

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**MARCO TEÓRICO PARA EL DIAGNÓSTICO Y  
PROPUESTA DE MEJORA EN EL ALMACENAMIENTO  
Y DISTRIBUCIÓN DE HARINA INDUSTRIAL EN UNA  
EMPRESA DE CONSUMO MASIVO UTILIZANDO  
HERRAMIENTAS DE LEAN LOGISTICS**

Trabajo de investigación para obtener el grado académico de  
BACHILLER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL presentado por:

*Fernando André León Pérez*

Asesor:

*Mery Roxana León Perfecto*

Lima, julio, 2021

## Resumen

En la actualidad, las compañías presentan una fuerte competitividad en la búsqueda de poder cubrir una proporción mayor en el mercado reduciendo costos a partir de la eficiencia de procesos e incrementando la satisfacción de los clientes usando los recursos de forma óptima. Esta optimización se presenta a partir de la eliminación de mermas, decrecimiento de pérdidas y aumento en la productividad y eficiencias, entre otro más. Es a partir de esto, que el siguiente trabajo de investigación busca poder brindar conocimientos teóricos y ejemplos de aplicación real en las cuales se ha hecho uso de herramientas que permiten diagnosticar y herramientas que forman parte del modelo *Lean Manufacturing* con el objetivo de lograr llevar a cabo un análisis en una empresa de consumo masivo la cual produce y distribuye harina industrial como parte de las categorías de productos que posee. Por otro lado, se ha realizado un estudio de doce estudios los cuales dan sustento a los beneficios alcanzables, en estos trabajos se presentan ahorros en tiempos de preparación o despacho, costos, eliminación de merma o mudas, entre otros.

## Tabla de contenidos

Resumen.....	i
Tabla de contenidos .....	ii
Índice de figuras.....	v
Capítulo 1. Marco Teórico.....	1
1.1. Herramientas del diagnóstico de procesos .....	1
1.1.1. Mapa de macroprocesos.....	3
1.1.2. Diagrama de Actividades de Proceso (DAP).....	4
1.1.3. Diagrama de Ishikawa.....	7
1.1.4. Diagrama de Pareto.....	8
1.1.5. Los 5 Porqués.....	9
1.1.6. Fichas de indicador .....	10
1.1.7. Flujograma .....	11
1.1.8. Matriz de priorización.....	14
1.2. Modelo de mejora de procesos.....	16
1.2.1. Historia de la manufactura esbelta.....	16
1.2.2. Lean Logistics.....	20
1.2.3. Kaizen .....	21
1.2.4. 5´S.....	23
1.2.5. SMED .....	27
1.2.6. Estandarización.....	30

1.2.7. Poka Yoke.....	31
1.2.8. Kanban.....	33
1.2.9. Value Stream Map (VSM).....	34
Capítulo 2. Contenido del Trabajo de Investigación.....	36
2.1. Presentación de casos.....	36
2.1.1. Primer caso: Implementación de Lean Warehousing para reducir el nivel de devoluciones en una empresa de distribución.....	36
2.1.2. Segundo caso: Mejora de la logística de un ciclo de pedidos a partir del sistema Kanban	42
2.1.3. Tercer caso: Aplicación de una nueva métrica para medir el rendimiento en almacenamientos ajustados.....	43
2.1.4. Cuarto caso: Mejora en la distribución y rendimiento empresarial mediante el almacenamiento ajustado.....	45
2.1.5. Quinto caso: De la producción a la logística ajusta, el caso de Microsoft en Irlanda	46
2.1.6. Sexto caso: Análisis y optimización de un almacén logístico en la industria automotriz.....	51
2.1.7. Séptimo caso: Diseño y control de la preparación de pedidos en el almacén....	52
2.1.8. Octavo caso: Implementación de Lean Manufacturing en una empresa de alimentos.....	53
2.1.9. Noveno caso: Implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos.....	57

2.1.10. Décimo caso: Análisis y propuesta de mejora del servicio de entrega de un operador logístico aplicando la metodología de <i>Lean Office</i> .....	59
Conclusiones .....	62
Bibliografía .....	64
Anexos .....	69



## Índice de figuras

Figura 1. Modelo del mapa de procesos .....	4
Figura 2. Símbolos en un diagrama de actividades de proceso (DAP).....	5
Figura 3. Modelo de diagrama de actividades de proceso (DAP) .....	6
Tomado de Scallan, P. (2003). ¿Qué es la planificación de procesos?.....	6
Figura 4. Modelo de diagrama de Ishikawa.....	7
Figura 5. Modelo de Gráfico de Pareto.....	8
Figura 6. Herramienta Ficha de indicador .....	11
Figura 7. Flujograma matricial .....	12
Figura 8. Flujograma lineal.....	13
Figura 9. Símbolos utilizados en la construcción de flujogramas.....	13
Figura 10. Construcción de Matriz de Priorización .....	15
Figura 11. Matriz de Priorización .....	16
Figura 12. Estructura Lean.....	23
Figura 13. Seiri – Tarjeta Roja.....	24
Figura 14. Resumen 5S .....	26
Figura 15. Procedimiento SMED.....	29
Figura 16. Símbolos utilizados en la herramienta <i>Value Stream Map</i> .....	34
Figura 17. Herramienta <i>Value Stream Map</i> .....	35
Figura 18. Efectos de la implementación de <i>Lean Warehousing</i> .....	38
Figura 19. Indicadores relacionados con los puntos críticos. ....	39

Figura 20. VSM actual de la empresa en estudio.....	40
Figura 21. Definición de herramientas.....	41
Figura 22. Clasificación de residuos .....	55
Figura 23. Situación inicial de la empresa, VSM. ....	56
Figura 24. Situación inicial de la empresa, VSM. ....	56
Figura 25. Porcentaje de pérdida de tiempo en las máquinas de producción. ....	57
Figura 26. Porcentaje de pérdida de tiempo en las máquinas de producción. ....	58
Figura 27. Selección de herramientas Lean Office.....	61





## Capítulo 1. Marco Teórico

En el siguiente capítulo se llevará a cabo la descripción teórica y los principales conceptos relacionados a *Lean Manufacturing*, así como las herramientas que permitirán abordar el diagnóstico de la logística de salida y la distribución de la harina industrial en una empresa de consumo masivo. Primeramente, se revisarán las herramientas que permitirán un correcto diagnóstico de los procesos. En el siguiente punto, se explicará el concepto e historia de la *Lean Manufacturing* para posteriormente abordar *Lean Logistics* y los modelos de mejora de procesos utilizados. Finalmente, se realizará la presentación de casos en los cuales se aplica la *Lean Logistics* en industrias similares al rubro de la empresa en estudio.

### 1.1. Herramientas del diagnóstico de procesos

El uso de herramientas de diagnóstico permitirá analizar correctamente los principales problemas identificados durante la operación con la finalidad de poder evaluar la mejor alternativa que permita solucionar la raíz del problema.

Según Krajewski, L. (2015), existen seis pasos que permiten llevar a cabo un correcto diagnóstico de los procesos dentro de la empresa la cual permitirá contar con una documentación y comprensión rigurosa de cómo se viene realizando el trabajo y cómo podrá ser rediseñado.

- Paso 1: Identificar oportunidades

Para poder llevar a cabo este paso se deberá tener presente los siguientes procesos principales: relación con los proveedores, desarrollo de servicios y productos nuevos, abastecimiento de pedidos y relación con los clientes. Otra forma de identificar oportunidades será estudiar los aspectos estratégicos dentro de la compañía.



- Paso 2: Definir el alcance

Este podrá presentar gran amplitud o tener limitado alcance por lo cual deberá ser definido desde un principio los límites que tendrá el proceso en estudio.

- Paso 3: Documentar el proceso

Posterior a la estructuración de limitaciones por parte del alcance, se deberá documentar el proceso. A partir de un diagrama se podrá identificar los insumos, proveedores, productos y clientes. Las técnicas para poder registrar y analizar los procesos son las siguientes:

(1) flujogramas, (2) planos de servicios y (3) gráficos de procesos, las cuales nos permitirán observar cómo viene operando internamente una organización. Las técnicas para la documentación de procesos mencionadas permitirán ubicar problemáticas en el desempeño, obtener planteamientos sobre mejoramiento del proceso y poder registrar puntos clave de un proceso modificado o rediseñado.

- Paso 4: Evaluar el desempeño

Este es paso es importante ya que se deberá adecuadas mediciones respecto al desempeño que permitan evaluar la evolución del proceso e identificar cómo podría ser mejorado. Existen varias herramientas que permitirán comprender las causas del problema, como son las siguientes seis: (1) lista de verificación, (2) histogramas y gráficos de barras, (3) gráficos de Pareto, (4) diagramas de dispersión, (5) diagramas de causa y efecto y (6) gráficos. Si bien estas herramientas originalmente se desarrollaron con el objetivo de analizar problemas de calidad, su alcance también es aplicable a cualquier otra área para realizar la medición del desempeño.

- Paso 5: Rediseño del proceso

Al realizar el análisis del proceso en estudio se podrán evidenciar brechas o desconexiones que existen entre la capacidad real del proceso y lo deseado, por lo cual se hurgará las causas que desencadenan esto.

- Paso 6: Implementar los cambios

Hay que tener presente que durante esta etapa la resistencia al cambio puede resultar ser uno de los principales problemas, por lo cual deberán realizarse capacitaciones e implementar una serie de herramientas que permitan poder llevar a cabo una correcta ejecución.

### **1.1.1. Mapa de macroprocesos**

Según los autores Yolanda, G. y Eva, V. (2008) se entiende por proceso a la integración de recursos y actividades que brindan valor agregado hacia el usuario o cliente, el resultado de este proceso dependerá de los recursos utilizados; por otro lado, los procedimientos son una serie de instrucciones que permiten realizar un proceso a partir de una serie de pasos. El mapa de macroprocesos consolida la relación existente entre todos los procesos realizados dentro de una organización. Resulta importante realizar una clasificación que permita tener claridad de lo que resulta crítico y lo que no lo es a partir de los siguientes niveles:

- Procesos estratégicos

Son aquellos que despliegan y mantienen las estrategias y políticas dentro de la Unidad. Como ejemplo tenemos comercial, planificación, marketing, entre otros.

- Procesos operativos o claves

Justifican la existencia de la Unidad o Servicio, se encuentran directamente ligados a los servicios que se brindan y sus requisitos. Usualmente conlleva la mayor cantidad de recursos

al intervenir una gran cantidad de áreas funcionales. Por ejemplo, la distribución de productos terminados será un proceso operativo en una empresa productora.

- Procesos de soporte

Sirven de apoyo para los procesos operativos o que resulten ser claves en la operación, sin este tipo de soporte no se podrían llevar a cabo los procesos claves ni estratégicos. En una gran cantidad de casos estos procesos son determinantes para obtener los objetivos buscados por la Unidad o Servicio. Por ejemplos las áreas de compras, capacitación de personal, informática, entre otras.



