliente, y se presentan nuevas actualizaciones en tecnología.
2003	Se crea el servicio de venta nacional, generando la facilidad para los clientes de comprar en el lugar donde se encuentren y entregarlo donde ellos necesiten. Se hace el desarrollo de navegabilidad en internet para los empleados. Y sale al aire la primera tienda virtual.
2004	Lanzamiento del portal web diseñado especialmente para los proveedores la droguería.
2006	Nace la estrategia CRM, con lo cual se pretende mantener una relación cercana con los clientes, obteniendo información que le permita hacer una continua reciprocidad en pro del mejoramiento de los servicios que se ofrece.

Continuación Tabla 3.1. Relación de las estrategias seguidas por la empresa 1999-2017

AÑO	ESTRATEGIA
2008	Se crea una Fundación, como respuesta al cumplimiento de uno de los principios cooperativos: La solidaridad, y con el gran objetivo de llegar a las poblaciones donde la distribuidora hace presencia y lograr impactar a las personas que más lo necesiten con sus programas de promoción social.
2009	Se crea el modelo de capacitación virtual debido a las distancias geográficas, esta herramienta se desarrolló para permitir que el personal realizara su inducción general y las capacitaciones que ofrece la cooperativa de manera virtual, sin necesidad de desplazamientos.
2010	Se logra la negociación y compra de 40 puntos de venta en el departamento de Antioquia, permitiendo el crecimiento horizontal de la distribuidora.
2011	Se establece el número único de teléfono en 100 ciudades, para facilidad de los clientes, se desarrolla este sistema de comunicación que permite ubicar el punto de venta más cercano de acuerdo con el lugar de donde se está realizando la llamada.
2014	Ventas empresariales; es un área creada para establecer convenios con fondos de empleados o empresas donde se le brinda a las personas pertenecientes a estos un descuento preferencial en el momento de la compra en la distribuidora.
2017	Para el año 2017 la distribuidora mantiene su visión de hacer presencia en todos los rincones del territorio nacional colombiano.

Fuente: Elaboración de los autores.

La dirección de organización de la empresa está ubicada en la capital del país de donde se hace gestión sobre cuatro centros de distribución llamados CEDI, que están ubicados en el norte del país, en el oriente, en el centro y en el sur.

La realización del caso de estudio se desarrolla en la sede sur del país, la cual atiende 131 puntos de venta tradicionales y 44 puntos de venta tipo Mini-Market, los cuales están ubicados geográficamente en cinco departamentos del sur del país.

La organización para su operación en todos los frentes utiliza un sistema integrado de gestión llamado SiiCop, el cual elabora las órdenes de compra a proveedores en forma automática e integral de acuerdo con las necesidades del CEDI.

3.2 DESCRIPCIÓN CADENA DE SUMINISTRO INTERNA

El flujo del proceso productivo de la cadena de suministro interna está conformado por cinco áreas que son: abastecimiento, recepción, almacenamiento, separación o picking y despachos. La cadena de suministro utiliza como método de gestión para su funcionamiento el sistema de manufactura Pull, en donde la demanda de los productos por parte de los puntos de venta (PDV) son los encargados de determinar los niveles de producción en cada periodo. La segunda herramienta que se utiliza en la cadena de suministro actual corresponde a la variable tiempo de Takt Time, aplicada la variable número de pedidos en cada pasillo o región. A continuación, se presenta la descripción de las áreas que conforman la cadena interna de suministro de la empresa distribuidora de medicamentos.

- **Abastecimiento:** en este proyecto la empresa objeto del estudio solicita a los investigadores no considerar este proceso. La poca información que se obtuvo de esta área corresponde a que las compras se encuentran centralizadas a nivel nacional en la sede del sur y allí se generan las órdenes de compra (OC) que cargan en el sistema operativo SiiCop.
- **Recepción de mercancías:** esta área es la encargada del recibo de las mercancías por compras regulares, de los recambios de productos, las transferencias entre centros de distribución.
- **Almacenamiento:** tiene como principal función garantizar siempre y en todo momento la existencia de los productos para atender la demanda de los puntos de venta. En esta área se tienen definidas cinco funciones fundamentales (surtir originales, surtir picking, recategorización de productos, revisión y ajuste de puntos de reorden y administración de los inventarios según su categoría. El área está conformada por siete Super- regiones y 19 regiones, para un total de 33 pasillos o regiones, donde se tienen ubicados los productos en las estanterías.
- **Separación o Picking:** la función principal de esta área es garantizar la correcta separación de cada una de las referencias que conforman los pedidos, esta área también se encuentra conformada por siete super-regiones y 19 regiones, para un total de 33 pasillos de estanterías con productos. Es conveniente mencionar que en cada

pasillo o región labora una sola persona y en las super-regiones laboran dos personas y se han fusionado dos pasillos de estanterías y su reporte de operación se hace a nombre de un pasillo o región.

- **Despachos:** en esta área se realizan dos subprocesos necesarios para ejecutar el proceso de despacho. El primer subproceso es agrupar los productos que salen de cada pasillo o región y consolidarlos para conformar cada pedido requerido por los clientes. El segundo subproceso es secuenciar las plataformas con los pedidos consolidados para realizar el cargue al vehículo para su despacho a los puntos de venta.

El proceso de identificación y medición de los datos del desempeño de la operación de la cadena de suministro, se realizó durante cinco (5) meses desde octubre hasta febrero del siguiente año. El equipo de investigación descarta los datos del mes de diciembre debido a que al observarlos se aprecian valores muy atípicos y por fuera de los estándares.

En la data de cada día se maneja un máximo de 125 pedidos, en donde cada uno tiene aproximadamente 487 referencias, es decir cada día se pueden llegar a separar 60.800 referencias.

Debido a que el número de las referencias procesadas diariamente es muy grande, la empresa distribuidora de medicamentos viene utilizando como unidad de trabajo o variable conductora del proceso, la nivelación del número de pedidos para realizar la operación en la cadena de suministro.

En la empresa distribuidora de medicamentos la forma de captura de los datos es digital mediante el uso de scanner; lo cual da una alta confiabilidad a la metodología, a los informes y a los resultados que se obtienen, ya que son el producto de la organización y clasificación bajo parámetros específicos como (Tiempo de ciclo de cada referencia, número de pedidos separados cada día, número de pedidos separados por cada región, tiempo de separación diaria en cada región, tiempo total de separación cada día).

3.3 SELECCIÓN DEL ÁREA A TRABAJAR

En la selección del área a trabajar los investigadores del proyecto consideran la información que se tiene sobre la cadena interna de suministro, dando especial atención a uno de los eslabones más importantes de la cadena, al área de separación o Picking, la cual presenta un 42% de inconsistencias (descuentos y faltantes) registradas en los informes estadísticos que la organización gestiona a través de la herramienta tecnológica Peticiones, Quejas, Sugerencias Reclamos (PQRS).

En el área de separación o Picking, se realiza la actividad de separar productos para conformar un pedido requerido por el punto de venta. La mencionada actividad puede llevarse a cabo en casi cualquier tipo de almacén y se produce siempre que se necesite juntar paquetes, piezas, productos o materiales, los que una vez reunidos se consolidan y se procede a su traslado o envío.

El picking y la manipulación de productos unitarios están conectados con el ciclo de reposición de existencias y con el proceso de envío de pedidos preparados.

Esta actividad puede llevarse a cabo de muchas maneras: desde la más sencilla, en la que un operario recorre la instalación recopilando las unidades, a las más sofisticadas que se basa en un sistema completamente automatizado con preparación mecanizada. Cada uno de estos métodos es ideal para una o más aplicaciones pero, tiene ciertas limitaciones, ya que en ocasiones las instalaciones están formadas por zonas o almacenes, que se interrelacionan unos con otros. Se pueden encontrar casos en los que se administran áreas con estantería convencional, un silo automatizado con transelevadores, un carrusel horizontal y automatizado etc. (Mecalux S.A., 2011).

Para entender el impacto financiero de esta actividad en un almacén, basta decir que, en una instalación mal proyectada, los costos del picking pueden superar los costos de utilización.

3.4 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

El proyecto se gestiona en una empresa distribuidora de medicamentos que cuenta con sedes en diferentes regiones del país. La organización tiene dimensionado un sistema de medición y control de los procesos de la cadena de suministro interna sensible para ser mejorado, debido al número de inconsistencias que se presentan, el valor de estas y los resultados de los indicadores de eficiencia.

Las inconsistencias asignables al proceso de separación o picking, causan mayores tiempos de ciclo, realización de horas extras, atrasos en los despachos y generación de pedidos incompletos.

3.5 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de mejora de los tiempos de ciclo en el proceso de separación, mediante el uso de las herramientas Lean Logistic, que permitan optimizar el desempeño de la cadena de suministro interna, tiempos de entrega más cortos, aumento en la capacidad de separación y disponibilidad horas/hombre

3.5.1 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de la cadena de suministro interna de la empresa distribuidora de medicamentos, con sede en el sur del país.
- Analizar el proceso de separación, con base en las métricas, las causas, frecuencias y necesidades de mejoramiento, en un contexto relacional de estándares de desempeño, situación actual y mapeo de los flujos de valor de la CSM.
- Proponer un modelo de mejoramiento de los tiempos de ciclo en el proceso de separación basado en la metodología Lean Logistic, orientado a disminuir: las horas extras, los pedidos incompletos y los atrasos en los despachos.

3.6 METODOLOGÍA

El proyecto emplea la metodología de investigación de tipo Descriptiva, donde se reseñan las características o rasgos actuales de la cadena de suministro de la empresa distribuidora de medicamentos de la sede sur del país. Se usa la metodología DMAIC pasando por sus cinco etapas como herramienta para el desarrollo de la investigación.

3.6.1 Etapa 1. Definir

Para diagnosticar el estado actual de los procesos internos de la empresa distribuidora de medicamentos regional sur, se utiliza la herramienta VSM (Value Stream Mapping), que permite identificar el estado actual de la operación de la cadena de suministro al interior de la organización; en paralelo a esta actividad, se identifican oportunidades, buscando la priorización y definición de proyectos con metas y alcances.

- En la aplicación de esta etapa se conoce la frecuencia de compra de los clientes y se hace la clasificación de las inconsistencias. En esta primera etapa de recolección de información, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:
 - La concepción de la cadena de abastecimiento de medicamentos desde el punto de vista de la operación.
 - El objetivo estratégico de la operación.
 - Eslabones que integran la cadena de abastecimiento de la empresa distribuidora de medicamentos regional sur.
 - Registro documental de las diferentes actividades desarrolladas en cada uno de los procesos o eslabones que permitan visibilizar las prácticas o métodos de trabajo aplicados en la actualidad.

En consecuencia, a lo anterior, se hace necesario la utilización de instrumentos como, entrevistas, encuestas, estadísticas de la operación actual, utilizando la data conocida entre otras, que permitan el procesamiento y la interpretación de la información para la construcción del diagnóstico inicial. Los resultados esperados en esta etapa son:

- Identificación y definición del modelo a desarrollar.
- Diagnóstico de los procesos de la cadena de suministros de la empresa distribuidora de medicamentos regional sur.
- VSM del estado actual.
- La frecuencia de compra de los puntos de ventas (Takt Time).

3.6.2 Etapa 2. Medir

En la segunda fase de la metodología, se hace el levantamiento de la información que permite medir los parámetros de la operación de los procesos definidos por la empresa a intervenir. Los resultados esperados son:

- Clasificar los datos de forma que permitan medir y mostrar la variable conductora del proceso.
- Establecer las métricas que permitan realizar el monitoreo a la gestión de la operación logística y la gestión operativa de manufactura.

3.6.3 Etapa 3. Analizar

De acuerdo con el monitoreo y los datos recopilados realizados en la fase anterior, se procede a analizar la información identificando las oportunidades de mejora y estableciendo las mejores prácticas para el desarrollo de la propuesta de un modelo de mejoramiento. Para realizar el análisis, se utilizarán herramientas como, diagrama Ishikawa, diagrama de Pareto, gráficos de dispersión y clasificación ABC. Los resultados esperados:

- VSM actual de la operación de los procesos analizados.
- Diagramas para determinar la capacidad de los procesos de la empresa.
- Estructura de la propuesta del modelo de mejoramiento basado en las herramientas Lean enfocado en el proceso logístico.

3.6.4 Etapa 4. Implementar

Se ejecutan las actividades de mejora propias de las herramientas Lean que apliquen al enfoque logístico adaptadas al contexto de la empresa, las cuales se evalúan según las oportunidades de mejora seleccionadas por la gerencia de Copservir región pacífico que requieran intervención.

3.6.5 Etapa 5. Controlar

Una vez implementada la metodología propuesta, se sugiere a la empresa distribuidora de medicamentos, tomar los controles necesarios para el sostenimiento en el tiempo, de acuerdo con los indicadores establecidos por la organización.

3.7 DESARROLLO DEL CASO EN PROCESO DE SEPARACIÓN

Para el desarrollo del caso, se busca plantear el modelo orientado a la mejora del servicio en una empresa distribuidora de medicamentos con el objetivo de minimizar las inconsistencias en el proceso de separación como (desperdicios mortales), así como la aplicación de herramientas y métodos de trabajo para lograr los objetivos específicos.

3.7.1 Etapa definir variables y herramientas a usar

En esta primera etapa se identifican los datos necesarios para la elaboración del VSM inicial, el cálculo de la frecuencia de compra del cliente (Takt Time), el diagrama de Ishikawa y el proceso cuello de botella con su respectiva capacidad. Con ellas se pueden determinar las oportunidades de mejora para alcanzar el objetivo propuesto. Las actividades que se desarrollan para identificar la situación actual de la empresa distribuidora de medicamentos, abarca cinco (5) fuentes de información las cuales se describen secuencialmente.

- En la primera fuente de información se reciben datos generales de la distribuidora de medicamentos por parte de la gerencia y de los miembros del grupo primario de dirección. La información involucra políticas, estrategias, planes de mercadeo y servicios a los clientes y objetivos organizacionales.
- En la segunda fuente de información se obtienen los datos mediante visitas y conversación en los puestos de trabajo con los directos responsables de los pasos del proceso, ya que ellos son quienes conocen de primera mano la operación, sus características, ventajas y dificultades.
- La tercera fuente de información la proporciona el seguimiento a los indicadores de la empresa ya que según Eckerson (2009), son una de las herramientas poderosas para el cambio organizacional porque permiten alinear el desempeño con la estrategia de la empresa.
- La cuarta fuente de información se obtiene del seguimiento a los datos a través de la herramienta PQRS.
- La quinta fuente de información son los datos mensuales que suministra la plataforma operativa llamada SiiCop.

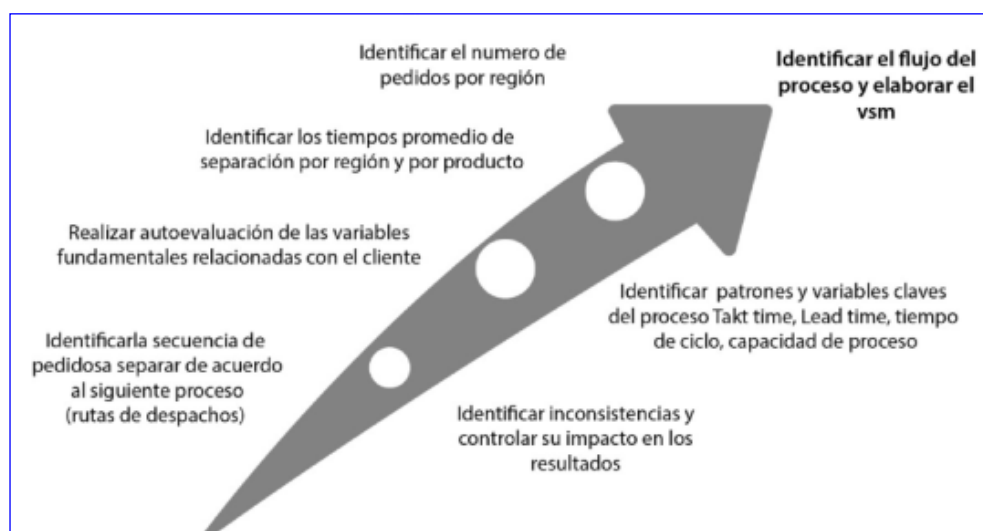
La investigación es de tipo descriptiva, planteando lo más relevante y cercano a la realidad, se identifican los recursos disponibles para la ejecución del proyecto en pilares como (el recurso humano, los equipos, las herramientas, las etapas de servicio, las fuentes y flujo de información, los datos y los documentos), a continuación se describen cada uno de ellos:

El recurso humano a participar en el estudio, está conformado por el equipo de investigación, los empleados involucrados en los procesos y la jefatura de una de las etapas de la cadena interna de suministro.

- i. Los equipos utilizados en el estudio fueron: la plataforma informativa y operativa llamada SiiCop y los componentes del sistema Voice Picking (Internet inalámbrico, datafonos, diademas, scanner, micrófono, computadoras e impresoras).
- ii. Las herramientas que se usaron en esta primera etapa para identificar la situación actual o diagnosticar, fueron el mapa de flujo de valor (VSM) Value Stream Map, el diagrama de Pareto, el diagrama de Ishikawa, las tablas de recolección de datos y su organización y los histogramas.
- iii. Las etapas de la cadena de suministro interna CSI, consideradas para el estudio fueron el proceso de recepción, almacenamiento, separación y despachos.
- iv. Las fuentes de datos y documentos que se utilizaron fueron los informes elaborados por el sistema operativo SiiCop, de los cuales se tomaron para el estudio: el informe mensual de actividades y operaciones diarias, el informe de reclamos e inconsistencias, el informe de productividad, el informe de nivel de desperdicios, las tablas y gráficas de las variables fundamentales de servicio seleccionadas y elaboradas por el equipo de investigación del proyecto.
- v. El flujo del proceso y la información facilita el diagnóstico de la situación actual de la cadena de suministro interna y permite que se utilice como guía para la toma de decisiones futuras. Definir una organización o unas áreas de la misma es identificar el presente de la organización y sus variables fundamentales.

Las actividades y variables de la etapa se presentan a continuación (Figura 3.1).

Figura 3.1.
Definir Identificación de variables



Fuente: Elaboración propia.

Los pasos a seguir para identificar la situación de la cadena de suministro interna en la empresa distribuidora de medicamentos son:

Paso 1. Tal como lo mencionan los autores Rajadell Carreras y Sánchez García (2010), la identificación de actividades que agregan valor y las que no agregan son más fáciles de entender cuando se usan herramientas como el mapa de flujo de valor y las variables que manejan la herramienta como el Takt Time, el Lead Time.

Paso 2. Calcular la frecuencia de compra del cliente, los tiempos de ciclo, el Tiempo de Lead Time y elaborar el VSM de la cadena de suministro interna, que profile la situación actual, mediante la identificación de los procesos, sus variables y las actividades para el funcionamiento (recurso humano, procesos, variables, inventarios y pronósticos, registro de inconsistencias).

- **Takt Time.** La primera variable que se calcula, es la frecuencia de compra del cliente, la cual se conoce como el Takt Time. La ecuación que se utiliza para calcular es la siguiente:

$$\text{Takt time} = (\text{Tiempo disponible diario}) / (\text{Demanda diaria requerida})$$

El cálculo del tiempo disponible en la variable Takt Time se obtiene del cálculo del tiempo de jornada diaria menos los tiempos de paradas programadas como (tiempo de almuerzo, tiempo de pausa activa y tiempos de mantenimiento). La demanda diaria requerida, es el cociente del valor de la demanda mensual entre el número de días hábiles laborados en la organización. Los valores para el cálculo de variable se encuentran en la etapa medir (Tabla 3.6), en ella se describe con mayor detalle las variables. Mapa de flujo de Valor (VSM).

- **El VSM.** Es un modelo gráfico que muestra en cada paso el flujo de materiales y de información desde el proveedor hasta el cliente y representa de manera sencilla, todas las actividades del proceso identificando la cadena de valor, detectando globalmente en dónde se producen los mayores desperdicios. (Hernández y Vizán, 2013)

La representación del VSM sigue reglas y utiliza unos símbolos concretos que permiten acompañar cada operación con los datos relevantes del proceso (Cuatrecasas-Arbós, 2010).

En la elaboración del VSM se identifica la secuencia de los procesos o servicios, se identifica la demanda real del cliente (Takt Time), identifica el tiempo de ciclo de cada proceso (TC); este se define como el tiempo promedio entre la producción de dos unidades consecutivas. El tiempo de entrega (Lead Time, LT), se define como el tiempo que tarda la actividad desde que es solicitada hasta que es procesada y entregada. El tiempo de cambio de pedido (TCP), se define como el tiempo promedio de espera de producción para cambiar de una referencia a otra referencia. El número de personas en cada proceso (NP). El inventario entre procesos (WIP), se define como la cantidad de unidades en inventario que hay delante y detrás de cada proceso. El tiempo disponible (TD), para el VSM se define como el tiempo de trabajo disponible durante la jornada de trabajo restando todos los tiempos de paradas programadas más el índice de ausentismos. Todo se expresa en porcentaje: la capacidad del sistema, el proceso cuello de botella, la frecuencia y cantidad de pedidos y los pronósticos de demanda del cliente.

Los valores de los parámetros mencionados se encuentran en la etapa medir en las tablas 3.6 Takt Time y la tabla 3.7 valores y parámetros de la cadena de suministro interna, y se representan en el mapa de flujo de valor en la Figura 3.7.

- **Lead time (LT).** El lead time se conoce como el tiempo de entrega del producto o servicio que se está vendiendo. El cálculo de la variable se obtiene de la suma de los tiempos de ciclo (TC) de cada uno de los procesos más (+) el cociente del tiempo de alistamiento (TCP) en cada proceso entre el lote económico del producto (EOQ), más (+) los tiempos de espera (Te) en cada uno de los procesos. En la tabla 3.7 valores y parámetros de la cadena de suministro interna se encuentran los datos del Lead Time para cada proceso y el valor del Lead Time total del sistema o célula de manufactura, cuyo fórmula se puede representar de la siguiente manera:

$$LT = TC + \frac{TCP}{EOQ} + Te$$

- **Capacidad del recurso humano y del sistema.** El sistema operativo planifica las actividades considerando una jornada laboral de 7 am a 11:30 am y de 1:00 a 5 pm, (1 turno), es decir los colaboradores están en las instalaciones 10 horas diarias.

El uso del tiempo laboral en diferentes actividades y el tiempo neto disponible para uso en la actividad de separación, se presenta en la tabla 3.1, donde también se puede observar que el tiempo neto por operador cada día es de 6,21 horas.

Tabla 3.2.
Tiempo neto de operación

Detalle de tiempo usado por operador			
Actividades externas (prealistamiento) y otros	Tiempo minutos	Actividades internas propias del proceso	Tiempo minutos
Movimiento de originales a Picking 3 veces al día (16 min)	48	1 Recepción de pedidos en el Voice Picking	373
Movimiento de recepción a picking una vez al día	24	2 Desplazamiento de carro con canastillas o corrugados	
Surtido de transferencias una vez al día	16	3 Separar	
Caida de señal y demora impresora	14	4 Ubicar en canastilla	
Almuerzo	90	5 Rotular	
Refrigerio 2 veces al día	20		
Pausa activa 2 veces al día	15	Total minutos en operación	373
Total minutos en pre-alistamiento	227	Total horas en operación	6,21
Total horas en Pre.	3.79	Total interno + externo	10 horas

Fuente: Elaboración propia.

- **Registro de Inconsistencias (PQRS).** En la revisión de la matriz de PQRS, se identifican las principales causas de las inconsistencias, siendo las más relevantes : mercancía con golpes o averías, descuentos mal aplicados y faltantes en pedidos. Estas causas son las que impactan el problema denominado “Atraso en los despachos por causa del alistamiento o picking”. La información de las inconsistencias, se encuentra detallada en la etapa medir, la figura 3.9 presenta el Pareto de las inconsistencias de un periodo de cuatro meses recibidas y tramitadas en la organización.

3.7.2 Etapa medir clasificación de datos

En esta etapa del proyecto el equipo investigador se enfoca en observar, revisar y validar la forma como la organización realiza la toma y recolección de datos, se observan los resultados y se evalúa el rendimiento de la cadena de suministro. Se identifica el proceso cuello de botella (Proceso de Separación o Picking) utilizando información como los tiempos de ciclo, el número de personas por proceso, el porcentaje de tiempo disponible, las horas diarias de labor y la capacidad de cada proceso; para los cálculos se considera que la empresa labora un turno por día de 10 horas.

En esta etapa también se conoce con más detalles la situación de las métricas que facilitan el monitoreo de la gestión de la operación logística durante un periodo de 12 meses, seguimiento que se hace iniciando en el mes de octubre del 2018 hasta el mes de octubre del 2019. La evaluación de todo este periodo muestra que el comportamiento del número de pedidos a separar cada mes es muy similar, también muestra que los tiempos de separación de esos pedidos no están balanceados. En las siguientes tablas: tabla 3.2 del mes de noviembre del 2018 (216 MB), en la tabla 3.3 del mes de octubre del 2018 (179 MB), en la tabla 3.4 del mes de enero y en la tabla Número 3.5 del mes de octubre del 2019 (203 MB), se presentan la data de los meses más representativos, es decir se tienen datos de un año y se hace la evaluación a cuatro meses que son significativos en la organización.

Los datos de medición del mes de noviembre 2018 (216 MB (Tabla 3.2)), se organizaron bajo las variables que el equipo investigador determinó monitorear (número de pedidos separados por región, tiempo de separación por región, cantidad de referencias separadas por región, tiempo de ciclo para cada referencia).

Tabla 3.3:

Data del mes de noviembre 2018 (216 MB)

Número de pedido	Fecha	Usuario	Región	Referencia	Cantidad separada	Ubicación	Fecha inicial	Fecha final	Tiempo de ciclo por producto separado
252232	02/11/2018	1115077721	1	99421	1	3010000105	7:25:11	7:25:38	0:00:27
252232	02/11/2018	1115077721	1	50512	1	3010000303	7:25:37	7:25:47	0:00:10
252232	02/11/2018	1115077721	1	122834	5	3010000401	7:25:48	7:26:17	0:00:29
252232	02/11/2018	1115077721	1	111074	3	3010000806	7:26:18	7:26:31	0:00:13
252232	02/11/2018	1115077721	1	120776	2	3010001003	7:26:31	7:26:40	0:00:09
252232	02/11/2018	1115077721	1	17989	12	3010010503	7:26:40	7:26:51	0:00:11
252232	02/11/2018	1115077721	1	41442	2	3010020102	7:26:50	7:27:04	0:00:14
252232	02/11/2018	1115077721	1	120719	5	3010020202	7:27:04	7:27:25	0:00:21
252232	02/11/2018	1115077721	1	110533	2	3010030602	7:27:25	7:27:43	0:00:18
252232	02/11/2018	1115077721	1	118210	4	3010070601	7:27:43	7:28:13	0:00:30
252232	02/11/2018	1115077721	1	92956	1	3010100401	7:28:13	7:28:30	0:00:17
252232	02/11/2018	1115077721	1	29509	1	3010120101	7:28:30	7:28:40	0:00:10
252232	02/11/2018	1115077721	1	84545	2	3010120402	7:28:40	7:28:57	0:00:17
252232	02/11/2018	1115077721	1	117247	1	3010120602	7:28:57	7:29:08	0:00:11
252232	02/11/2018	1115077721	1	111009	7	3010140402	7:29:08	7:29:27	0:00:19
252232	02/11/2018	1115077721	1	115832	1	3010160403	7:29:27	7:29:36	0:00:09
252232	02/11/2018	1115077721	1	95647	1	3010170502	7:29:36	7:29:58	0:00:22
252232	02/11/2018	1115077721	1	117583	2	3020070403	7:29:58	7:30:07	0:00:09
252232	02/11/2018	1115077721	1	121337	1	3020090102	7:30:07	7:32:15	0:02:08
252232	02/11/2018	1115077721	1	115930	2	3020090103	7:32:15	7:33:24	0:01:09
252232	02/11/2018	1115077721	1	40856	1	3020090501	7:33:24	7:33:36	0:00:12
252232	02/11/2018	1115077721	1	16062	1	3020120402	7:33:36	7:33:44	0:00:08
252232	02/11/2018	1115077721	1	98289	2	3010000303	7:33:44	7:34:00	0:00:16
252232	02/11/2018	1115077721	1	122178	1	3010000303	7:34:00	7:34:24	0:00:24

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de medición del mes de octubre 2018 (179 MB (Tabla 3.3), se organizaron bajo las variables que el equipo investigador determinó monitorear (número de pedidos separados por región, tiempo de separación por región, cantidad de referencias separadas por región, tiempo de ciclo para cada referencia).