Figura 1. Modelo del mapa de procesos

Tomado de Yolanda Gil, O. & Eva Vallejo G. (2008). Guía para la identificación y análisis de los procesos.

### 1.1.2. Diagrama de Actividades de Proceso (DAP)

El diagrama de actividades de proceso (DAP) es una representación gráfica a partir de símbolos los cuales permiten documentar de forma ordenada las diferentes actividades que vienen siendo realizadas por una persona en particular o un determinado grupo dentro de una estación de trabajo.

Según Krajewski, L. (2015) se realiza un análisis del proceso en estudio a partir de una tabla y brinda información sobre cada paso realizado. A diferencia de otros diagramas de flujo este requiere de las estimaciones de los tiempos realizados en cada actividad las cuales se agrupan en cinco categorías según se observa en la tabla 1.1. Por otro lado, se muestra en el Anexo B un ejemplo en el cual se aplica la herramienta en mención.

<i>Symbol</i>	<i>Description</i>	<i>Definition</i>	<i>Example</i>
●	Operation	A job or task normally performed at one location	Machine material
▬	Transportation	The movement of an item from one location to another	Moving material by hand, conveyor, etc.
■	Inspection	The determination of acceptability of an item	Examine material for quality or quantity
▶	Delay	A pause or interruption in scheduled work	Material waiting to be processed
▼	Storage	Scheduled holding of items before, during or after production operations	Raw material or finished goods stock

Figura 2. Símbolos en un diagrama de actividades de proceso (DAP)  
Tomado de Scallan. (2003). ¿Qué es la planificación de procesos?

- Operación

Cambiar, crear o adicionar algo. Realizar el corte de una pieza o brindar respuesta a los requerimientos de un cliente son ejemplos de operaciones.

- Transporte

Mover de una ubicación hacia otra el sujeto de estudio, siendo este sujeto un material, persona, herramienta o equipo. Realizar el traslado de un pallet de producto terminado hacia el muelle de carga es un ejemplo de transporte.

- Inspección

En esta categoría no se realizan cambios al sujeto de estudio, únicamente se lleva a cabo la verificación o comprobación. Realizar la verificación de los empaques de las galletas al final de la línea de producción es un ejemplo de inspección.

- Retraso

Ocurre cuando el material, persona, herramienta o equipo se encuentra detenido esperando una acción adicional. Tiempo de espera de materiales para la ejecución de la producción de harinas es un ejemplo de retraso en la operación.

- Almacenamiento

Se guarda algo para ser utilizado posteriormente. Un ejemplo respecto a esto es el guardar documentos en un archivador.

Flow process chart							
Job description	Machine part with NC drill press	Operation	Transportation	Inspection	Delay	Storage	
Job no.:	RH-0704-91						
Analyst:	R. Hall						
Step no.	Details of method						Time (min)
1	Inspect incoming part	●	→	■	▷	▼	1
2	Prepare part for machining	●	→	■	▷	▼	2
3	Position part	●	→	■	▷	▼	2
4	Machine part	●	→	■	▷	▼	3
5	Remove part from machine	●	→	■	▷	▼	1
6	Inspect finished part	●	→	■	▷	▼	2
7	Assemble finished part	●	→	■	▷	▼	3
8	Place on cart	●	→	■	▷	▼	-
9	Fully load cart	●	→	■	▷	▼	-
10	Full cart goes to final assembly	●	→	■	▷	▼	-

Figura 3. Modelo de diagrama de actividades de proceso (DAP)  
Tomado de Scallan, P. (2003). ¿Qué es la planificación de procesos?

### 1.1.3. Diagrama de Ishikawa

También es conocido como diagrama de causa y efecto o de espina de pescado, tiene como finalidad poder identificar las principales causas que posee un problema en específico. Las causas son agrupadas regularmente en las siguientes categorías: materiales, personal, procesos y máquinas.

Según Krajewski, L. (2015), un aspecto importa en el análisis de los procesos es poder identificar y enlazar cada una de las mediciones con los insumos, métodos y pasos del proceso que se incorporan finalmente al servicio o producto en específico, permitiendo analizar el desempeño a partir de sus posibles causas obtenidas, un modelo de diagrama se representa en la Figura 4. En el Anexo C se podrá visualizar un ejemplo aplicativo del diagrama de causa – efecto.

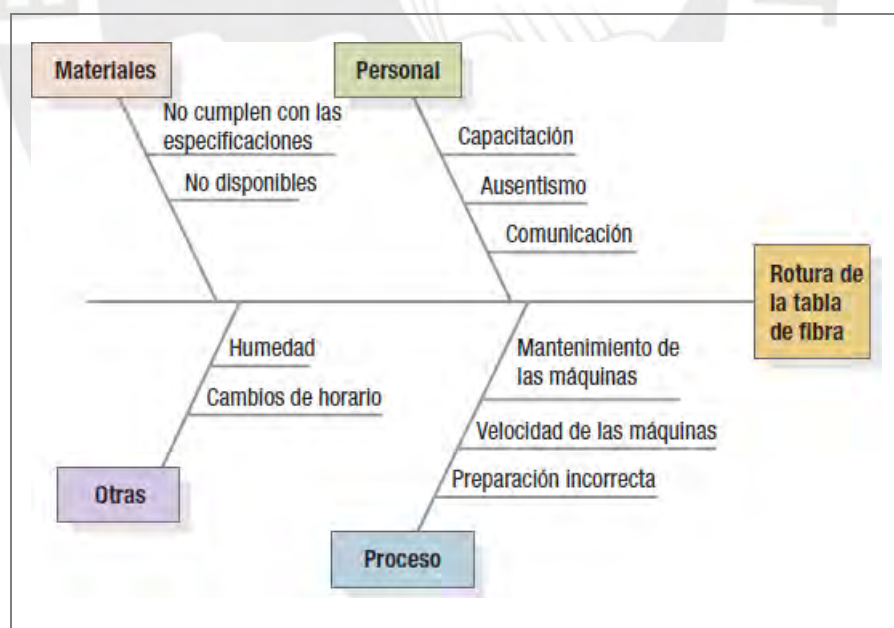


Figura 4. Modelo de diagrama de Ishikawa  
Tomado de Krajewski, L. (2015). *Operations Managment. Processes and Supply Chains*



### 1.1.4. Diagrama de Pareto

Conocido también como Distribución A, B, C es una gráfica que permite estructurar datos en orden descendente a partir de la priorización, lo cual facilita evidenciar el principio de Pareto el cual indica que existe una gran cantidad de problemas sin importancia y unos pocos de gran impacto.

Según Rivera, L. N. M. (2006), se sugiere mostrar dos tipos de diagramas, en el primero se encontrarán la totalidad de defectos (tiempos muertos, reprocesos, desperdicios, devoluciones, etc.) y en el siguiente los principales costos que generan estas no conformidades, a partir de ambos diagramas se analizará cual es el tipo de defecto que deberá ser atacado en primer lugar ya sea con la cantidad de incidencias en los defectos y/o por el costo total que genera. En la Figura 1.4 se muestra lo indicado y en el Anexo D se abordará un ejemplo aplicativo.

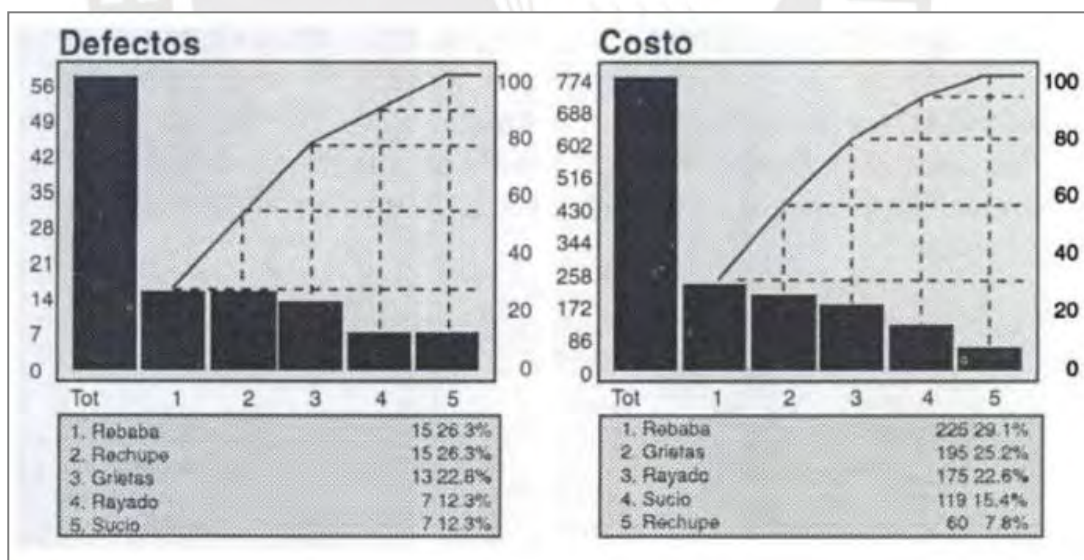


Figura 5. Modelo de Gráfico de Pareto

Tomado de Rivera, L. N. M. (2006). *Seis Sigma / Six Sigma: Guía Para Principiantes / Guide for Beginners*



### 1.1.5. Los 5 Porqués

Es una herramienta que permite analizar de manera cualitativa y posteriormente encontrar la causa raíz de una problemática a partir de una serie de cinco preguntas que permiten profundizar en los motivos del problema analizado, se revisará un ejemplo en el Anexo E.

Según Calva, R. C. C. (2014) de existir la presencia de un problema se deberá encontrar la respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la causa raíz del problema? (Base para la corrección)
- ¿Cuál es la causa por la cual no nos hemos anticipado al problema? (Base para la prevención)

Se inicia con el síntoma del problema y se procede con preguntas consecutivas del ¿por qué? hasta que la causa raíz se pueda evidenciar con claridad. Cabe señalar que el número de preguntas no necesariamente deberán ser cinco, este número es un promedio, el objetivo es determinar el núcleo del problema. El procedimiento por seguir es el siguiente:

1. Realizar una sesión de *brainstorming*.
2. Luego de identificar la causa más probable, se deberá preguntar “¿Por qué es así?” o “¿Por qué está pasando esto?”.

3. Se deberá continuar preguntando “por qué” al menos otras cinco veces más para poder retar al equipo y conformarse con causas que se encuentren probadas.
4. En ciertas ocasiones se podrán superar los cinco “por qué” para obtener la causa principal.
5. Durante este proceso se debe evitar preguntar “Quién”. Se debe tener presente que el objetivo es el proceso y solo ocasionalmente también el personal involucrado.