Tabla 3.4.

Data del mes de octubre 2018 (179 MB)

Número de pedido	Fecha	Usuario	Región	Referencia	Cantidad separada	Ubicación	Hora inicial	Hora final	Tiempo de ciclo por producto separado
40101	26/10/2018	6405854	1	115498	93	3010000402	7:42:00	7:43:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	16345	0	3010000604	7:50:00	7:52:00	0:02:00
40101	26/10/2018	6405854	1	16354	168	3010030603	9:05:00	9:05:00	0:00:00
40101	26/10/2018	6405854	1	17989	470	3010010503	8:24:00	8:25:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	17999	642	3010010301	8:21:00	8:22:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	18010	496	3010030401	9:01:00	9:02:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	22021	153	3010001001	8:05:00	8:06:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	22038	50	3010000504	7:48:00	7:49:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	24892	0	3010010603	8:25:00	8:25:00	0:00:00
40101	26/10/2018	6405854	1	24898	36	3010030601	9:04:00	9:05:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	26673	10	3010000902	8:01:00	8:01:00	0:00:00
40101	26/10/2018	6405854	1	27472	15	3010050202	9:14:00	9:14:00	0:00:00
40101	26/10/2018	6405854	1	27600	60	3010040302	9:11:00	9:12:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	27603	0	3010050602	9:16:00	9:16:00	0:00:00
40101	26/10/2018	6405854	1	28293	0	3010030501	9:03:00	9:04:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	28585	23	3010040401	9:12:00	9:12:00	0:00:00
40101	26/10/2018	6405854	1	30377	65	3010000704	7:54:00	7:55:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	32130	21	3010060101	9:16:00	9:17:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	32733	0	3010020101	8:25:00	8:26:00	0:01:00
40101	26/10/2018	6405854	1	33801	9	3010000104	7:29:00	7:31:00	0:02:00
40101	26/10/2018	6405854	1	33218	18	3010000501	7:45:00	7:46:00	0:01:00

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de medición del mes de enero 2019 (216 MB), tabla 3.4, se organizaron bajo las variables que el equipo investigador determinó monitorear (número de pedidos separados por región, tiempo de separación por región, cantidad de referencias separadas por región, tiempo de ciclo para cada referencia).

Tabla 3.5.
Data de medición del mes de enero 2019

Día del mes	Cantidad de número de pedidos separados por día	Tiempo diario real para realizar los pedidos	# Operarios	Cantidad separada en unidades físicas	Capacidad o tiempo disponible en el día (horas)	Porcentaje utilización por día del tiempo disponible
2/01/2019	125	257:08:39	37	99.920	229,77	111,85%
3/01/2019	89	207:51:52	36	90.886	223,56	92,59%
4/01/2019	102	208:59:39	39	85.951	242,19	85,88%
5/01/2019	74	95:52:25	36	42.613	223,56	42,49%
8/01/2019	100	117:46:22	34	51.955	211,14	55,41%
9/01/2019	87	143:00:01	37	79.670	229,77	62,24%
10/01/2019	83	116:22:39	37	41.862	229,77	50,49%
11/01/2019	95	177:14:05	36	88.251	223,56	52,33%
12/01/2019	36	82:02:18	34	40.739	211,14	38,84%
14/01/2019	94	163:41:27	35	80.019	217,35	74,99%
15/01/2019	90	125:56:49	34	82.562	211,14	59,20%
16/01/2019	103	130:09:28	33	61.034	204,93	63,44%
17/01/2019	89	163:29:48	36	79.028	223,56	72,91%
18/01/2019	100	134:24:51	33	57.543	204,93	65,39%
19/01/2019	41	57:52:38	33	22.337	204,93	27,81%
21/01/2019	91	127:04:06	36	48.824	223,56	56,81%
22/01/2019	92	190:40:32	36	83.012	223,56	84,99%
23/01/2019	97	178:50:04	37	76.593	229,77	77,47%
24/01/2019	98	111:38:02	37	44.942	229,77	48,31%
25/01/2019	112	120:47:14	34	784.129	211,14	56,83%
26/01/2019	78	95:23:23	35	44.714	217,35	43,71%
28/01/2019	99	172:50:16	35	67.697	217,35	79,14%
29/01/2019	85	136:07:54	35	57.463	217,35	62,57%
30/01/2019	94	152:56:12	37	67.220	229,77	66,15%
31/01/2019	91	189:33:04	35	114.397	217,35	66,96%
Total general	2245	3657:43:48		2.393.361	5.508,27	79,88%
Máximo	125		39	95.734		
Mínimo	36		33			
Promedio	90		35			
Unidad	# pedidos		# operarios			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.6.

Data de medición del mes de octubre 2019 (203 MB)

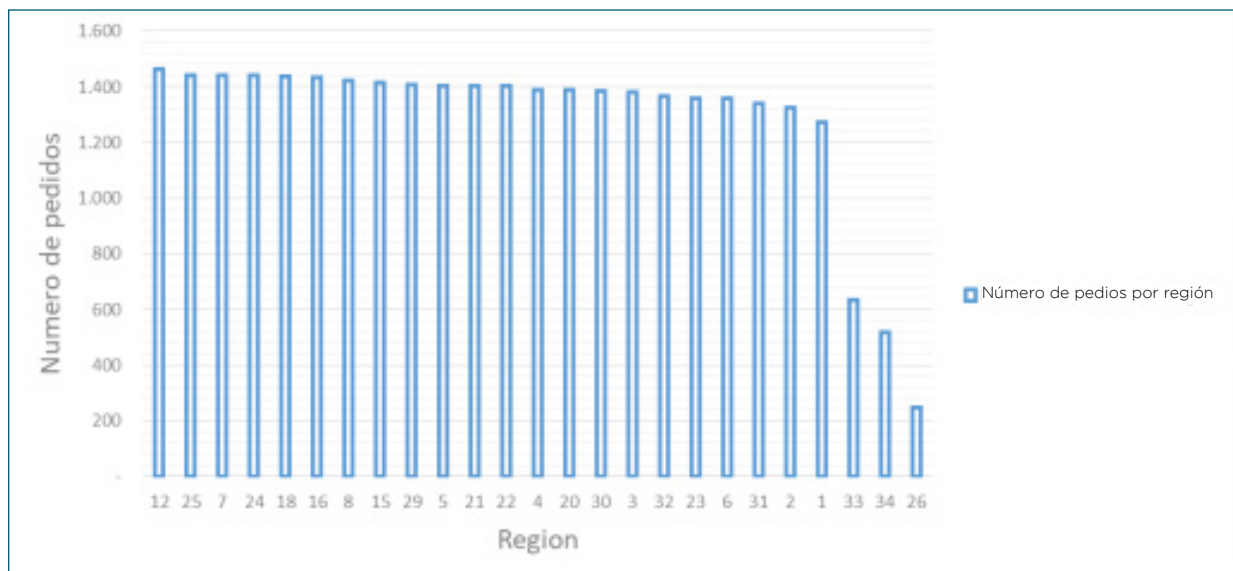
DATOS DE ENTRADA						DATOS DE SALIDA
Número de pedido	Fecha	Usuario	Región	Referencia	Cantidad separada	Promedio de tiempo Referencia separada
276534	15/10/2019		1	27296	2	0:00:17
276534	15/10/2019		1	27542	1	0:00:12
276534	15/10/2019		1	27570	1	0:00:10
276534	15/10/2019		1	28293	35	0:00:13
276534	15/10/2019		1	42749	1	0:00:13
276534	15/10/2019		1	65443	2	0:00:15
276534	15/10/2019		1	119451	1	0:00:29
276534	15/10/2019		1	114658	1	0:00:16
276534	15/10/2019		1	121852	1	0:00:10
276534	15/10/2019		1	121862	1	0:00:12
276534	15/10/2019		1	122908	2	0:00:30
276534	15/10/2019		1	127733	6	0:04:00
276534	15/10/2019		2	17982	12	0:00:20
276534	15/10/2019		2	31185	1	0:00:16
276534	15/10/2019		2	40386	12	0:00:23
276534	15/10/2019		2	47414	1	0:00:14
276534	15/10/2019		2	105681	1	0:00:28
276534	15/10/2019		2	114660	1	0:00:17
276534	15/10/2019		2	119321	1	0:00:23

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de las tablas presentadas se organizan bajo las variables que el equipo investigador determinó monitorear (número de pedidos separados por región, tiempo de separación por región, cantidad de referencias separadas por región, tiempo de ciclo para cada referencia), en donde se aprecia que casi todas las regiones separan un número similar de pedidos, independientemente del nivel de producción de cada mes, es repetitivo que las regiones están equilibradas en el número de pedidos separados.

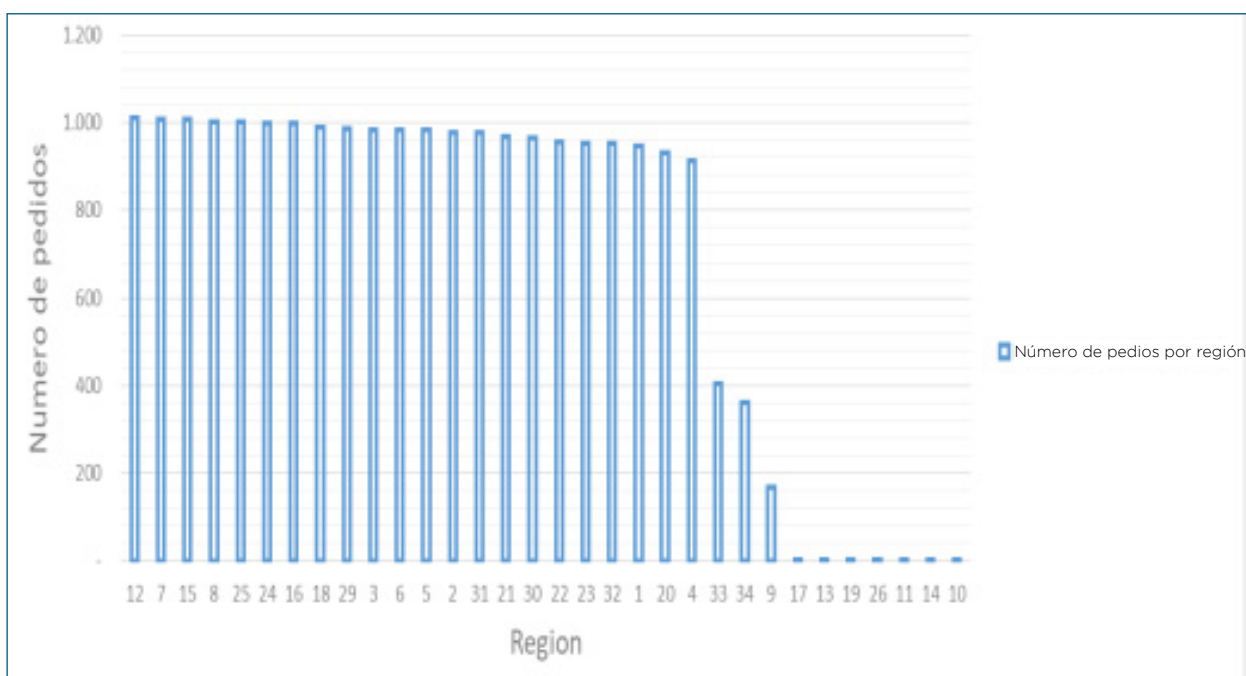
Las figuras 3.2 y 3.3 se elaboran filtrando por la variable “número de pedidos” separados mensualmente por cada región. Las figuras corresponden a los meses de octubre 2018 y noviembre del 2018, en ellas se observa que el comportamiento de la variable presenta la misma tendencia.

Figura 3.2,
Número pedidos mes de octubre 2018 por región



Fuente: Elaboración propia.

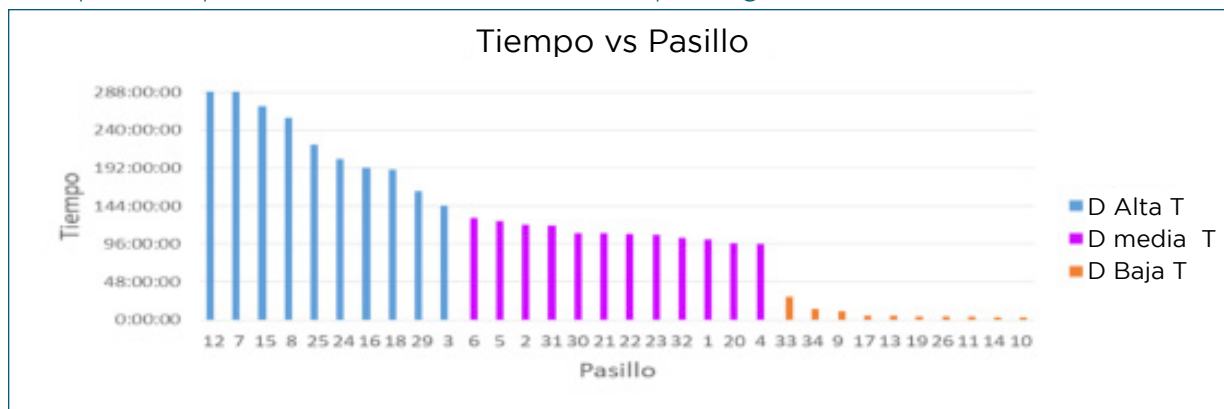
Figura 3.3.
Número pedidos mes de noviembre del 2018 por región



Fuente: Elaboración propia.