#### **1.1.6. Fichas de indicador**

Según García, L. A. M. (2008) dentro de la gestión los indicadores resultan vitales para la organización, su monitoreo continuo permite establecer condiciones y ubicar los diferentes síntomas que son obtenidos en el transcurso normal de las diferentes actividades. Respecto a la medición del desempeño de una organización en lo correspondiente a productividad y calidad, se deberá de disponer de indicadores que permitan interpretar en un determinado momento las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, por lo cual resulta importante determinar y precisar las condiciones necesarias que permitirán construir lo que resulte realmente útil para la organización. Se revisará un mayor alcance de la Ficha de indicador a partir de un ejemplo aplicativo en el Anexo F.

FICHA DE INDICADOR	
<b>Nombre del proceso involucrado</b>	<i>Individualización del proceso involucrado</i>
<b>Nombre Indicador</b>	<i>Identificación del indicador</i>
<b>Objetivo del Indicador y meta</b>	<i>Descripción de lo que se ambiciona o pretende (en palabras), e indicación de una meta (en número)</i>
<b>Forma de cálculo</b>	<i>Expresión matemática formal que admite una interpretación consistente con el objetivo del indicador.</i>
<b>Fuente de información</b>	<i>Fuente que provee de datos para el cálculo del indicador</i>
<b>Distribución</b>	<i>Funciones o cargos destinatarias de la información</i>
<b>Frecuencia</b>	<i>Periodicidad del cálculo</i>
<b>Tipo de gráfico (ejemplo ilustrativo)</b>	

Figura 6. Herramienta Ficha de indicador  
Tomado de Carlos, T. N. (2013) Sistema de indicadores académico para el monitoreo de un proceso de acreditación en una carrera de ingeniería industrial.

### 1.1.7. Flujograma

También conocido como Diagrama de actividades, permite realizar representaciones gráficas de un proceso siendo ampliamente utilizado es disciplinas como economía, procesos industriales, programación y psicología cognitiva. En el Anexo G se desarrollará un ejemplo aplicativo de la herramienta.

Según Álvarez, J. M. P. (2012), las utilidades obtenidas a partir del flujograma son muy amplias, destacando las siguiente:

- Documentación de procesos de forma gráfica permitiendo una rápida comprensión del objeto en estudio.
- Rapidez por parte de los agentes involucrados al momento de realizar acuerdos sobre métodos a seguir.

- Se pueden realizar reuniones que permitan determinar problemas y oportunidades de mejora, establecer tiempos, determinar recursos, entre otros.
- Brinda facilidad al momento de realizar diseños de procesos nuevos.
- Soporte en la capacitación de los colaboradores.

Se presentan dos tipos de flujograma: matricial y lineal.

- Flujograma matricial. Se caracteriza porque los agentes que intervienen en cada proceso se encuentran identificados en las cabeceras.

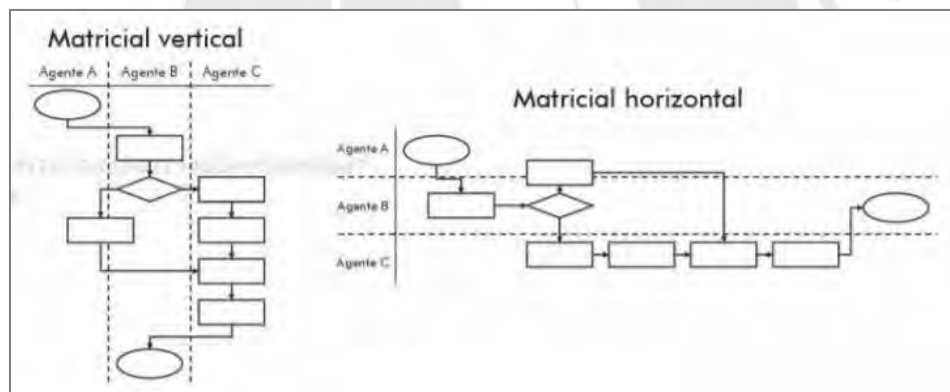


Figura 7. Flujograma matricial

Tomado de Álvarez, J. M. P., & Certificación, A. E. de N. y. (2012). Configuración y usos de un mapa de procesos

- Flujograma lineal. Todas las actividades involucradas durante el proceso aparecen en secuencia una debajo de la otra, aporte menor información sobre el proceso.

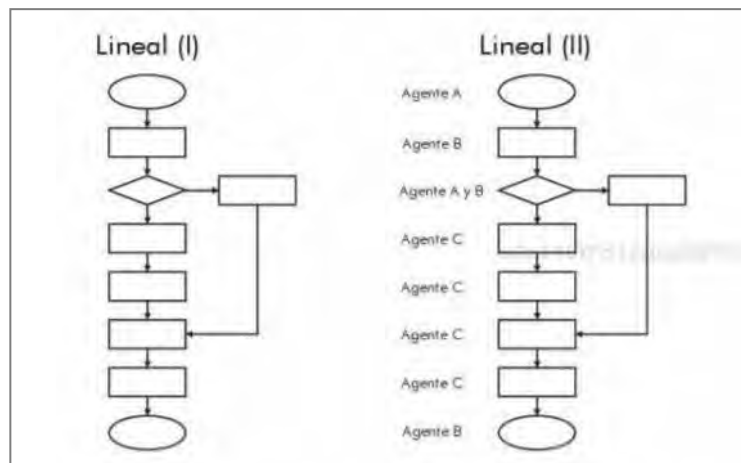


Figura 8. Flujograma lineal

Tomado de Álvarez, J. M. P., & Certificación, A. E. de N. y. (2012). Configuración y usos de un mapa de procesos

Los símbolos empleados para la elaboración del diagrama de flujo se muestran en la Figura 9.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Elipse u óvalo	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo. Está reservado a la primera y a la última actividad. Un proceso puede tener varios inicios y varios finales
	Rectángulo o caja	Se utiliza para definir cada actividad o tarea. Debe incluir siempre un verbo de acción. Las cajas se pueden numerar
	Rombo	Aparece cuando es necesario tomar una decisión. Incluye siempre una pregunta
	Flecha	Utilizada para unir el resto de símbolos entre sí, indicando la dirección secuencial de las actividades
	Símbolos de entrada y salida	Se utilizan para representar entradas necesarias para ejecutar actividades del proceso, o para recoger salidas generadas durante el desarrollo del mismo
	Conectores	Usados para representar conexiones con otras partes del flujograma o con otros procesos. Si el proceso es largo y el diagrama de flujo no cabe en una hoja, se suele utilizar algún símbolo para conectar una hoja con otra. Una letra o un número en el interior del símbolo indican que la secuencia enlaza con un símbolo equivalente. También se pueden utilizar para vincular el proceso que estamos dibujando con otro proceso relacionado

Figura 9. Símbolos utilizados en la construcción de flujogramas

Tomado de Álvarez, J. M. P., & Certificación, A. E. de N. y. (2012). Configuración y usos de un mapa de procesos

### 1.1.8. Matriz de priorización

Según Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997) esta herramienta tiene como objetivo la elección de decisiones a partir de la priorización de las diferentes actividades utilizando técnicas del Diagrama Matricial y Diagrama de Árbol. Las Matrices de Priorización deberán llevarse a cabo cuando:

1. Luego de haber identificado un conjunto de temas claves y sus potenciales formas solucionarlo, se podrá seleccionar la mejor opción.
2. Se genera desacuerdo respecto a la importancia de los criterios planteados de selección.
3. Se cuenta con limitada cantidad de recursos disponibles que permitan colocar en práctica la propuesta de mejora.
4. Fuerte interrelación entre las opciones generadas.

La construcción de las matrices posee variaciones a partir de la complejidad del tema planteado y la disponibilidad de tiempos para determinar priorización, por lo cual existen dos alternativas:

- a) Método del Criterio Analítico Completo
- b) Método del Consenso de Criterios



Por otro lado, según Lemos, P. L. (2016) ambos métodos están basados en el uso de matrices en L, en la cual las alternativas son colocadas en las filas y los criterios son colocados en las columnas. Las diferencias entre ambos métodos radican en la ponderación de los criterios, importancia que tiene un criterio respecto a otro, en el primer caso se realiza una estimación matemática de la ponderación de un criterio respecto a los demás; por otro lado, en el segundo caso la ponderación o peso por importancia se hace a partir de un consenso llevado a cabo con el grupo. También se presenta diferencias en la comparación sistemática entre ambas alternativas, para el primer caso se realiza una comparación sistemática de cada alternativa respecto al resto, lo cual extiende el tiempo de análisis, mientras que en el segundo caso las opciones son ordenadas de forma grupal. En las Figuras 10 y 11 se mostrará la estructura en una matriz de priorización y en el Anexo H se desarrollará un ejemplo aplicativo respecto al tema revisado.

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Total
SOLUCIÓN 1					
SOLUCIÓN 2					
SOLUCIÓN 3					

CRITERIOS	
Criterio 1	Impacto en la economía
Criterio 2	Satisfacción del conductor habitual
Criterio 3	Satisfacción de su familia
Criterio 4	Sostenibilidad en el medio y largo plazo

SOLUCIONES	
SOLUCIÓN 1	Comprar un coche nuevo
SOLUCIÓN 2	Reparar el coche
SOLUCIÓN 3	Buscar alternativas en transporte público

Figura 10. Construcción de Matriz de Priorización  
Tomado de Lemos, P. L. (2016). Herramientas para la mejora de la Calidad



Teniendo como resultado lo siguiente:

	Impacto en la economía	Satisfacción conductor habitual	Satisfacción familia	Sostenibilidad	Total
Comprar un coche nuevo	1	10	7	10	700
Reparar el coche	5	5	7	8	1.400
Usar transporte público	10	1	1	2	20

Figura 11. Matriz de Priorización

Tomado de Lemos, P. L. (2016). Herramientas para la mejora de la Calidad

## 1.2. Modelo de mejora de procesos

Para la implementación de las soluciones a las problemáticas desarrolladas en el marco de estudio se seleccionarán las herramientas de la filosofía *Lean Manufacturing* las cuales permitirán llevar a cabo las mejoras analizadas.

### 1.2.1. Historia de la manufactura esbelta

Según Quijada, J. A. B. (2019), Lean Manufacturing es una filosofía / sistema de gestión sobre cómo operar un negocio, enfocando la utilización de sus herramientas en la eliminación de todos los desperdicios lo cual permite la reducción de tiempos entre el pedido realizado por el cliente y el envío del producto, llevando a cabo una mejora en calidad y reducción de costos.

“El objetivo es incrementar la eficacia de la producción eliminando los despilfarros de forma consistente e implacable. Esto, y el respeto a las personas, de la misma importancia, configura la base de un sistema Lean” (Quijada, J. A. B. 2019, p.9). Lean se originó en la industria automotriz de Toyota entre los años 1950 y 1963, si bien surgió en un sector industrial

el alcance de su implementación es mucho más amplio, durante este periodo Toyota había basado su estrategia en una producción en masa, pero al fracasar se vieron en la necesidad de desarrollar un nuevo sistema distinto al Taylorismo, el cual tenía gran fuerza en aquellos años.

“Los sistemas esbeltos abarcan la estrategia de operaciones, diseño de procesos, administración de la calidad, administración de restricciones, diseño de la distribución física, diseño de la cadena de suministro y administración de la tecnología e inventarios de una empresa” (Krajewski, L. 2015, p.348).

Resultará importante poder tener claridad en la definición de los siguientes conceptos:

- Muda: Viene de una palabra japonesa cuyo significado es despilfarro, desperdicio. Se trata de todo tipo de actividad que utiliza recursos dentro de la empresa (personas, tiempo, materiales, etc.); sin embargo, no genera ningún valor para el cliente.
- Valor: Satisface al cliente a partir de un precio determinado y un momento en específico. Quijada, J. A. B. (2019) nos indica que el cliente define qué es valor y qué no lo es, y luego la empresa se encargará de la producción, por lo tanto, el objetivo de la empresa es proporcionar aquello que el cliente considera valor y eliminar todo lo demás.

Así mismo, la muda o despilfarro se podrá clasificar en los siguiente dos subtipos:

- Muda Tipo I: Se tratará de todo aquello que no podamos eliminar inmediatamente, por lo cual se deberá reducir lo más posible, esto suele darse debido a las deficiencias en el diseño del proceso.

- Muda Tipo II: Será todo aquello que pueda ser eliminado sin problemas de forma inmediata, se tratará de despilfarro puro en el cual se puedan lograr ganancias de manera inmediata.

Existen 7 tipos de despilfarros los cuales fueron clasificados por Taiichi Ohno con uno adicional que se añadió posteriormente.

- Sobreproducción

Declarado por Taiichi Ohno como el principal despilfarro debido a que impacta colateralmente todos los demás. Es el resultado de producir mayor cantidad de lo solicitado o de poseer o invertir en maquinaria con mayor capacidad de la requerida, esta producción en exceso repercute en la pérdida de tiempo por fabricación de un producto que no se quiere en ese momento, lo cual también representa un consumo innecesario de material que a su vez incrementa la cantidad de transportes y el nivel de almacenamiento.

- Esperas

El desperdicio por tiempos de espera se trata del resultado de un proceso o una secuencia de laboral poco eficiente. Tener procesos con un incorrecto diseño puede ocasionar que algunos trabajadores se encuentren detenidos mientras otros se encuentren saturados de trabajo, por lo cual es importante poder llevar a cabo un detallado análisis sobre cómo reducir o eliminar los tiempos perdidos durante los diferentes procesos.

- Transporte

Todo transporte es un despilfarro y se trata de la acción de movilizar una pieza de un proceso a otro o hacia otro almacén, es el resultado de un traslado o movimiento innecesario del producto o material. Resulta importante que la maquinaria y las líneas de producción se encuentren lo más cercano que se pueda para evitar colas de inventario y exista un flujo directo. Además, entre mayor desplazamiento tenga un producto es mayor la probabilidad de que pueda resultar dañado.

- Sobreprocesamiento

Este despilfarro corresponde a volver a manipular una pieza debido a que no fue correctamente procesado y se deberá rectificar, es aplicable también a los servicios.

- Exceso de inventario

Exceso de insumos, materia prima, *work in process* o producto terminado. Esto trae como consecuencia el aumento del *Lead Time*, daños, obsolescencia, transporte y almacenamiento. Este despilfarro por exceso de inventario oculta problemas críticos como desequilibrio en la producción, defectos, entregas tardías, baja utilización de maquinaria y equipos y prolongado tiempo de set up.

“El almacenamiento de productos presenta la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos hasta el punto que los expertos han denominado al stock la raíz de todos los males” (Quijada, J. A. B. 2019, p.22).

- Movimientos innecesarios

Movimientos excesivos de parte de los empleados para poder ejecutar su tarea.

- Defectos

Corresponde a piezas que han sido mal ejecutadas y se deberán rectificar, si bien este tipo de despilfarro es uno de los más aceptados significa una considerable pérdida de productividad debido al trabajo extra y la cantidad de recursos utilizados para solucionarlos.

- Capacidad no aprovechada

Comprender el desaprovechamiento de la capacidad intelectual de los empleados como habilidades, ideas, propuesta de mejora, tiempos.

Finalmente, se debe tener presente que es muy importante identificar la existencia de tres fuentes de despilfarros (“las 3M’s”).

- Muda: Anteriormente explicada
- Mura: Desnivelación por parte de la carga laboral, ya sea por personas o máquinas.
- Muri: Sobrecarga en personas o máquinas.

### 1.2.2. Lean Logistics

Según Baudin, M. (2005), *lean logistics* es la dimensión logística de *lean manufacturing*, se podría decir que la organización logística es como el pit crew para el piloto de carrera producción. El objetivo principal de la logística es poder entregar correctamente los productos en el lugar y cantidad adecuada, manteniendo una correcta presentación y realizarlo eficientemente a partir de la reducción de desperdicios.

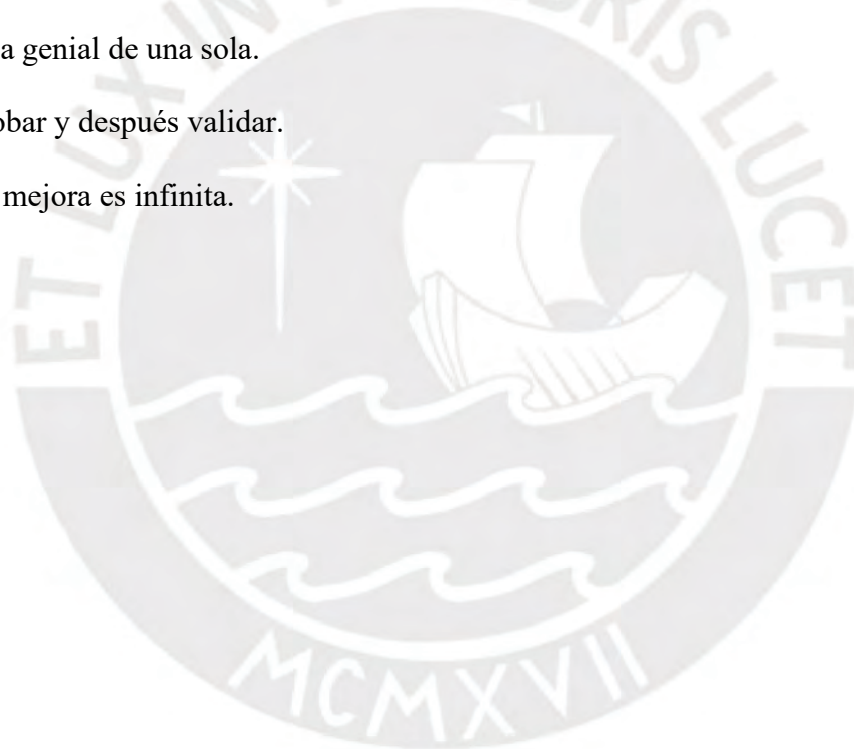
La logística es una parte crucial de la cadena de suministro. Salleh, A.L., Arabia, S. and Dali, A. (2009) indica que el costo, la velocidad y la calidad del servicio brindado en las operaciones logísticas impactan directamente en el desarrollo conjunto de la cadena de suministro, debido a que los clientes exigen simultáneamente plazos de entrega más cortos, precios y excelente nivel de servicio, las empresas de logística deben buscar mejorar sus operaciones para poder ofrecer un valor superior a los clientes. Si bien la filosofía Lean proviene de la industria manufacturera, los principios no se encuentran restringidos únicamente a los procesos de fabricación, según Jeyaraman, K. and Teo, L.K. (2010) para mejorar la productividad y el rendimiento de la calidad, la industria de servicios también necesitará reducir o eliminar desechos y sus respectivas variaciones en los procesos, esto incluye la logística industrial.

A continuación, se revisarán las principales herramientas utilizadas en la filosofía *Lean Manufacturing*.

### **1.2.3. Kaizen**

Según Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013) el concepto de mejora continua es la clave dentro de *Lean Manufacturing*, la cual se basa en la lucha constante contra el desperdicio generado, pero el pilar fundamental para mantener todo en marcha es el trabajo en equipo, el cual ha sido denominado espíritu Kaizen, del cual se basó el fuerte éxito del sistema esbelto en Japón. El significado de Kaizen es “cambio para mejorar”, viene de las palabras KAI-cambio y ZEN-bueno. Este cambio de actitud de las personas hacia la mejora busca poder utilizar su capacidad en todo su potencial. Los 10 puntos más importantes del espíritu Kaizen son los siguiente:

1. Rechazar el estado actual de las cosas, dejar de lado las ideas fijas.
2. En vez de dar explicaciones a lo que no se puede realizar, reflexionar respecto a cómo se debe hacer.
3. Realizar de forma inmediata las propuestas buenas de mejora.
4. No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
5. Corregir un error de forma inmediata e in situ.
6. Ubicar las ideas en la dificultad.
7. Encontrar la causa real, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
8. Tener en consideración las propuestas o ideas de diez personas en vez de esperar la idea genial de una sola.
9. Probar y después validar.
10. La mejora es infinita.