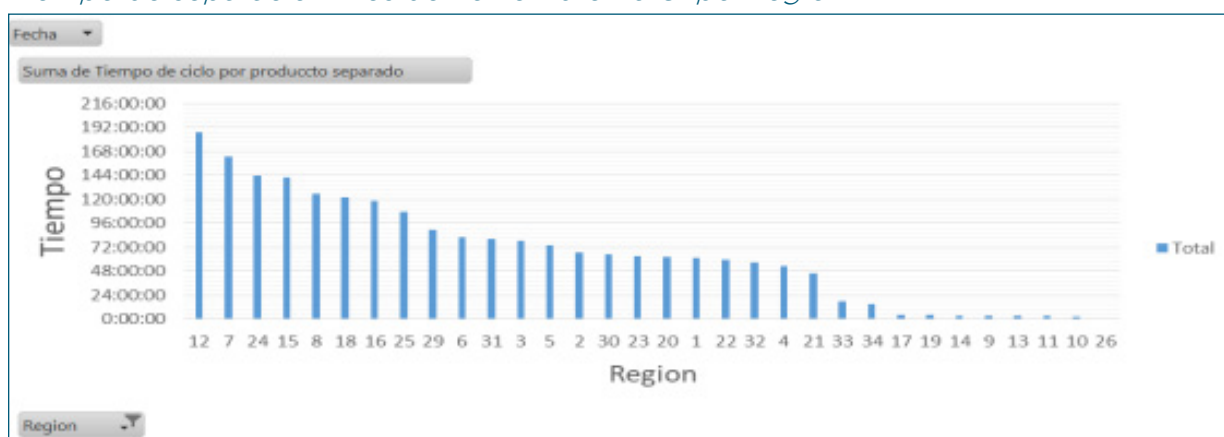
La figura 3.4 tiempo de separación mes de octubre 2018 por región y la figura 3.5, tiempo de separación mes de noviembre del mismo año por región, presentan los datos de la variable “tiempo de separación” mensual de los pedidos en cada una de las regiones. En la figura 3.6 tiempo de separación diario por región, presenta el dato de la variable “tiempo de separación” en un día. En las tres figuras se aprecia que el comportamiento de la variable tiempo de separación maneja la misma tendencia.

Figura 3.4.
Tiempo de separación mes de octubre 2018 por región



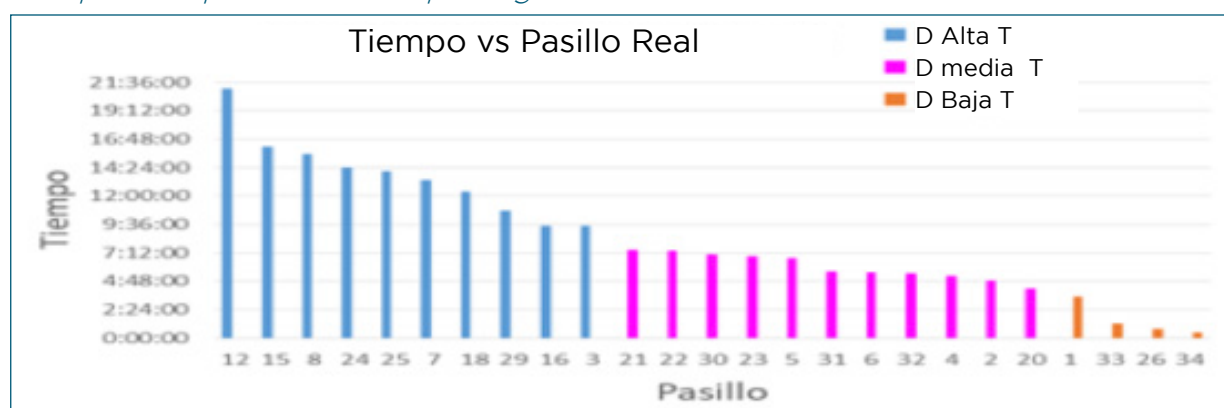
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.5.
Tiempo de separación mes de noviembre 2018 por región



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.6.
Tiempo de separación diario por región



Fuente: Elaboración propia.

El equipo investigador del proyecto recolecta la información de las etapas del proceso en la cadena de suministro interna, elabora tablas de resumen de datos y calcula las variables necesarias para la elaboración del VSM.

Nota: se presentan los datos de los tiempos de las actividades consideradas para obtener el tiempo disponible en la organización para atender los pedidos, siendo este igual a 152 minutos por pedido (Tabla 3.6), a su vez se presenta la información para obtener la demanda diaria recibida. Esta información es utilizada para el cálculo del Takt Time.

Tabla 3.7.
Takt Time

Cálculo del Takt Time Tiempo paradas programadas en procesos cuello botella	
Desayuno	0,25 horas
Pausa activa (2 veces)	0,25 horas
Almuerzo	1,50 horas
Refrigerio	0,25 horas
Pre-alistamiento	1,00 horas
TOTAL	3,25 horas
Jornada laboral diaria	10 horas
Nº de turnos por día	1 turno
Personas prom día	35 personas
Días habiles mes	25 días
Demanda pedidos prom mes	2.326
Demanda pedidos prom día	93
Tiempo disponible h	$(10 \text{ h} / t = 3,25 \text{ h/t}) = 6,75 \text{ h/turno}$
Tiempo disponible m	$6,75 \text{ h} \times 60 = 405 \text{ minuto}$
Tiempo disponible total	$405 \text{ m} \times 35 \text{ personas} = 14.175 \text{ m/d}$
Demanda diaria	$(2.326 / 25) = 93 \text{ pedidos día}$
Takt Time	Tiempo disponible total / demanda día
Takt Time	$(14.175 \text{ m/d} / (93 \text{ ped} / \text{ día})) = 152 \text{ min} / \text{ pedido}$

Fuente: Elaboración propia.

Se recopilan los valores de las variables consideradas en la construcción del mapa de flujo de valor de la cadena de suministro interna (Tabla 3.7) y se identifica una primera gran observación que es reconocer el proceso cuello de botella, el cual se identifica mediante el tiempo de proceso total (TPT) más alto por pedido. Para este caso es el proceso de separación el que presenta el valor mayor. El tiempo de proceso total es igual a la suma del tiempo de ciclo más el de cambio de pedido por unidad. También muestra la capacidad interna del proceso cuyo valor es de 145 pedidos/día.

Tabla 3.8.

Valores y parámetros de cadena de suministro interna

Datos proceso recepción		Datos proceso almacenamiento	
Tiempo de ciclo	28 min/ped	Tiempo de ciclo	41 min/ped
Tiempo de cambio de pedido	2 min/ped	Tiempo de cambio de pedido	1,3 min/ped
Tiempo de proceso por ped	30 min/ped	Tiempo de proceso por ped	42,3 min/ped
Lead Time LT	3,61 horas	Lead Time LT	0,17 horas
Inventario proceso wip	42 pedidos	Inventario proceso wip	2 pedidos
Datos proceso separación		Datos proceso despacho	
Tiempo de ciclo	97 min/ped	Tiempo de ciclo	36
Tiempo de cambio de pedido	0,87 min/ped	Tiempo de cambio de pedido	5 min/ped
Tiempo de proceso por ped	97,8 min/ped	Tiempo de proceso por ped	41 min/ped
Lead Time LT	0,34 horas	Lead Time LT	0,17 horas
Inventario proceso wip	4 pedidos	Inventario proceso wip	2 pedidos
Parámetros de la operación		Parámetros en proceso cuello de botella	
Prom pronóstico mes	2.326 pedidos	Tiempo ciclo en proceso cuello de botella 97 + 0,8 = 97,8 min / ped	
Histórico max pedidos	125 ped/día	Tiempo disponible en separación	405 min / pers
Tiempo ciclo total	3,36 horas	Número de personas	35 pers / día
Tiempo espera total LT	4,29 horas	Tiempo total disponible = 495 min / per x 35 per = 14.175 min / día	
% de aprovechamiento	78,30%		
Cálculo capacidad de la cadena de suministro interna			
Capacidad = (Tiempo disponible) / (Tiempo ciclo en proceso cuello botella) = (14.175) min/día/(97,8) min/ ped = 145 ped / día			

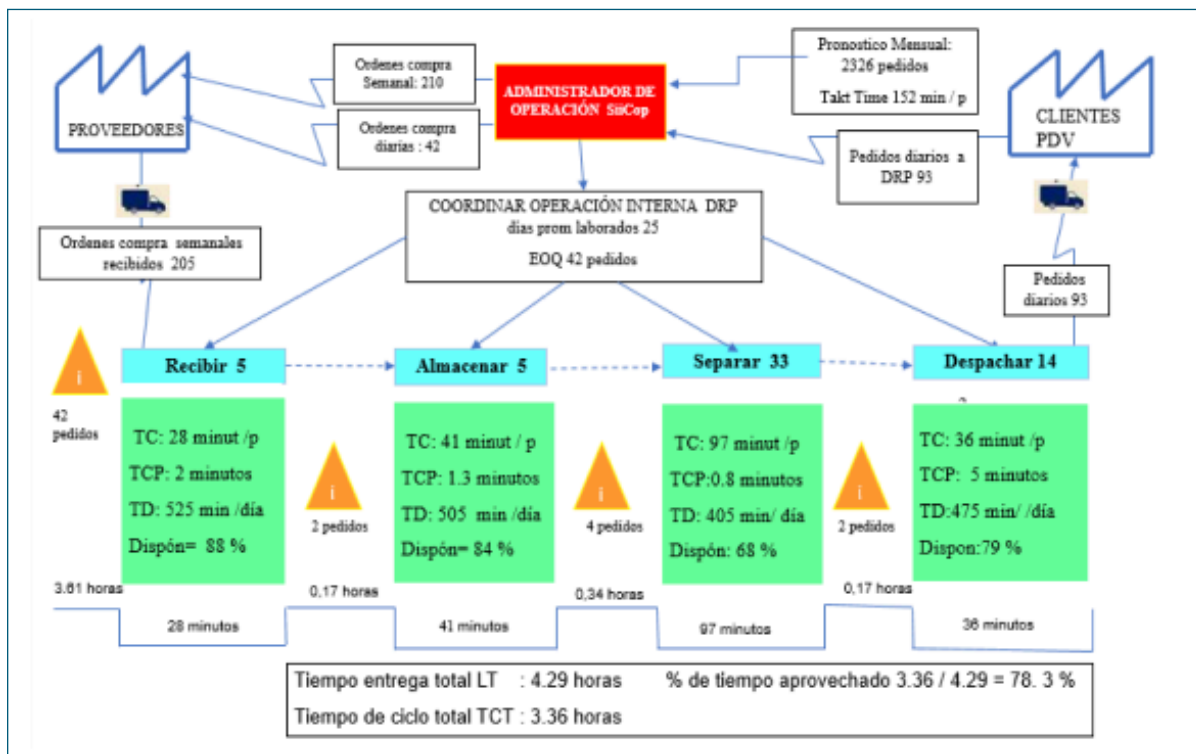
Fuente: Elaboración propia.

La identificación del tiempo de cambio por unidad se obtiene, tomando el tiempo de alistamiento y se divide por la cantidad económica a fabricar.

TPT = TC+ TCP, es importante mencionar que el proceso cuello de botella determina la capacidad de la cadena interna de suministro interna. También se puede indicar que el proceso de separación es el menos eficiente en la cadena de suministro y es allí donde se deben encontrar actividades que no agregan valor y que se deben revisar para mejorar la productividad del sistema.

El mapa de flujo de valor con los valores de las variables fundamentales del sistema se presenta en la figura 3.7, y se construyó con la información registrada en las tablas 3.2 y 3.3. Este mapa presenta información de proveedores, clientes y cadena de suministro.

Figura 3.7.
Mapa de flujo de valor



Fuente: Elaboración propia.

Las horas hombre que se utilizaron en el proceso de separación en un periodo de cuatro meses, se registraron en la tabla 3.4, donde se aprecian las horas hombre disponibles para realizar la actividad, la cifra promedio muestra una eficiencia del 62%, es decir se tiene un gran margen de mejoramiento y aprovechamiento del tiempo de operación.

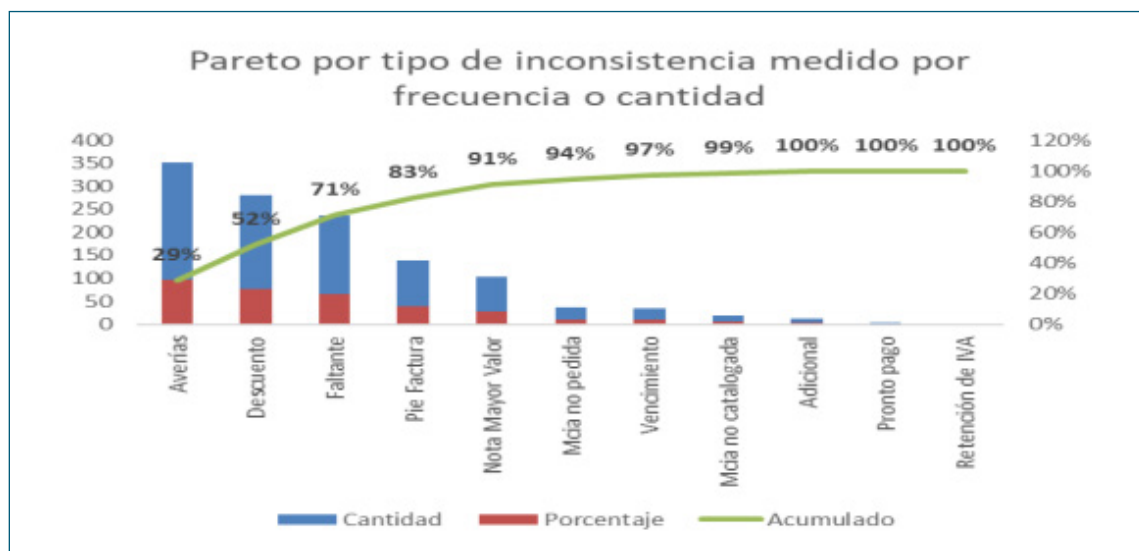
Tabla 3.9.
Tiempo disponible - Tiempo real empleado

MES	Cantidad de pedidos mensual	Tiempo REAL	Número de operarios PROMEDIO	Cantidad Referenciadas	Capacidad Tiempo disponible
Octubre	2057	33743:48:00	35	620.484	5613:24:00
Noviembre	1965	3019:52:35	36	557.776	5295:54:00
Enero	2245	3657:43:48	35	669.559	5632:27:00
Febrero	2081	3341:03:07	35	608.074	5010:09:00
Total	8288	13393:27:30	35	2.455.893	21555:54:00
CAPACIDAD					62%

Fuente: Elaboración propia.