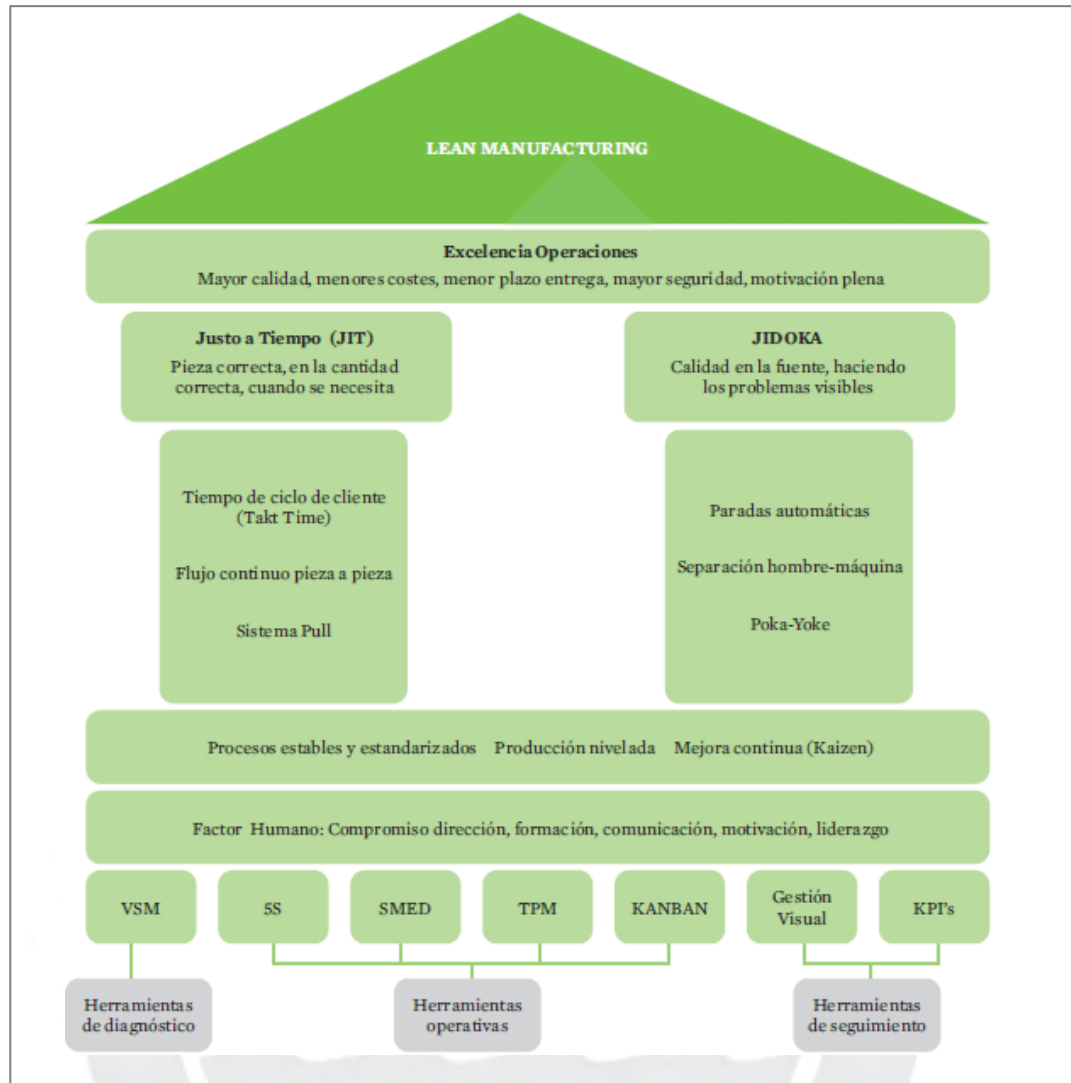


Figura 12. Estructura Lean  
Tomado de Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean Manufacturing Conceptos, Técnicas e Implantación

#### 1.2.4. 5'S

Es una herramienta operativa que permite la aplicación secuencial de los diferentes principios de orden y limpieza dentro de la posición laboral. Debido a su sencillez e impacto es la primera herramienta que suele ser implementada por toda empresa que aborde la metodología *Lean*, en corto tiempo se generan resultados tangibles y cuantificables con un gran impacto, a partir de esto el personal percibe indirectamente la relevancia cosas de menor tamaño y que su entorno se encuentra bajo su responsabilidad.

La implementación de las 5S es un proceso compuesto de cinco pasos cuya ejecución se encuentra implicada por la asignación de recursos, adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos.

a) Seiri – Eliminar

Se trata de clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o que resulten inútiles para la tarea que se viene realizando, la pregunta clave a utilizar es: “¿es esto útil o inútil?”. Es importante controlar el flujo de los objetos para evitar estorbos que generen despilfarros como el incremento de transportes y manipulaciones, tiempo en la localización de cosas, materiales obsoletos, falta de espacios, etc. Al ejecutar este primer paso resulta directo al implementar la tarjeta roja que se observa en la Figura 13.

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

Figura 13. Seiri – Tarjeta Roja  
Tomado de Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean Manufacturing Conceptos, Técnicas e Implantación

b) Seiton – Ordenar

Una vez que se encuentren los elementos clasificados como necesarios para la operación realizada, se deberá organizar para que puedan ser encontrados con facilidad, definir e identificar una ubicación que permita facilitar su búsqueda y posterior retorno. El comentario o actitud que más se contrapone a lo propuesto por seiton es “ya lo ordenaré mañana” lo cual luego se convierte en dejar cualquier objeto en cualquier sitio. Para la implementación de seiton se deberá definir los límites en las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de tránsito, así mismo, se deberá de disponer de un lugar correcto que evite duplicidades.

c) Seiso – Limpieza e inspección

Significar limpiar e inspeccionar el área de trabajo para poder identificar defectos y eliminarlos, se busca una anticipación para poder prevenir defectos. Si durante la acción de limpieza se evidencia algún desorden, se deberá identificar las causas principales para poder establecer la acción correctora que mejor resulte. Así mismo, al momento de la limpieza es importante identificar cuáles son los focos de suciedad para eliminarlos y reducir la frecuencia dedicado a la limpieza, pero manteniendo un óptimo de limpieza en las áreas revisadas.

d) Seiketsu – Estandarizar

Una vez ejecutadas y asentadas las tres primeras “S” seiketsu permite consolidar las metas, al sistematizar lo conseguido permitirá asegurar perdurablemente los efectos. Estandarizar implica tener un método claro y seguir dicha aplicación para la ejecución de un determinado procedimiento de tal manera que la organización y el orden sean factores fundamentales.

e) Shitsuke – Disciplina

Al realizar la traducción del japonés significa disciplina, cuyo objetivo es el de generar un hábito en la utilización de los métodos previamente estandarizados. Su desarrollo se encuentra conectado al de originar una cultura de autodisciplina para que resulte perdurable la implementación de las 5S. La persona que lidere la implementación lean deberá establecer diversos sistemas o mecanismos que sirvan de control visual.

<b>SEIRI</b> Separar y eliminar	<b>SEITON</b> Arreglar e identificar	<b>SEIDO</b> Proceso diario de limpieza	<b>SEIKETSU</b> Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	<b>SHITSUKI</b> Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

Figura 14. Resumen 5S

Tomado de Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean Manufacturing Conceptos, Técnicas e Implantación

### 1.2.5. SMED

Es la abreviación de *Single-Minute Exchange of Dies* que hace referencia al cambio rápido de herramientas, esta metodología tiene como principal objetivo la disminución en los tiempos de preparación a partir de un estudio detallado de todo el proceso e incorporando cambios en la máquina, herramientas e incluso el propio producto siempre, lo cual permitirá una considerable reducción en los tiempos de preparación. Para poder llevar a cabo estos cambios se deberán eliminar ajustes y estandarizar operaciones a partir de la implementación de nuevos mecanismos.

Según Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013), en las empresas japonesas la reducción de tiempo de preparación no recae únicamente en el personal de producción, sino también en los Círculos de Control de Calidad (CCC). Justamente, SMED aplica técnicas de calidad para poder resolver problemas como el análisis de Pareto, las seis preguntas ¿Qué? - ¿Cómo? - ¿Dónde? - ¿Quién? - ¿Cuándo? y los ¿Por qué? todas las técnicas mencionadas son utilizadas con el objetivo de ubicar posibilidades de cambio, simplificación o eliminación de tareas de preparación a partir de la identificación de la causa matriz que repercuten en los elevados tiempos.

Según Socconini, L. (2019), durante la implementación se deberán realizar los siguientes pasos para poder mejorar los tiempos de cambio:

1. Observar y medir el tiempo total del cambio

Se observará detalladamente el proceso de un cambio en específico, documentando en video los movimientos realizados por el personal a cargo mientras se buscan mejoras



dentro de este. Es muy importante que se realice una toma de tiempos, accionando el cronómetro entre un producto y otro.

2. Separar las actividades internas de las externas

Se reunirá el equipo para poder observar el video realizado y cuando las actividades puedan realizarse antes o después del paro serán clasificadas como actividades externas; por otro lado, cuando la máquina deba encontrarse detenida para poder desarrollar las actividades entonces serán clasificadas como internas.

3. Convertir actividades internas en externas y mover actividades externas fuera del paro.

Se realizará un análisis sobre cuál de las actividades realizadas durante el paro se podrán mejorar o simplificar.

4. Eliminar desperdicios de las actividades internas

Algunas de las principales acciones a desarrollar en este punto son las siguientes:

- Utilizar herramientas de rápida acción que permitan reducir el cambio de las partes.
- Reducir la necesidad de desplazarse a cada extremo de la máquina a partir del trabajo en equipo.
- Realizar el diseño de partes estándar que permita eliminar cambios innecesarios.
- Reposicionar partes o materiales para disminuir desplazamientos.

5. Eliminar desperdicios de las actividades externas

Es importante reducir el papeleo que permitan eliminar desperdicios en este tipo de actividades, reubicar almacenaje y utilizar lista de verificación.

## 6. Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento

Se deberá establecer un procedimiento o instructivo que permita realizar rápidamente los cambios, lo cual permita tener la seguridad que los logros obtenidos se mantengan.

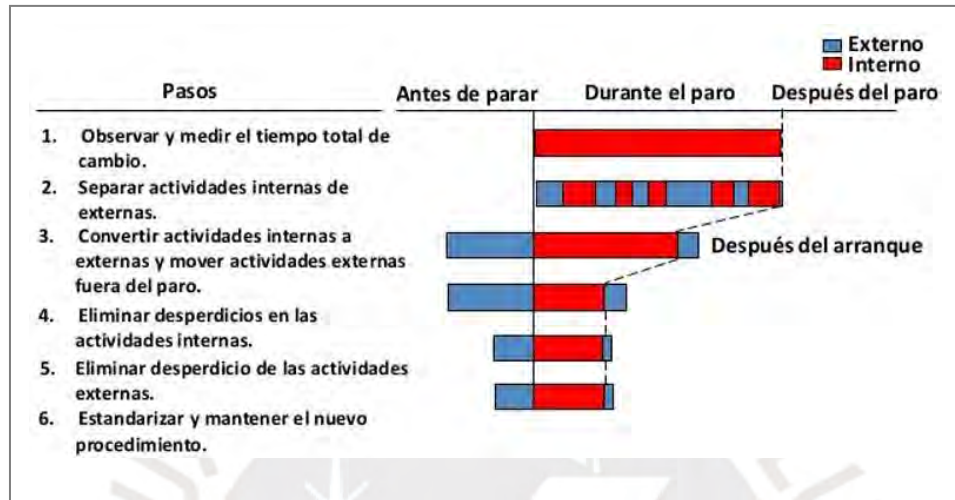


Figura 15. Procedimiento SMED

Tomado de Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing. Paso a Paso



### 1.2.6. Estandarización

Según Socconini, L. (2019), el trabajo estándar permite la excelencia operativa, sin este no se podría garantizar que en la operación la producción sea siempre la misma. El trabajo estandarizado logra aplicar los elementos de la manufactura esbelta ya que permite definir de forma más eficiente los métodos de trabajo para logra un óptimo de calidad y reducción de costos. El trabajo estándar se encuentra compuesto de tres elementos:

- Tiempo *takt* (rapidez de la demanda).
- Secuencia estándar de las operaciones.
- Inventario estándar en proceso.