El Pareto de las inconsistencias medido por la frecuencia o cantidad de reportes presentados se observa en la figura 3.8, en la cual se muestra que las averías, descuentos y faltantes representan el 71% de las inconsistencias, el área de separación causa el 42% representado en descuentos y faltantes.

Figura 3.8.
Pareto de Inconsistencias



Fuente: Elaboración propia.

3.7.3 Etapa de analisis de las mediciones y descubrimientos

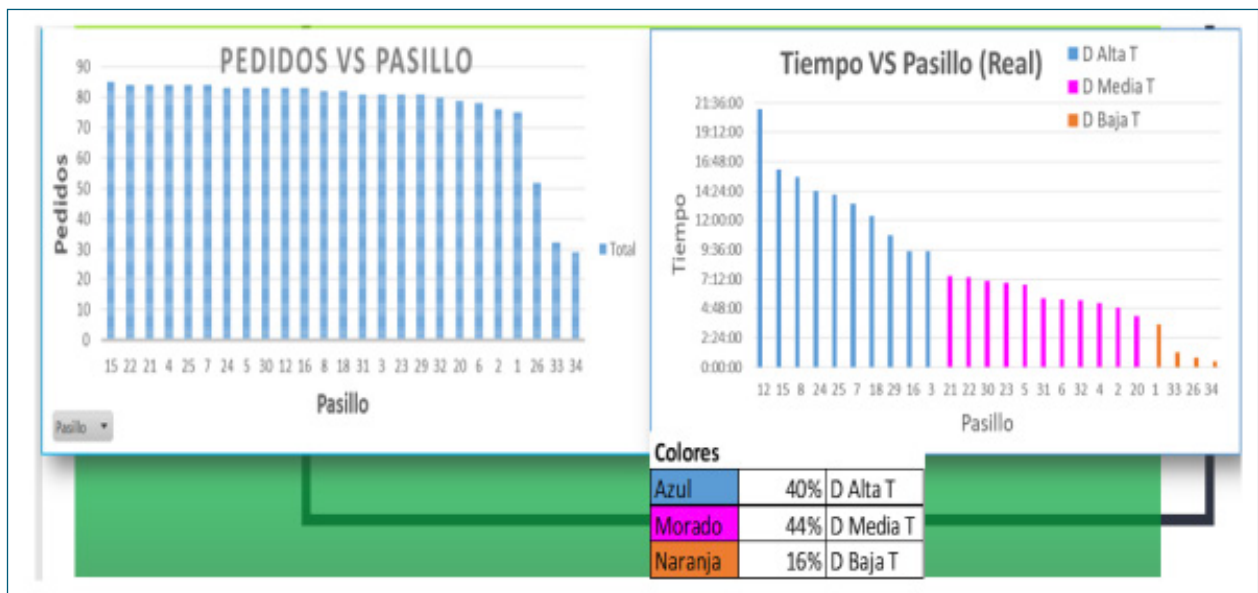
De acuerdo con el monitoreo y los datos recopilados durante un periodo de cuatro meses, el equipo investigador procedió a realizar un barrido analítico de cada una de las variables involucradas en el proyecto. Se organizaron diferentes tipos de gráficas con el objetivo de encontrar tendencias, rangos, correlaciones y aspectos relevantes del comportamiento de las mismas, buscando identificar las oportunidades de mejorar las prácticas, para el desarrollo de la propuesta de un modelo de mejoramiento que utilice las herramientas Lean Logistics. Las afirmaciones planteadas son las siguientes.

- La empresa tiene en sus objetivos estratégicos cumplir cada día con el 100% de los pedidos planeados a entregar a los puntos de venta (PDV).
- La operación de la cadena de suministro interna de la empresa está organizada de forma que casi todas las regiones (86%) o filas de estanterías con productos reciban casi el mismo número de solicitudes de pedidos todos los días a primera hora, tal como se

aprecia en el lado izquierdo de la figura 3.9 número de pedidos día y tiempos de separación día del mes de enero 2019 y 3.10 número de pedidos mes y tiempos de separación mes enero 2019, para lograr el mencionado objetivo la operación se desarrolla haciendo un balance de la variable “número de pedidos a separar”. Configurándose esta variable como la conductora del proceso.

La operación de la cadena de suministro interna presenta tiempos de separación muy variados en tres tipos de rangos, tal como se aprecia en el lado derecho de la figura 3.10. Se observa que (12/32) es decir el 37% de las regiones presentan una cantidad casi igual de tiempo de separación (color morado) y el 63% de las regiones (las que se muestran en color azul y color naranja) presentan tiempos muy diversos de separación, mostrando que se tiene una gran oportunidad de mejora en el proceso si mediante actividades en el proceso se logra que los tiempos sean más similares.

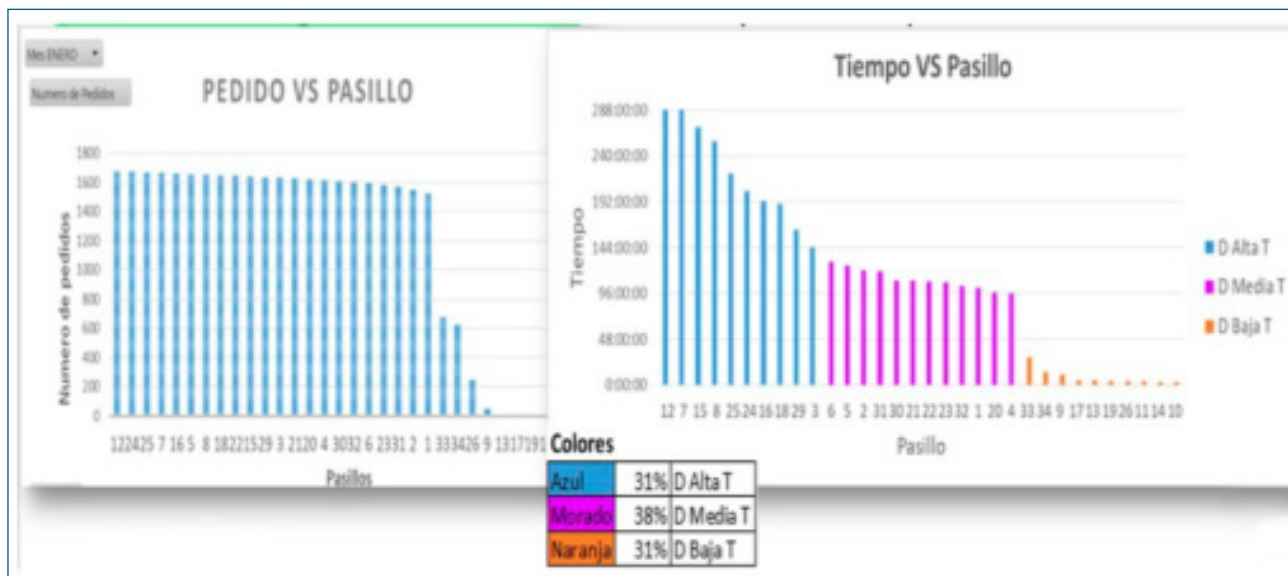
Figura 3.9.
Número de pedidos día y Tiempos de separación día del mes de enero 2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.10.

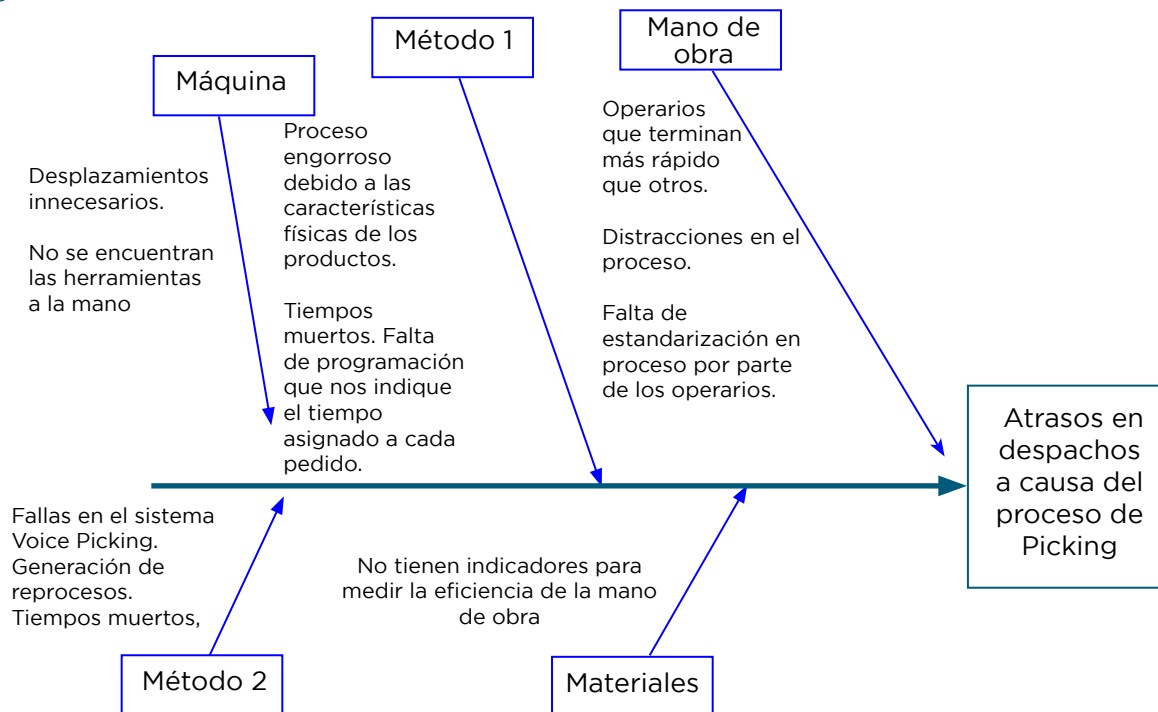
Número de pedidos mes y Tiempos de separación mes enero 2019



Fuente: Elaboración propia.

- El ordenamiento de los datos filtrado bajo la variable cantidad de referencias separadas por región, muestra que las cantidades son muy diferentes en cada región, es decir no se tiene ningún tipo de estandarización. Se aprecia que solo (6/32) es decir el 19% de las regiones separan una cantidad similar de unidades.
- La secuencia de separación de los pedidos y la secuencia de carga al vehículo se organiza considerando las rutas diarias de transporte establecidas por la logística de la empresa.
- Para el estudio y análisis de las inconsistencias mostradas en la figura 3.12, se utilizó el diagrama de Ishikawa tomando como principal causa de las inconsistencias presentadas, el atraso en los despachos, que causan atraso en las entregas y problemas de faltantes en los pedidos. El diagrama nos lleva a plantear el modelo Lean, dando alcance al objetivo general del proyecto, al identificar el foco de solución del problema en las ramas de método y materiales.

Figura 3.11.
Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

El análisis muestra que los Tiempos muertos que se tienen en la operación debido a una falta de programación que indique el tiempo calculado de separación para cada referencia de cada pedido, es una de las principales causas que origina los atrasos en el proceso de separación debido a que las personas no tienen una meta (en tiempo) para realizar la separación de cada pedido y como consecuencia se presentan atrasos que conllevan a faltantes en los pedidos a despachar. El análisis también refleja la falta de un indicador que muestre en forma inmediata (gráficamente), el recurso humano con tiempo disponible y recurso humano con faltante de tiempo para cumplir con la carga de separación asignada. (eficiencia mano de obra).

La agrupación y organización de algunas de las variables medidas en la etapa anterior permite la conformación de la Tabla 3.9, elaborada con datos de mes y que facilita identificar el porcentaje de utilización de la capacidad instalada (Las horas hombre).

Los resultados muestran que en el mes documentado el porcentaje de utilización de las horas disponibles estuvo en el 70,8 %, cifra que, mediante análisis de actividades y reclasificación de estas, se puede mejorar y de esta forma se reducen los tiempos de separación de los pedidos y como consecuencia la reducción de los atrasos en las entregas

de los pedidos a los PDV. También muestra la necesidad de adaptación de un método de trabajo para identificar en forma inmediata y automática los excesos y faltantes de horas hombre para cada grupo de pedidos recibidos y separados diariamente.

Tabla3.10.

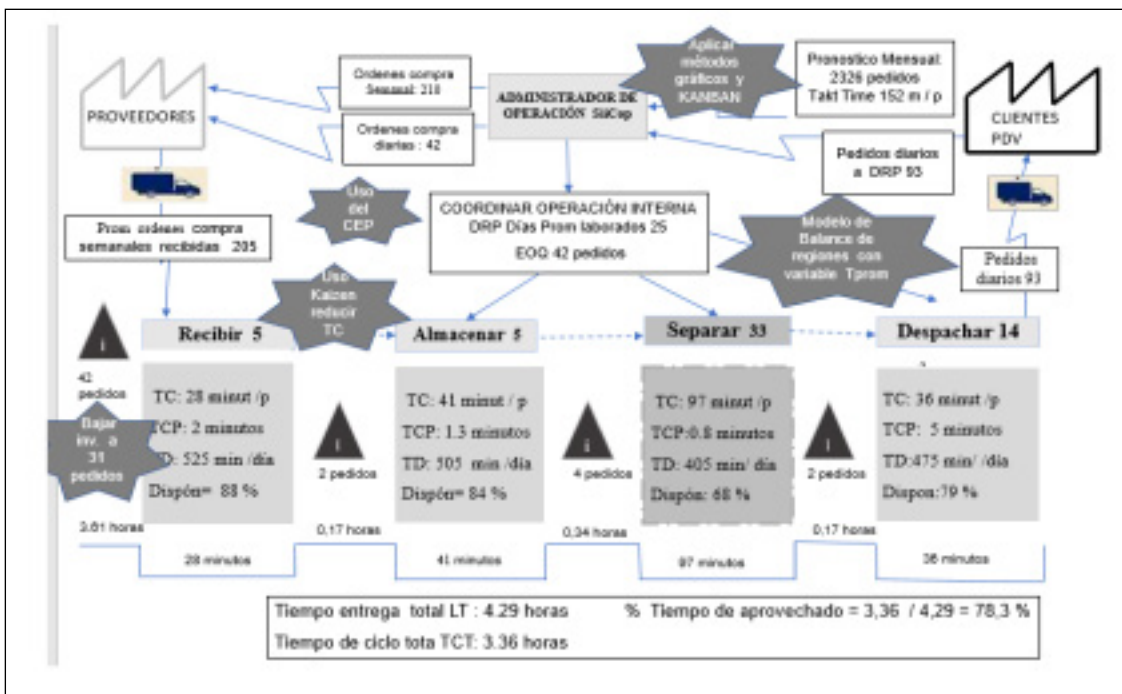
Porcentaje de utilización de horas hombre (mes enero 2019)

Días del mes	Cantidad de número de pedidos separados por día	Tiempo diario real para realizar los pedidos	# Operarios	Cantidad separada en unidades físicas	Capacidad o Tiempo disponible en el día (horas)	Porcentaje utilización por día del tiempo disponible
2/01/2019	125	257:08:39	37	99.920	229,77	111,85%
3/01/2019	89	207:51:52	36	90.886	223,56	92,59%
4/01/2019	102	208:59:39	39	85.951	242,19	85,88%
5/01/2019	74	95:52:25	36	42.613	223,56	42,49%
8/01/2019	100	117:46:22	34	51.955	211,14	55,41%
9/01/2019	87	143:00:01	37	79.670	229,77	62,24%
10/01/2019	83	116:22:39	37	41.862	229,77	50,49%
11/01/2019	95	177:14:05	36	88.251	223,56	52,33%
12/01/2019	36	82:02:18	34	40.739	211,14	38,84%
14/01/2019	94	163:41:27	35	80.019	217,35	74,99%
15/01/2019	90	125:56:49	34	82.562	211,14	59,20%
16/01/2019	103	130:09:28	33	61.034	204,93	63,44%
17/01/2019	89	163:29:48	36	79.028	223,56	72,91%
18/01/2019	100	134:24:51	33	57.543	204,93	65,39%
19/01/2019	41	57:52:38	33	22.337	204,93	27,81%
21/01/2019	91	127:04:06	36	48.824	223,56	56,81%
22/01/2019	92	190:40:32	36	83.012	223,56	84,99%
23/01/2019	97	178:50:04	37	76.593	229,77	77,47%
24/01/2019	98	111:38:02	37	44.942	229,77	48,31%
25/01/2019	112	120:47:14	34	784.129	211,14	56,83%
26/01/2019	78	95:23:23	35	44.714	217,35	43,71%
28/01/2019	99	172:50:16	35	67.697	217,35	79,14%
29/01/2019	85	136:07:54	35	57.463	217,35	62,57%
30/01/2019	94	152:56:12	37	67.220	229,77	66,15%
31/01/2019	91	189:33:04	35	114.397	217,35	86,96%
Total general	2245	3657:43:48		2.393.361	5.508,27	70,88%
Máximo	125		39			
Mínimo	36		33			
Promedio	90		35			
Unidad	#pedidos	#operarios				

Fuente: Elaboración propia.

Con el análisis de la información en esta etapa se elabora el mapa de flujo de valor futuro (VSM), en donde se presentan las potenciales actividades que son factibles y necesarias a implementar para lograr los objetivos planteados en el desarrollo del proyecto. Se identifica la necesidad de implementar métodos gráficos automáticos que sirvan de ayudas visuales en la programación del proceso de Picking, también se identificó la necesidad de establecer un modelo de balance de los tiempos de separación calculando el tiempo promedio de separación por referencia (T_{prom}). En la figura 3.13, se presenta el VSM futuro, donde se observa la relación con los valores individuales del tiempo de ciclo de cada uno de los procesos. Los valores respectivos de cada proceso en minutos son (28, 41, 97, 36) al comparar con el valor del tiempo de Takt Time 152 minutos, es claro que todos los tiempos de ciclo de los procesos son menores al tiempo de Takt Time, esto quiere decir que los procesos actualmente están preparados para atender la demanda de los clientes y ninguno de ellos se considera como proceso cuello de botella.

Figura 3.12.
Mapa de valor agregado futuro



Fuente: Elaboración propia.

- En la anterior etapa se identificó un recurso muy importante para poder mejorar un proceso y es el tiempo que se utiliza en el proceso de picking, lo que lleva a plantear la Hipótesis.

Hipótesis. Teniendo en cuenta que se tiene asignado un operario para gestionar cada región, si hay regiones que terminan más rápido que otras ¿Es necesario tener un operario por región? ¿Será que la mano de obra no se está utilizando correctamente?

Desde el estudio de la información recopilada se identificaron los siguientes aspectos para proponer y analizar si es viable, se presenta la siguiente propuesta para que la empresa estudie su viabilidad en el área de picking:

- El proceso de picking o separación de los pedidos es un proceso que se hace diario debido a que diariamente se despachan pedidos. Este flujo depende de la sincronización de diferentes regiones que trabajan simultáneamente para completar los pedidos del día.

Partiendo del enunciado anterior los jefes de bodega no tienen indicadores para conocer el número de trabajadores necesarios en cada región para poder separar los pedidos del día. El modelo actual de operación tiene asignado un operario en cada región, planeando que cada una necesita los mismos tiempos para separar los pedidos, pero se ha identificado que el tiempo presenta dispersión en los datos debido a que la separación del producto depende de la cantidad, del tipo de producto, habilidad del operario, del sistema Voice picking y del volumen del producto. Por lo tanto, en la situación actual algunas regiones terminan primero y otras se quedan atrasadas.

El método de trabajo actual para solucionar esta situación consiste en ubicar operarios que terminen primero en otras regiones como apoyo para así jalinear y buscar que terminen casi todos al mismo tiempo.

Estas reasignaciones contribuyen positivamente para poder terminar los pedidos del día, pero debido a que como premio a los trabajadores que terminan primero por ser eficientes lo reubican en otra región, genera afectación al clima laboral de bodega. Por lo tanto, lo más conveniente es elaborar un modelo que suministre el tiempo de separación de cada pedido en las regiones y así se pudiera previamente saber cuántas horas hombre se requieren en cada región, en párrafos posteriores se explica detalladamente este modelo de trabajo a proponer.

- La agrupación de los datos en diferentes formas y las observaciones indicadas en los puntos anteriores, facilita el análisis de los mismos para plantear la propuesta del modelo de mejoramiento, que reduce los tiempos de atrasos en los despachos a los clientes que tienen como causa el proceso de picking.

3.7.4 Etapa mejorar (metodos, herramientas y resultados)

Tras la aplicación de las tres primeras etapas de la metodología DMAIC (Definir, Medir y Analizar), se obtuvieron datos de los procesos y se realizaron análisis bajo diferentes perspectivas. Fruto de ellos se elabora un plan de mejora que permita eliminar, reducir o controlar el problema identificado (atrasos en los despachos a causa del proceso de picking), los cuales causan incumplimientos en los tiempos de entrega, faltantes en los pedidos y reproceso de los trámites de descuentos por las cantidades incompletas.

Oportunidad de mejora. Los análisis elaborados son la base para la presentación de la propuesta de la herramienta o modelo para el mejoramiento de productividad de la empresa, mediante la reducción de los atrasos en las entregas. La propuesta se sustenta en el concepto “lo que no está balanceado es la oportunidad de mejorar ”con este criterio se determina que el tiempo de separación es la variable a intervenir. Por tal razón el diseño del modelo plantea su funcionamiento en base a dos parámetros.

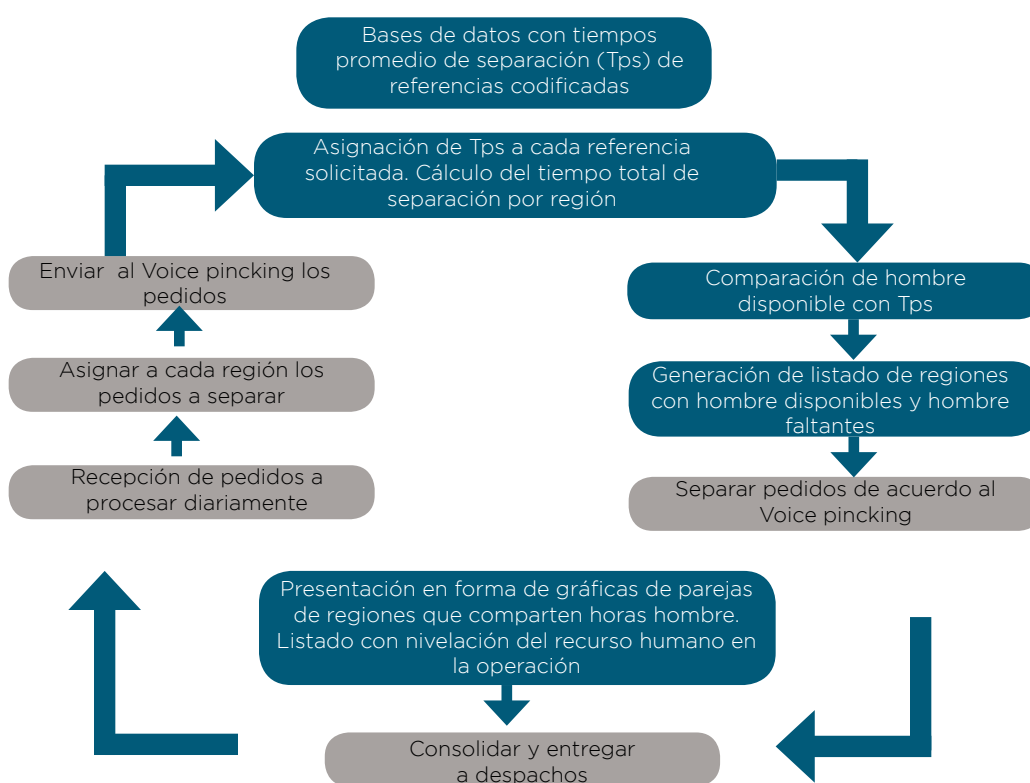
3.8 ESTRUCTURA DEL MODELO PROPUESTO

La estructura del modelo propuesto (figura 3.14), el cual es una combinación de las actividades que se ejecutan actualmente y las nuevas actividades que se presentan. El modelo actual se representa en cinco pasos fundamentales plasmados en color gris suave. Las actividades nuevas están representadas en cinco pasos, plasmados en color cyan. Las secuencias de las actividades se indican para el modelo actual en fechas de color gris y para el nuevo modelo en fechas de color Cyan.

El nuevo modelo gira alrededor de la inclusión de la variable tiempo promedio de separación (Tps), al sistema actual de gestión que viene realizando la empresa, es decir, el proceso utiliza para su funcionamiento dos variables guías en su operación. En el primer paso del nuevo modelo,

se realiza el balance de las regiones por número de pedidos y sobre el resultado obtenido se realiza el segundo paso, que consiste en que a cada referencia de pedidos del día se le asigna su tiempo promedio de separación para obtener el cálculo del tiempo de separación de los pedidos en cada región. Este resultado permite identificar en forma clara y precisa qué regiones o pasillos necesitan tiempo adicional para realizar la separación de los productos en forma completa, y qué regiones disponen de tiempo sobrante para apoyar a las que necesitan tiempo.

Figura 3.13.
Estructura del Modelo Propuesto



Fuente: Elaboración propia.

3.8.1 Pasos para implementar el modelo

La implementación del modelo determina los siguientes pasos:

Paso 1: calcular el tiempo de separación de cada referencia.

Paso 2: calcular el tiempo promedio de referencias (Tps) con el histórico de cuatro meses.

Paso 3: elaborar la base de datos con los tiempos promedio de separación.

Paso 4: filtrar y seleccionar la data del día, asignar tiempos a las referencias.

Paso 5: calcular el tiempo diario de separación de cada región usando la base de datos (Tabla 3.10 tiempo promedio de separación planeado por regiones)

Paso 6: determinar a cada región el tiempo planeado de separación, (Tabla 3.11) matriz b. regiones que necesitan tiempo de apoyo

Paso 7: generación de archivos con listado tiempos planeados y tiempo disponible por región.

Paso 8: identificar y listar regiones que requieren apoyo en tiempo, indicando la cantidad de tiempo necesaria asignada para apoyar.

Paso 9: identificar y listar las regiones con cantidad de tiempo disponible para apoyar.