El estandarizar las operaciones permite establecer una línea base para la evaluación y administración de procesos junto con su desempeño, lo cual servirá como fundamento para las mejoras. Según Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013), para poder desarrollar una correcta estandarización se deberán tener presente los siguiente cuatro principios.

- Descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir los objetos.
- Proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles para cada caso.
- Garantizar su cumplimiento.

- Considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores.

### 1.2.7. Poka Yoke

La nomenclatura viene del vocablo japonés *Poka* = errores inadvertidos y *Yokeru* = evitar. Los dispositivos *poka yoke* son métodos que evitan los errores humanos durante los procesos antes de convertirse en defectos y permiten que los operadores puedan centrarse netamente en sus actividades. Este sistema permite realizar una inspección total y realizar una acción inmediata en el momento que se presente el defecto. Resulta muy importante en la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing* que ninguna operación envíe productos defectuosos a la siguiente estación debido a que genera interrupciones en la continuidad del flujo y se acumulan excesos o mudas. Las principales fuentes de defectos se pueden dar en lo siguiente:

- Materiales  
Debido a daños, equivocaciones, fuera de especificación u obsoletos.
- Mano de obra  
Generalmente debido a una mala capacitación, errores inadvertidos, equivocaciones, descuidos y mala operación de los equipos.
- Métodos  
Debido a que son incompletos, poco comprensibles o complejos, obsoletos y no presentan una adecuada documentación.
- Maquinaria

No existe un correcto mantenimiento, se encuentran mal ajustados, cambios deficientes, se presenta suciedad y contaminación hacia los productos e instalaciones inadecuadas.

#### Categorías de los elementos poka yoke

##### 1. Poka yoke de advertencia

Antes de que ocurra el error el elemento de advertencia avisa al operador o usuario.

##### 2. Poka yoke de prevención

En este tipo de poka yoke se busca que no haya error al utilizar mecanismos que resulte imposible cometerlos.

#### Niveles de poka yoke

- Nivel 1: Se detecta el defecto cuando ya ocurrió
- Nivel 2: Detecta el error al momento que surge y antes de que pueda convertirse en defecto.
- Nivel 3: Elimina la posibilidad de que se puedan generar errores y puedan generar defectos.

### 1.2.8. Kanban

Es un sistema de información japonés que permite controlar armónicamente la fabricación de los productos a partir de la cantidad y tiempos necesarios que se realizan en cada proceso dentro de la fábrica y entre distintas empresas.

Según Krajewski, L. (2015) este sistema es uno de los que más divulgación ha tenido dentro de los sistemas esbeltos y el TPS. La palabra *Kanban* que traducido del japonés significa “tarjeta” o “registro visible”, hace referencia a las tarjetas usadas para el control de la producción en la fábrica. Por otro lado, según Silva, C., Ferreira, L. M., Thüerer, M., & Stevenson, M. (2016) el *Kanban* permite vigilar durante un determinado periodo y se desarrolló para frenar la sobreproducción en la cadena de suministro que manejaba internamente Toyota.

Se basa en el concepto de supermercado, en el cual el proceso posterior va hacia el proceso anterior para retirar del estante lo que se necesite en el momento adecuado, esto se realiza a partir de la utilización de tarjetas. En el Anexo C se mostrará un ejemplo aplicativo de la herramienta.

### 1.2.9. Value Stream Map (VSM)

El mapa de la cadena de valor (“*Value Stream Map*”) permite tener visibilidad respecto a las actividades que aportan directamente a los procesos agregando valor y las que no lo hacen, esto con la finalidad de poder ubicar los cuellos operativos y los puntos críticos del proceso, a partir de este instrumento se puede determinar en dónde podemos brindar mayor fuerza a la mejora sin tener que perder recursos aplicando las herramientas de la filosofía Lean deliberadamente en cualquier proceso o actividad dentro de la cadena de valor. En el mapa de valor futuro se podrá visualizar la mejor solución que podría desarrollarse en un corto plazo para la operación, estos mapas futuros se basan en sistemas *pull*, a diferencia de los mapas actuales que presentan sistemas *push*. Las herramientas de manufactura esbelta que se visualizarán en el mapa como un relámpago representan los eventos *kaizen* que deberá realizar el equipo y que serán abordados en cada tema según se requiera.

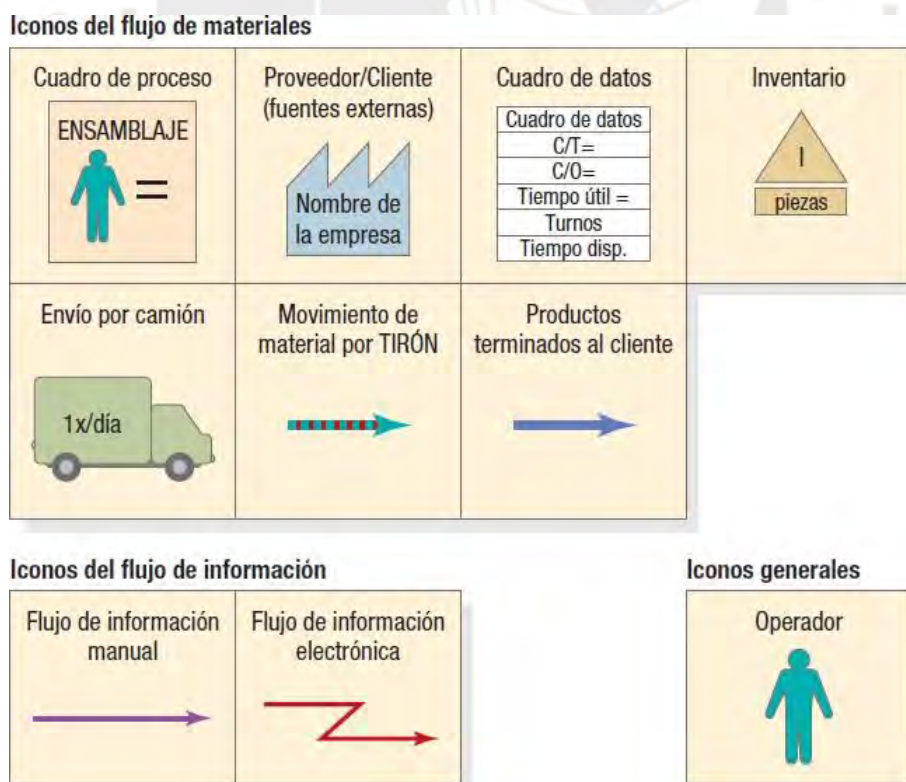


Figura 16. Símbolos utilizados en la herramienta *Value Stream Map*  
Tomado de Krajewski, L. (2015). *Operations Management. Processes and Supply Chains*

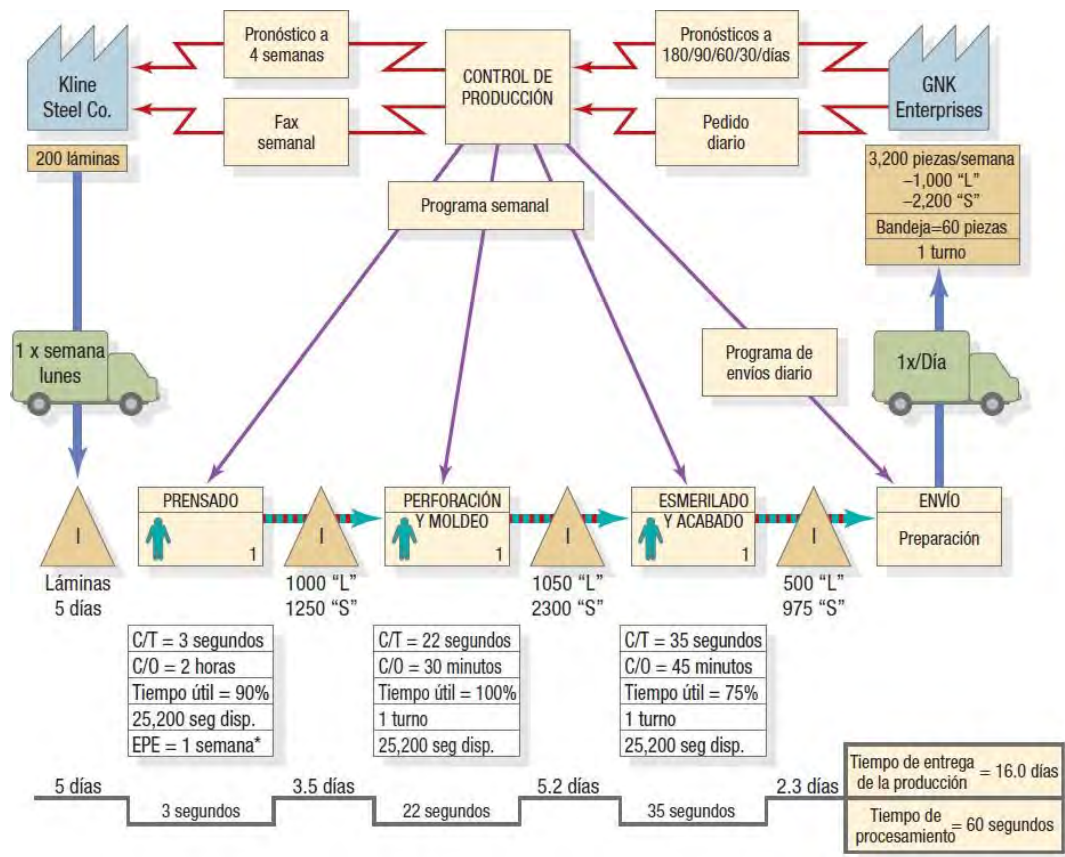


Figura 17. Herramienta *Value Stream Map*  
 Tomado de Krajewski, L. (2015). *Operations Management. Processes and Supply Chains*



## Capítulo 2. Contenido del Trabajo de Investigación

### 2.1. Presentación de casos

El siguiente capítulo tiene como objetivo poder revisar y analizar diferentes casos en los cuales se ponga en práctica las herramientas de manufactura esbelta, así como profundizar en los conceptos de dicha filosofía, a partir de esto se busca poder evaluar los resultados positivos que generan en las diferentes compañías y hacer tangible la necesidad de la importancia competitiva.

#### 2.1.1. Primer caso: Implementación de Lean Warehousing para reducir el nivel de devoluciones en una empresa de distribución

La gestión correspondiente a las devoluciones de mercadería en el área de Distribución resulta crítica dentro de las empresas, es importante realizar un efectivo seguimiento para su control, así como poder identificar las causas que permitan disminuir y controlar de mejor forma todo lo relacionado con las devoluciones.

El siguiente trabajo de investigación realizado por Bonilla, Marcos (2019) se enfoca en poder mejorar el servicio brindando a partir de la disminución de las devoluciones en una empresa de distribución realizando la implementación de *Lean Warehousing*, siendo el 12.1% de ventas pedidas o productos rechazados los cuales representan un monto de 158,061.69 USD.