Paso 10: presentación en parejas de las regiones que necesitan tiempo y la regiones que suministran el tiempo

3.8.2 Detalle de pasos para implementar el modelo

El detalle de los pasos que se ejecutaron en la operación del modelo fueron los siguientes:

Cálculo del tiempo promedio de separación (Tps) de las referencias, usando datos de separación del periodo (enero a abril) y filtrando y separando los valores atípicos identificados en el mencionado periodo. En la tabla 3.10, se presenta un pantallazo de los cálculos de tiempo promedio de separación (columna 1), de cada uno de los pedidos iniciando con el pedido 256078 hasta el pedido 256113. De las columnas 2 a las 8 se presentan los tiempos de separación de cada región (15, 3,7,12,8,18 y 25) que corresponden al 22 % de todas las regiones existentes, en la parte inferior de la tabla se aprecian los valores totales generales de tiempo de separación de cada una de las regiones en esta data, correspondientes a los pedidos mencionados.

Tabla 3.11:

Tiempo promedio por región separado por regiones

Suma de Promedio Etiqueta							
Etiqueta de fi	15	3	7	12	8	18	25
256078	0:17:35	0:02:32	0:13:54	0:13:03	0:06:11	0:08:57	
256078	0:35:45	0:04:57	0:30:52	0:30:45	0:09:57	0:54:56	0:12:02
256080	1:20:28	0:22:54	0:24:37	0:24:45	0:09:25	0:13:22	0:17:08
256081	0:13:23	0:04:29	0:16:12	0:15:07	0:07:44	0:14:26	0:30:12
256082	0:24:00	0:06:19	0:21:07	0:19:45	0:05:41	0:11:39	0:11:01
256083	1:08:30	0:08:56	0:19:13	0:19:45	0:09:28	0:14:47	0:15:51
256084	0:12:02	0:04:29	0:09:22	0:13:20	0:05:41	0:07:48	0:06:03
256085	1:09:04	0:05:15	0:22:21	0:19:37	0:10:50	0:12:25	0:07:28
256086	1:11:32	0:03:26	0:14:12	0:11:00	0:11:51	0:10:41	0:09:23
256087	0:20:20	0:05:47	0:17:12	0:15:25	0:09:59	0:08:41	0:30:52
256088	0:55:37	0:01:14	0:02:35	0:02:18	0:01:51	0:02:25	0:00:15
256089							
256090				0:00:18			
256091						0:00:21	
256092							
256093			0:00:41				
256094			0:00:03		0:00:14	0:00:17	
256096		0:00:28					
256097	0:04:51	0:04:39	0:06:30	0:05:46	0:07:13	0:07:21	0:12:23
256098	0:04:17	0:04:38	0:07:49	0:06:22	0:06:51	0:05:33	0:05:17
256099							
2560100	0:16:22	0:30:13	0:11:12	0:17:53	0:06:31	0:10:40	0:11:09
2560101	1:01:42	0:28:36	0:10:48	0:11:01	0:08:16	0:06:42	0:06:39
2560102	0:11:46	0:44:36	0:06:04	0:07:34	0:07:01	0:03:56	0:04:52
2560103	1:08:40	0:27:10	0:06:05	0:11:22	0:10:16	0:07:15	0:06:30
2560104	0:20:37	0:48:18	0:13:48	0:12:53	0:09:48	0:08:36	0:09:36
2560105	0:03:48	0:03:12	0:05:07	0:05:20	0:01:59	0:02:31	0:04:22
2560106					0:00:03		
2560107	0:05:43	0:27:49	0:07:36	0:08:19	0:06:43	0:05:22	0:03:21
2560112	0:08:43	0:28:50	0:07:51	0:09:37	0:09:24	0:08:40	0:04:04
2560113	0:22:04	0:30:26	0:13:57	0:12:16	0:07:57	0:44:36	0:11:28
2560203							0:00:00
2560204							
Total general	25:10:56	19:47:07	11:14:08	10:54:48	9:18:02	8:59:29	8:50:00

Fuente: Elaboración propia.

Identificar la regiones que necesitan tiempo de apoyo, se obtiene con la diferencia entre el tiempo promedio de separación de cada pedido (columna 2) y el tiempo disponible en horas hombre (columna 4), este resultado se especifica en la columna 7, (Tabla 3.11) . La tabla está conformada por dos matrices, la A compuesta por cuatro parámetros: región, tiempo planeado promedio de separación, disponibilidad de operarios por región, tiempo disponible en horas hombre por región. La matriz A se cargó inicialmente con datos de tiempo promedio de separación de 11.987 referencias detectadas como activas durante los meses de enero a abril del 2019; y la matriz B conformada por los parámetros: filtro de identificación de regiones que necesitan tiempo de apoyo (columna 5), número de la respectiva región (columna 6), tiempo necesario para apoyar (columna 7), número de las regiones asignadas con tiempo disponible para apoyar (columna 8) y cantidad de tiempo para apoyo (columna 9). Se utiliza la herramienta de controles visuales para identificar las regiones que necesitan apoyo columna 7 y las regiones que tienen tiempo disponible para apoyar columna 9.

Tabla3.12.

Regiones que necesitan tiempo de apoyo y regiones con disponibilidad

Matriz A				Matriz B				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Región	Tiempo Planeado (Modelo)	Disponibilidad de operarios por región (Actualmente)	Tiempo disponible por región	Regiones que necesitan apoyo	Identificación de regiones que necesitan apoyo	Tiempo para apoyar	Regiones Asignadas para Apoyar	Tiempo disponible para Apoyar
88	13:35:48	1	6:21:00	Si	8	7:14:48	26	11:59:47
112	16:36:29	2	12:42:00	Si	12	3:54:29	34	5:56:23
229	7:47:29	1	6:21:00	Si	29	1:26:29	33	5:08:52
33	7:47:29	1	6:21:00	Si	3	1:06:49	24	3:45:49
77	12:44:30	2	7:21:00	Si	7	0:02:30	16	2:53:04
115	11:03:52	2	8:21:00	No	15	0:00:00	25	2:26:07
118	11:13:30	2	9:21:00	No	18	0:00:00	1	2:16:11
225	10:15:53	2	10:21:00	No	25	0:00:00	20	1:54:20
116	9:48:56	2	11:21:00	No	16	0:00:00	2	1:52:42
224	8:56:11	2	12:21:00	No	24	0:00:00	18	1:28:30
55	6:18:54	1	13:21:00	No	5	0:00:00	23	1:25:11
66	6:10:30	1	14:21:00	No	6	0:00:00	21	1:20:34
222	6:01:50	1	15:21:00	No	22	0:00:00	32	0:57:26
331	5:52:46	1	16:21:00	No	31	0:00:00	30	0:55:59
332	5:23:34	1	19:21:00	No	32	0:00:00	31	0:28:14
221	5:00:26	1	20:21:00	No	21	0:00:00	22	0:19:10
223	4:55:49	1	21:21:00	No	23	0:00:00	6	0:10:30
22	4:28:18	1	22:21:00	No	2	0:00:00	5	0:02:06

Continuación Tabla3.12.

Regiones que necesitan tiempo de apoyo y regiones con disponibilidad

Matriz A				Matriz B				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Región	Tiempo Planeado (Modelo)	Disponibilidad de operarlos por región (Actualmente)	Tiempo disponible por región	Regiones que necesitan apoyo	Identificación de regiones que necesitan apoyo	Tiempo para apoyar	Regiones Asignadas para Apoyar	Tiempo disponible para Apoyar
220	4:26:40	1	23:21:00	No	20	0:00:00	12	0:00:00
11	4:04:49	1	0:21:00	No	1	0:00:00	8	0:00:00
336	1:12:08	1	1:21:00	No	33	0:00:00	7	0:00:00
226	0:42:13	2	2:21:00	No	26	0:00:00	29	0:00:00
334	0:24:37	1	3:21:00	No	34	0:00:00	3	0:00:00
Total	176:40:34	33	4:21:00			13:45:05		22:37:31

Fuente: Elaboración propia.

Las cifras de la tabla muestran que en este día sólo cinco regiones identificadas como (8,12,29,3,7, columna 6) requieren tiempo de apoyo sumando una cantidad de 13 horas y 45 minutos (columna 7). El modelo realiza dos actividades fundamentales, la primera busca nivelar las horas hombre disponibles en área de separación con las horas hombres que necesita el proceso para atender la demanda de pedidos procesados de cada día. Es decir, aplicar el concepto de la herramienta Heijunka, para lograrlo crea la columna de las regiones con más alto tiempo disponible para apoyar, una segunda columna con los datos del tiempo disponible de cada región para apoyar y las regiones con tiempo disponible para otras actividades. Los valores planeados por el modelo son comparados con la disponibilidad de tiempo (horas hombre), que tiene cada región, recordemos que las súper regiones tienen dos personas y las regiones tienen una persona. El modelo compara las cifras y determina qué regiones requieren apoyo y cuáles tienen la capacidad para ofrecer el apoyo en tiempo. La segunda actividad es ubicar al frente de cada región que necesita horas hombres de apoyo las regiones con sus tiempos disponibles para apoyar (regiones 26,34,33,24,16).

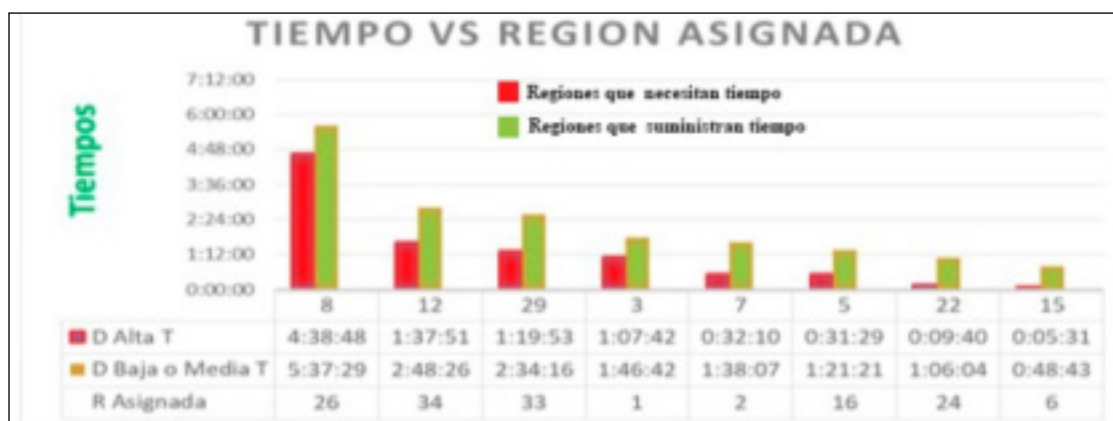
Con la identificación de las regiones que requieren apoyo se utiliza otra de las herramientas de la metodología Lean Manufacturing, la denominada Jidoka, cuyo objetivo es presentar automáticamente en forma gráfica, oportuna y precisa la información de las parejas de regiones que van a compartir las horas hombres usadas en la separación total de las referencias y pedidos, las cuales se aprecian en la parte baja izquierda

de la figura 3.14, donde se hace un montaje para presentar actividades y operaciones que se realizan con la implementación del modelo propuesto. Lo primero es mostrar el tiempo planeado de separación de las regiones; lo segundo es la identificación de las regiones que necesitan apoyo en tiempo para realizar la separación; lo tercero es identificar las regiones que están en posibilidad de dar apoyo en tiempo a otras regiones; lo cuarto es identificar regiones que pueden dar apoyo en tiempo para otras actividades se presentan en color azul.

En la tabla 3.12 se muestra en forma gráfica la combinación de las parejas de regiones que requieren tiempo de apoyo y de las que lo pueden suministrar, en la combinación de parejas se mantienen los colores indicativos sobre la identidad de regiones que requieren tiempo (columnas 5 y 7) y las que lo facilitan (columna 9); obsérvese que el tiempo mayor corresponde a las regiones que aportan tiempo.

Tabla 3.13.
Datos de matriz B y gráficas de parejas

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pasillo	Tiempo Planeado (modelo)	Disponibilidad - de operarios por región (Actualmente)	Tiempo disponible por región	Regiones que necesitan apoyo	Regiones que necesitan apoyo	Tiempo para apoyar	Regiones asignadas para apoyar	Tiempo disponible para apoyar	Tiempo disponible para otras actividades
8	7:38:48	1	3:00:00	Si	8	4:38:48	26	5:37:29	0:00:00
12	7:37:51	2	6:00:00	Si	12	1:37:51	34	2:48:26	0:00:00
7	6:32:10	2	6:00:00	Si	29	1:19:53	33	2:34:16	0:00:00
15	6:05:31	2	6:00:00	Si	3	1:07:42	1	1:46:42	0:00:00
25	5:37:48	2	6:00:00	Si	7	0:32:10	2	1:38:07	0:00:00
18	5:13:19	2	6:00:00	Si	5	0:31:29	16	1:21:21	0:00:00
24	4:53:56	2	6:00:00	Si	22	0:09:40	24	1:06:04	0:00:00
16	4:38:39	2	6:00:00	Si	15	0:05:31	6	0:48:43	0:00:00



Fuente: Elaboración de los autores.

La organización y filtrado de los datos y el posterior análisis de esta, muestra al equipo del proyecto las oportunidades de intervención para mejora de las operaciones en algunos de los procesos de la cadena de suministro. Se presenta la propuesta de un modelo para el mejoramiento de la productividad en el proceso de separación, haciendo un mejor uso de las horas hombre existentes (capacidad RH), mediante la inclusión en la operación de la variable tiempo promedio de separación (Tps) por artículo o producto.

El modelo desarrollado validó su funcionamiento y precisión mediante análisis de los datos en diferentes meses y en pruebas con datos en diferentes días. Se tomaron días de comienzo de mes, de mediados de mes, de finales de mes, de inicio de semana y de fines de semana y la tendencia fue igual.

El modelo planteado para el mejoramiento, se basa en dinamizar las horas hombre de los puestos de operación (los pasillos o regiones), empleando el concepto de nivelación de la variable capacidad de recurso humano, versus la demanda de productos, para ello se hace uso de una de las herramientas del Lean Manufacturing llamada Heijunka.