El objetivo del siguiente trabajo es el de poder analizar la implementación de herramientas de manufactura esbelta que permitan demostrar la eficiencia y mejoras obtenidas con su desarrollo.

A continuación, se llevará a cabo el desarrollo del análisis y planteamiento de la empresa en estudio la cual como se indicó al comienzo viene presentando un 12.1% de ventas pedidas o de productos rechazados las cuales impactan a la compañía en 158,061.69 USD. Al llevarse a cabo el análisis de las principales causas se encontró lo siguiente:

- Pedidos despachados fuera de la ventana horaria establecida (50.71%).
- Pedidos incompletos (30.57%).
- Pedidos enviados en mal estado (18.72%).

A partir del diagnóstico realizado se realizó la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para obtener mejores y eficientes prácticas en la empresa, “la implementación se introdujo a partir de tres etapas: “crear estabilidad”, “crear flujo” y “realizar flujo” en el almacén”. (Bonilla-Ramirez, K. A., Marcos-Palacios, P., Quiroz-Flores, J. C., Ramos-Palomino, E. D., & Alvarez-Merino, J. C, 2019, p.1). Esta implementación se llevó a cabo a partir de un piloto el cual consideró indicadores que fueron identificados por la herramienta VSM.

- Tiempo de recolección (5 horas).

- Porcentaje de pedidos desatendidos por falta de stock (28.64%).
- Porcentaje de pedidos no conformes por vencimiento (25.5%).

En la Figura 18 se observa el impacto en la combinación de herramientas Lean aplicadas al campo de Lean Warehousing a partir de trabajos académicos realizados que han logrado tener éxito en los resultados esperados.

Investigation	Lean tools	Result
[11]	Value Stream Mapping and the Gemba Shikumi technique.	- Increase in the free area available in the warehouse to 13%.
[12]	Balance Scorecard, 5S, S&OP forecast, ergonomics, process standardization, DMAIC, routing method.	- Increase of warehouse delivery reliability to 99.97%.
[13]	SLP analysis to optimize storage location allocation and material distribution.	- Reduction of cycle time for new orders to 21 hours per month.
[14]	Value Stream Mapping, 5S, principles of visual control, process standardization, FIFO.	- Reduction of the shift rate of the executor of tasks in the warehouse from 4.76% to 2.80%.
[15]	Value Stream Mapping, the 5S methodology, FEFO and warehouse design.	- 90% reduction of defective items.
[16]	Value Stream Mapping to shorten the delivery time.	- 50% reduction in transport and handling activities.
		- Increase of 26% in picking productivity.
		- 57% reduction in delivery time.

Figura 18. Efectos de la implementación de *Lean Warehousing*  
Tomado de “Implementation of Lean Warehousing to Reduce the Level of Returns in a Distribution Company”, por Bonilla K. Marcos P. 2019

Durante el análisis realizado se revisó información histórica de la empresa obteniendo que la empresa posee un porcentaje medio de rechazo de 12.45% lo cual super la política de rechazo del 5% de las empresas líderes del sector, por esta razón a través de la herramienta Value Stream Map (VSM) Figura 1.17 se registró la situación actual de la empresa, determinando que los principales puntos críticos actuales son los siguientes:

- Distribución física inadecuada de productos en el almacén.

- Planificación ineficiente del sistema de abastecimiento.
- Ausencia de un control de inventario FEFO para los productos que ingresan al almacén.

A continuación, se mostrará el análisis realizado respecto a los principales indicadores que se encuentran vinculados a los problemas presentados.

Indicator	Unit	Traffic light			Current value	Projected value	Value obtained
		Red	Yellow	Green			
Non-compliance in the delivery of products	%	$\geq 60$	60 - 30	$\leq 30$	43.44	28	30
Picking time	hours	$\geq 5$	5 - 2.5	$\leq 2.5$	5	2.5	3
Orders left to attend due to lack of stock	%	$\geq 35$	35 - 22	$\leq 22$	28.64	20	22
Non-compliant orders	%	$\geq 30$	30 - 20	$\leq 20$	25.5	18	20

Figura 19. Indicadores relacionados con los puntos críticos.  
 Tomado de Bonilla K. Marcos P. (2019) "Implementation of Lean Warehousing to Reduce the Level of Returns in a Distribution Company"

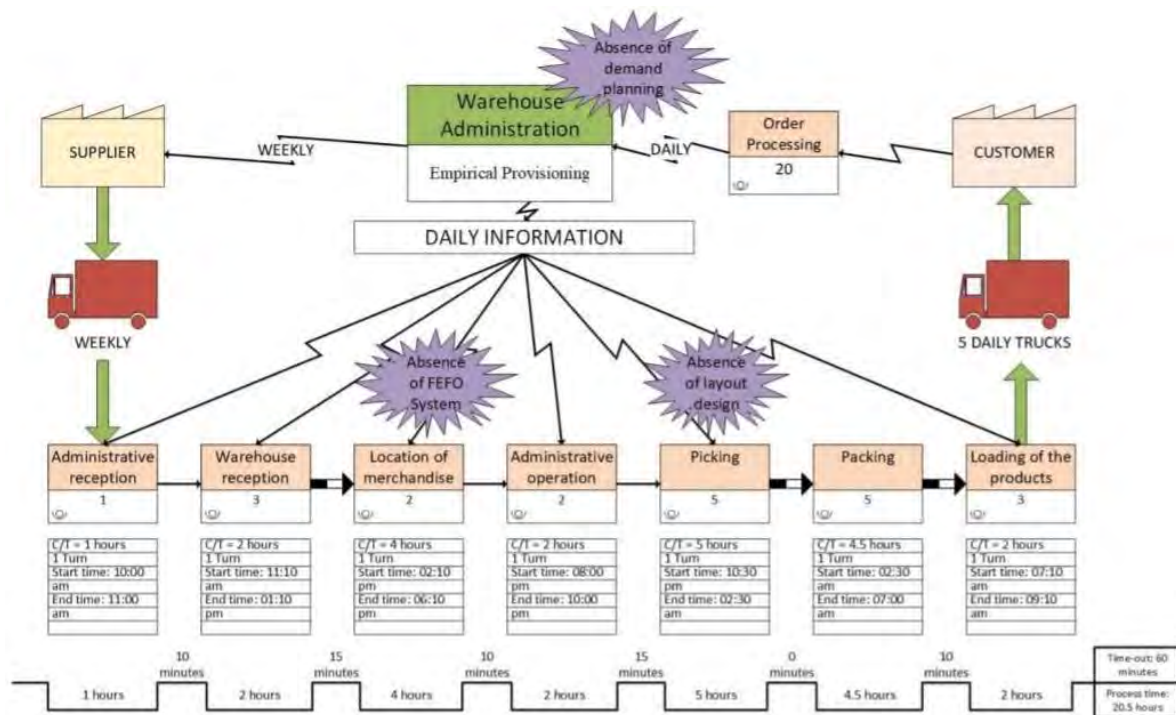


Figura 20. VSM actual de la empresa en estudio.

Tomado de Bonilla K. Marcos P. (2019). "Implementation of Lean Warehousing to Reduce the Level of Returns in a Distribution Company".

Posterior a análisis realizado con la herramienta VSM, se aplicaron las siguientes herramientas con el objetivo de reducir la tasa de devoluciones de la compañía.

- a) Metodología 5S
- b) Planificación del diseño de sistema (SLP)
- c) Modelo de aprovisionamiento mínimo y máximo
- d) Sistema FEFO



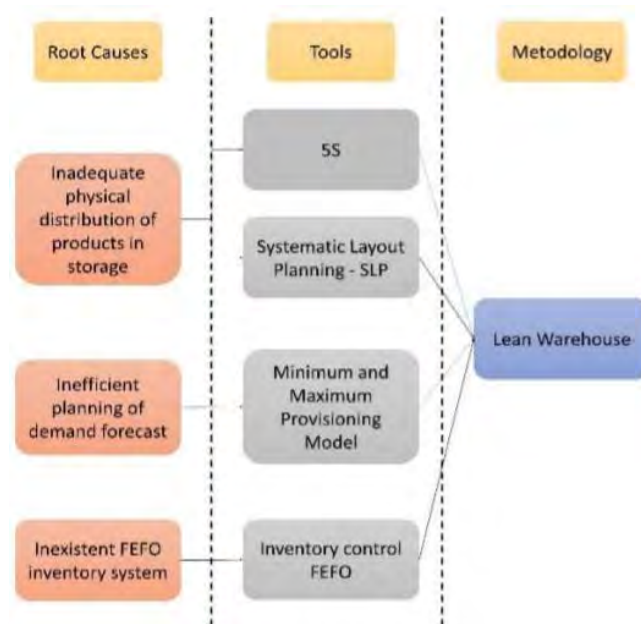


Figura 21. Definición de herramientas.

Tomado de Bonilla K. Marcos P. (2019). *“Implementation of Lean Warehousing to Reduce the Level of Returns in a Distribution Company”*

Luego de la implementación de las herramientas desarrolladas se obtuvieron los siguientes resultados:

- Tiempo de picking se redujo a tres horas.
- Porcentaje de pedidos desatendidos por falta de stock se redujo a un 22%.
- El porcentaje de pedidos no conformes por vencimiento obtuvo un 20%.
- El nivel de rechazo obtenido se redujo a 5.5% el cual impactó positivamente en el margen de la empresa.



## 2.1.2. Segundo caso: Mejora de la logística de un ciclo de pedidos a partir del sistema

### Kanban

En el siguiente trabajo de investigación realizado por Ferreira, Thüerer y Stevenson (2016) se realiza el análisis de las problemáticas por una empresa fabricante de calentamiento de agua para uso doméstico.

El problema principal que se tuvo durante el desarrollo se debió a la alta variabilidad de procesos logísticos involucrados, debido a esto se adoptó el enfoque Definir – Medir – Analizar – Mejorar – Controlar el cual permitió un control mucho más efectivo sobre los resultados que se estaba buscando obtener.

El resultado obtenido a partir de esta reducción de variabilidad generó impacto en la reducción de las rutas de abastecimiento tardías se pasó del 50% a un 3%, reducción en el coeficiente de variación del tiempo de ruta del 40% al 16% y una reducción del tiempo medio de ruta de 31 a 25 minutos. Al realizar estas mejoras se pudo eliminar una de las tres rutas existentes sin ningún impacto negativo en el reabastecimiento, lo cual condujo a tener ahorros económicos a partir de la eliminación de dos operadores.

Según los autores el proceso logístico tiene un impacto significativo en el rendimiento del *kanban*, por lo cual su implementación no solo debe centrarse en el sistema *kanban* como tal sino que también deberá fijarse en los demás procesos que se encuentren involucrados.