La herramienta Heijunka como se describió en uno de los capítulos anteriores, es una técnica que se utiliza para nivelar la producción y consiste en adaptar el flujo de la producción al comportamiento de la demanda, en este proyecto se adapta el flujo del recurso humano (horas hombre disponibles por turno) mediante la movilidad de las personas laborando unas horas definidas en una región y pasando a laborar otras horas en otras regiones. Esta asignación de las horas en cada región, las realiza la herramienta Heijunka al comienzo de la jornada, así la jefatura y los colaboradores conocen en dónde y hasta qué horas deben realizar su labor normal y a qué horas y a qué región deben pasar a realizar las labores de apoyo. De esta forma se adapta el recurso humano a las necesidades de horas que implica la demanda diaria de pedidos.

En la aplicación de la técnica, la variable capacidad de recurso humano se manejó en horas hombre secuenciales y horas hombre en paralelo; la variable demanda se convierte a horas promedio de separación.

El modelo funciona interrelacionando parámetros como: la capacidad del proceso cuello de botella, el tiempo promedio de separación (Tps) de cada referencia, el tiempo de separación de cada región, la cantidad de

horas hombre planeadas para cada región, la cantidad de horas hombre requeridas en cada región, identificación regiones con capacidad en horas hombre para apoyar e identificando regiones que requieren horas hombre de apoyo.

3.9 RESULTADOS DE PRUEBA PILOTO DEL MODELO

La aplicación del modelo en la data de los meses anteriores generó unos resultados los cuales se presentaron a la empresa donde se desarrolló la investigación. La gerencia y los jefes de los procesos plantean la realización de una prueba piloto durante ocho días calendario, cinco días de una semana y tres días de la semana siguiente. La prueba consiste en poner a funcionar el modelo en paralelo con el sistema que ellos están utilizando. Para lograr este objetivo se realizó la compactibilidad de la plataforma que envía a producción los datos de los pedidos a separar cada día, al input de la base de datos del equipo investigador.

La forma como se realizó el piloto consistió en que la empresa desarrolló las actividades del proceso en la misma forma como lo hace cada día. El modelo de la investigación recibe vía digital los mismos pedidos a las 7.a.m., y realiza los cálculos de los tiempos de separación de cada pedido en cada región y así determina las regiones que deben tener tiempo disponible para apoyar y cuáles regiones requieren tiempo de apoyo para hacer la separación y generar el listado y gráficas que muestran las parejas de regiones que van a compartir las horas disponibles.

Los resultados obtenidos en la prueba piloto muestran que la información indicada por el modelo sobre las regiones que van a requerir apoyo y las que deben brindar apoyo en horas, son acertadas en promedio en un 64%, comparado con lo que sucede en la realidad de los días evaluados. La interpretación del resultado después de un análisis entre ambas partes se concreta en:

- El desempeño promedio del modelo es bueno, ya que en algunos días de pruebas se observó que las indicaciones dadas correspondieron en un 71 % a los requerimientos reales ejecutados en el proceso.
- Se identificó que un número considerable de referencias, el modelo no las tomó debido a que estaban en ese periodo de tiempo, en ofertas, y su código estaba diferente.

- Se identificó que unas referencias presentaban tiempos de separación muy bajos con relación a la media de separación de ese tipo de producto, esto se debió a que esas referencias estuvieron de oferta y unos 15 días antes de las pruebas piloto, regresaron como producto normal y retoman con su código antiguo.
- Otra de las situaciones presentadas, fue que algunas personas ya identificadas con anterioridad por la empresa en algunos días, aplican la operación tortuga y sus tiempos de separación se hacen más largos de lo esperado para no terminar rápido y que sean enviados a brindar apoyo con tiempo de separación a otras regiones.
- Los objetivos del modelo y los resultados que se estaban presentando fueron conocidos por los colaboradores de la empresa, los que estaban participando en el proceso de separación, esta situación los pudo haber hecho sentir inseguros pues percibieron que se pueden lograr mejoras en el proceso por encima del 20% y dicho resultado puede afectar la estabilidad laboral.
- Se acordó realizar un ajuste a la matriz base para incrementar el número de referencias registradas, las pruebas del modelo se realizaron con 11.897 referencias cargadas a la base de datos de las 17.700 referencias activas.
- La base de datos no se pudo cargar con más referencias debido a que en los meses que se realizó el barrido (seis meses) no aparecieron más referencias activas. Es decir, que el número de códigos de producto que la organización maneja es cerca de 18.000 referencias, pero en la práctica durante un mes están activas y salen pedidos para unas 10.300 referencias en promedio.

3.10 BENEFICIOS DE APLICACIÓN DEL MODELO

Los principales beneficios que se pueden alcanzar con la implementación del modelo se indican y describen haciendo la clasificación para las diferentes áreas de la cadena de suministro.

- Con la automatización de la operación incluyendo el parámetro tiempo promedio de separación de todas las regiones, el administrador del proceso operativo (mesa de control) recibe la información

de los tiempos de promedio de separación de todas las regiones correspondientes al primer lanzamiento, los correspondientes al segundo lanzamiento y los pedidos del total del día. Toda esta información se presenta en forma gráfica (parte inferior izquierda de la tabla 3.12).

- La Mesa de control recibe a primera hora la información del tiempo y las regiones que necesitan apoyo, así como también la información de las regiones que pueden brindar el apoyo. La información está registrada en una sola figura tabla 3.12.
- La Mesa de control recibe la información, ver columna 10, tabla 3.12, resaltada en color azul con las regiones con tiempos disponibles para otras actividades diferentes al proceso de separación, actividades como (Packing, colocación rellenos, revisión de averías, revisión fechas de vencimiento, organización y limpieza de canastas, recolección de separadores horizontales y verticales, elaboración de lecciones de un punto, tiempos disponibles para capacitación en análisis y solución de problemas, formación de operarios polifuncionales, conformación de equipos de mejoramiento y asistencia a reuniones de los equipos de mejoramiento).
- El modelo facilita la reducción de: tiempos de ciclo, tiempos muertos, costos de operación, horas extras, tiempos de entrega al siguiente proceso, inconformidad del recurso humano por sobre trabajo no planificado o regulado
- El modelo aumenta la utilización de la capacidad del recurso disponible (horas hombre) hasta en un 30%, situación que significa la eliminación de los tiempos extras, mejoramiento de los tiempos de entrega de los pedidos e incremento de la productividad de la cadena de suministro.



Conclusión general

La investigación se realiza en una empresa distribuidora de medicamentos a la cual se le diseña un modelo de operación que permite mejorar la eficiencia de uno de los eslabones claves de la cadena de suministro.

El trabajo recoge la información de un cuatrimestre específico sugerido por la empresa y acatado por el equipo de investigación. Se toman dos meses de un final de año y dos meses de un inicio de año, con el objetivo de considerar las variaciones típicas del mercado propias de los cambios de estaciones y requerimientos de los clientes.

En el diseño, planeación y construcción del modelo se utilizaron los cuatro primeros pasos de la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, implementar) y además las herramientas como el Heijunka, el Jidoka, el diagrama de Ishikawa, los diagramas de Pareto, las gráficas de barras y el mapa de flujo de valor (VSM) y sus variables como el Takt Time, Lead Time y la capacidad del proceso cuello de botella.

El proceso de separación, actualmente está operando y está nivelado por la variable número de pedidos. Con su implementación, se busca nivelar el proceso en función de dos variables (número de pedidos separados y tiempo promedio de separación). El resultado de la investigación presenta un modelo para funcionamiento, que permite el mejoramiento de la nivelación del recurso humano (horas hombre) versus la demanda de pedidos cada día, mediante la herramienta de la filosofía del Lean Manufacturing llamada Heijunka.

Los datos de salida del Heijunka son los datos de entrada de la herramienta Jidoka, que a su vez, entrega la información automáticamente en forma gráfica de las parejas receptoras de tiempo y de las donantes de tiempo.



Referencias

Arango Vásquez. (2017). Competitividad en procesos de servicios: Lean Service caso de estudio. Tesis de grado. Medellín, Colombia: Universidad Nacional.

Avendaño Cardenas, E. y Silva Guerra, H. (2018). Análisis de los cuellos de botella en la logística internacional de las Pymes de confecciones en Colombia. TELOS.Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 514.

Bevilacqua, Ciarapica, Sanctis, D., Mazzuto, & Paciarotti. (2015). A Changeover Time Reduction through an integration of lean practices: a case study from pharmaceutical sector”, *Assembly Automation*, Vol. 35 No. 1, pp. 22-34. doi:<https://doi.org/10.1108/AA-05-2014-035>

Brown, C. (2019). Why and how to employ the SIPOC model. *Journal of business continuity & emergency Planning* Vol.12, No.3, pp. 198-210. (1.-9. Henry Stewart Publications, Ed.) Recuperado el 11 de 04 de 2020

Cabrera, R. (2012). *Manual de Lean Manufacturing*. Alemania: Editorial Académica Española.

Castellanos Ramírez, A. (2015). *Logística comercial internacional*. Barranquilla: ECOE.

Chase , R., & Jacobs, F. (2014). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro*. México: Mc Graw Hill.

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. L. (2011). *Administración de Operaciones - Producción y Cadena de Suministro*. México: McGraw Hill.

Cuatrecasas-Arbós, L. (2010). *Lean Management. La gestión competitiva por excelencia*. Barcelona: Bresca Editorial.

Departamento Nacional de Planeación. (2018). Encuesta Nacional Logística 2018. Bogotá: Punto Aparte.

Eckerson, W. (2009). Performance Management Strategies, How to Create and Deploy Effective Metrics. The Data Warehousing Institute. Recuperado el 12 de 12 de 2012, de https://www.microstrategy.com/Strategy/media/downloads/white-papers/TDWI_Performance-Management-Strategies.pdf

Fonseca Villamarín, G. (2019). Evolución de las herramientas Lean Manufacturing.

Fonseca Villamarín, G., y Sarria Yepes, M. (2017). Guía Rápida para Implementar Lean Manufacturing en Mipymes. Cali: SE - Sello Editorial Unicatólica.

Hernández M., J. C. y Vizán I., A. (2013). Lean Manufacturing - Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: EOI.

Ishikawa, K. (1989). Introducción al control de calidad. (D. d. Santos, Ed.)

Lao León, Y. O., Vega de la Cruz, L. O., Marrero Delgado, F., y Pérez Pravia, M. C. (2017). Procedimiento para modelar recursos restrictivos en el sistema. Ingeniería Industrial, 45.

López Ortega, J. A. (2018). Por qué las cadenas de suministro a veces son eficientes, pero no efectivas. Zona logística, 6.

Mecalux S.A. (2011). Manual Técnico de Almacenaje. Mecalux S.A. Recuperado el 2020

Norma Técnica Colombiana [NTC] ISO9000. (2015). Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario. Bogotá: ICONTEC.

Pires Silvio, R.I. y Carretero Díaz, L. E. (2007). Gestión de la Cadena de Suministro. Madrid: Mc Graw Hill.

Pocorey Choque, L. F., y Ayabe, M. (2017). Sistema de Producción Toyota (TPS), eficiencia en la producción a través de la reducción de improductividad en todos sus niveles. Obtenido de <<http://www>.

revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322017000100009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1729-7532.

Quesada, H., Buehlmann, U., y Arias, E. (2012). Pensamiento Lean: Ejemplos y Aplicaciones en la Industria de Productos de Madera. Virginia State University, 1-17. doi:<https://doi.org/10.1002/elps.201000063>

Rahani, A. R., & Ashraf, A. M. (2012). Production flow analysis through Value Stream Mapping: A lean manufacturing process case study. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1727- 1734. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375>

Rajadell Carreras, M., y Sánchez García, J. L. (2010). Lean manufacturing la evidencia de una necesidad. Obtenido de <http://site.ebrary.com/id/10526533>

Ramírez Cortés, H. (2017). Indicadores para cada desperdicio.

Ramírez Cortés, H. (2017) Identificación y reducción de los niveles de desperdicio, desde la perspectiva de lean manufacturing en la empresa flowserve colombia s.a.s.(tesis de grado).Universidad de la Sabana,Chía,Colombia.

Rivera Cadavid, L. (19 de octubre de 2013). Justificación conceptual de un modelo de implementación de lean manufacturing. *Heurística* 15, 16.

Saldarriaga, D. L. (2017). Diseño, Optimización y Gerencia de Centros de Distribución. Bogotá: Zona Logística.

Santander Mercado, A., Amaya Leal, J. y Viloría Núñez, C. (2014). Diseño de Cadenas de Suministros Resilientes. Barranquilla: Ediciones de la U.

Sarria Yépez, M. P., Fonseca Villamarín, G. A., y Bocanegra Herrera, C. C. (2017). Modelo metodológico de implementación de leanmanufacturing. *Revista EAN*, 51 - 71.

Sarria Yépez, M., Fonseca Villamarín, G., Escobar, C., Correa, M. y Aragon, A. (2019). LEAN SIX SIGMA. Cali: SE Unicatolica - UAO.

Tapia Coronado, J., Escobedo Portillo, T., Barrón López, E., Martínez Moreno, G., y Estebané Ortega, V. (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta. *Ciencia & Trabajo*, 171 - 176.

Tekin, M., Arslandere, M., Etlioglu, M., Koyuncuo lu, Ö., & Tekin, E. (2019, enero). An Application of SMED and Jidoka in Lean Production. doi:10.1007/978-3-319-92267-6_45.

Vamsi Krishna, J. N., & Sharma, A. (2014). Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 89-116. doi:<https://doi.org/10.1108/ijlss-04-2012-0002>

Vélez Rojas, R. J., y Pérez Ortega, G. (2013). Propuesta metodológica para la gestión de inventarios en una empresa de bebidas por el método justo a tiempo caso de estudio: abastecimiento de azúcar. *Saber, Ciencia y Libertad*, 91 -100.

Villaseñor Contreras, A y Galindo Cota, E. (2009). *Manual de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

Villaseñor Contreras, A., y Galindo Cota, E. (2008). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

Zapata Cortés, J. A., y Moreno Riascos, R. A. (2011). *Lean Logistics - Moda o Necesidad*. Mercatec, 117-120.