### **2.1.3. Tercer caso: Aplicación de una nueva métrica para medir el rendimiento en almacenamientos ajustados**

Hasta hace unos años la filosofía y herramientas de la manufactura esbelta eran consideradas como exclusivas de área de producción ya que este fue su punto de partida en el cual se llevó a cabo todo el desarrollo, pero en la actualidad son cada vez más las empresas que ponen en práctica esto en áreas o procesos de todo tipo.

En el siguiente trabajo de investigación, desarrollado por Buonamico, Muller y Camargo (2017) tiene como objetivo poder identificar los indicadores claves para poder facilitar el establecimiento de objetivos, seguimiento e implementación de *Lean Warehouse*, y luego proponer un indicador clave de rendimiento para el almacenamiento esbelto a partir de un innovador cuadro de mando.

A continuación, se llevará a cabo el análisis realizado para el planteamiento y estructuración del objetivo principal. En la actualidad, las cadenas de suministro resultan ser cada vez más complejas y, como resultado, su gestión es más difícil que en el pasado. Los almacenes son elementos clave en la cadena de suministro porque se encuentran involucrados en cada paso: adquisición, producción y distribución de productos terminados, materias primas, suministros y productos semiacabados, siendo el almacenamiento y transporte uno de los tres principales componentes de los costos. Durante los últimos años la tendencia ha sido ayudar a los almacenes a ser más flexibles a los cambios de la demanda, mejorar la visibilidad del inventario y optimizar las operaciones del centro logístico, la eficiencia del trabajo y el rendimiento; sin embargo, para realizar una implementación esbelta se necesita establecer objetivos e indicadores claves que permitan medir el desempeño.

Los resultados esperados en la implementación de *lean* dentro del almacén son los siguientes:

- Reducción de stock
- Mejora de la productividad
- Mejora en la precisión del registro de inventario
- Menos errores de selección
- Menor averías de stock
- Mejora en la salud y seguridad
- Optimización del espacio de almacenamiento
- Reducción de los costos de transporte

Los autores plantean la utilización de Lean *Warehousing Scorecard* (LWS). El KPI propuesto se llama WGL y se calcula considerando siete indicadores principales que se obtiene a partir del cruce de siete variables principales de la gestión ajustada, los ocho residuos magros y las cuatro principales actividades de almacenamiento.

Luego del análisis y puesta en marcha de lo anteriormente desarrollado, se obtuvieron considerables resultados en la eliminación de residuos, reducción de inventario, número de unidades de mantenimiento de existencias y aumento en la precisión del inventario; por otro lado, se ejecutó un empoderamiento en equipos multifuncionales, lo cual en conjunto se registró una mejora del 11%.

#### **2.1.4. Cuarto caso: Mejora en la distribución y rendimiento empresarial mediante el almacenamiento ajustado**

En la actualidad áreas diferentes a las de Producción cada vez van aumentando en la implementación de herramientas de manufactura esbelta a partir de los excelentes resultados obtenidos, siendo las operaciones de almacenamiento y transporte unas de las más cruciales.

En el siguiente trabajo realizado por Abushaikha, Salhieh y Towers (2018) se aborda cómo el papel del almacenamiento en las mejoras del desempeño logístico en general viene tomando más fuerza, es decir, el pensamiento esbelto ha encontrado recientemente su camino para poder respaldar lo correspondiente a las operaciones de almacenaje y distribución.

El objetivo principal desarrollado en el presente documento es el de examinar las relaciones entre las prácticas de reducción de desechos en el almacén, en su desempeño operativo, en el desempeño de la distribución y el comercial.

Respecto al análisis realizado, se desarrolló un estudio en dos etapas. Primeramente, se adoptó una técnica Delphi para poder desarrollar un cuestionario relevante y en segundo lugar, este cuestionario fue utilizado para medir el grado de reducción de residuos en las diferentes

actividades del almacén y para poder a prueba la hipótesis desarrollada. La prueba de la hipótesis se desarrolló con una muestra de operadores de almacenes en Oriente Medio.

Respecto a los resultados obtenidos, se pudo determinar que existe una relación positiva entre el nivel de reducción de residuos del almacén y el rendimiento operativo del almacén y rendimiento en la distribución. Si bien no hubo una relación directa entre el nivel de reducción de desechos en el almacén y el desempeño comercial, los resultados revelaron que se encontraba medidos por el desempeño operativo del almacén y el desempeño ofrecido por la distribución.

#### **2.1.5. Quinto caso: De la producción a la logística ajusta, el caso de Microsoft en Irlanda**

El concepto *Lean* no resulta ajeno a Microsoft, en esta empresa se ha llevado a cabo con éxito la implementación de manufactura ajustada lo cual le ha valido para aumentar su competitividad en el mercado y hacer la empresa de éxito que actualmente conocemos, pero lleva a cabo solo esto no ha bastado, tienen claro que la logística para la distribución es crucial dentro de la cadena.

El presente trabajo de investigación realizado por Fynes y Ennis (1994) tiene como foco el poder evidenciar cómo la logística ajustada se ha vuelto una parte importante a tomar en cuenta al momento de tener problemas complejos durante la operación que requieran retomar su competitividad en el mercado.

A continuación, se expondrá el contexto del desarrollo así como la propuesta realizada por Microsoft Irlanda, es decir, se desarrollará el caso de la transición hacia la logística ajustada

en la planta de fabricación de Microsoft Irlanda y cómo impacta estos cambios en las subsidiarias de ventas y servicios en Europa, los cambios estructurales y las relaciones en los canales de distribución, la gestión de la logística serán elementos claves.

Los autores de la publicación revisada hacen mención sobre cómo en la actualidad diferentes factores influyen directamente en la utilización de la filosofía *Lean*, como son los siguientes:

- Aumento de la complejidad del mercado y los productos.
- Mayor contenido de servicios.
- Mayor cantidad de opciones y personalización.
- Capacidad de producir productos de calidad a bajo costo.
- Ciclos de vida de los productos más cortos.
- Llevar el producto al mercado rápidamente.

Actualmente, en muchos de los estudios recientes de marketing se resalta la importancia de la velocidad de comercialización, servicio al cliente, gestión de la calidad y clientes internos. Se sostiene la importancia de la diferenciación empresarial a través de la logística, los principios de producción ajustada que permiten mejorar el flujo de mercadería a través de la fábrica se mejora y potencializa con Lean Logistics, el cual genera un valor



agregado que va más allá de las puertas de la fábrica. A medida que el concepto servicio al cliente toma mayor relevancia, la logística empezó a tener mayor consideración hacia ellos y el mercado en general, la definición de servicio personalizado resulta importante hoy en día y se resume en lo siguiente:

- Tiempo transcurrido entre la recepción de un pedido en el almacén y su posterior envío.
- Tamaño mínimo del pedido o límites en la distribución de productos en un orden en el cual el proveedor acepte por parte de sus clientes.
- Porcentaje de artículos en el almacén del proveedor que se puedan encontrar fuera de stock.
- Proporción de pedidos de clientes completados con precisión.
- Porcentaje de entregas dentro del plazo determinado a partir de lo solicitado por el cliente.
- Proporción de productos que son enviados a un negocio por parte del cliente para poder ser vendidos.
- Facilidad en la flexibilidad que pueda tener el cliente respecto a su pedido.

La logística impulsada por el servicio actualmente es a donde se debe apuntar según detallan los autores, inicialmente el plan y estructura se encontraba orientado al proveedor en lugar de encontrarse orientados al cliente, esto debido a factores como la globalización de los negocios, cambios estructurales en organizaciones, cambios en el entorno jurídico – político y avances en la informática y comunicación tecnológica.

Se señala que la logística tiene el potencial de convertirse en el próximo elemento rector de la estrategia como forma de poder crear valor hacia los clientes, haciendo la logística mucho más ágil.

La planta de Microsoft en Irlanda tuvo la responsabilidad de fabricación y envío a destinos del Reino Unido y Europa. Inicialmente Microsoft operaba como la mayoría de los fabricantes: largas series de producción, grandes inventarios, tiempos de preparación prolongados, problemas de control de calidad y múltiples proveedores, es decir, la producción se basó en principios tradicionales, sumado a esto se presentaban grandes problemas de distribución, al encontrarse en una isla sin conexión inmediata a sus clientes. La estructura del canal de distribución en ese momento era típico de la industria en general, grandes lotes enviados de forma intermitente a almacenes en las filiales de Europa que luego se encargaban de la logística hacia adelante.

La compañía identificó cuatro puntos críticos para su implementación:

- Reducción de proveedores: Se decidió seleccionar proveedores estratégicos a cambio de un acuerdo a largo plazo, flujo continuo y estandarización de productos.

- Reducción a la mitad de los lotes de producción: Sobre una base JIT se generó lanzamiento de producción más cortos y menores inventarios.
- Participación de los trabajadores: La solución que ayudó a combatir la resistencia al cambio, el *kaizen* resultó fundamental durante este proceso.

Finalmente, la decisión de Microsoft en Europa fue reubicar el centro de distribución del Reino Unido en la planta de fabricación de Irlanda, si bien esto pueda parecer negativo al estar ubicados en una posición más periférica y distante, esta decisión tuvo como fundamento la necesidad de ver el contexto más amplio de la logística y estrategia de canal en lugar de simplemente almacenar.

La implementación de los principios de producción ajustada con JIT liberó 40,000 pies cuadrados de espacio de almacenamiento, logrando lo siguiente:

- Los plazos de entrega (lead time) se redujeron a un día.
- Ahorros de inventario en 3 millones de euros se lograron en el primer año de funcionamiento.

Los niveles de pedidos pendientes disminuyeron de quince a cinco por ciento del total de pedidos.

### **2.1.6. Sexto caso: Análisis y optimización de un almacén logístico en la industria automotriz.**

El sector automotriz es uno de los más competitivos a nivel mundial, en el cual el rigor, la flexibilidad, la calidad y la agilidad constituyen los factores más importantes del éxito empresarial. Este trabajo de investigación realizado por Caridade, Pereira, Pinto y Silva (2017) ha identificado que las actividades de almacenaje y sus costos asociados representan un papel vital dentro de la logística, por lo cual su evaluación respecto a la optimización y desempeño puede resultar en ganancias sustanciales para la empresa.

El objetivo del siguiente trabajo será el de mejorar las funciones del almacén, reducir la cantidad de stock y mejorar la capacidad para de esta forma satisfacer la demanda del cliente y poder aumentar la competitividad de la compañía.

El estudio se realizó para la empresa Continental Mabor con el objetivo de desarrollar una propuesta que permita estructurar y optimizar el almacén de la empresa. Primeramente, se realizó un análisis del almacén actual con la herramienta VSM y luego se presentaron las respectivas propuestas, teniendo como objetivo mejorar las funciones del almacén, reducir la cantidad en stock y mejorar la capacidad para de esta forma satisfacer la demanda del cliente.

Finalmente, se realizó la instalación de un sistema de gestión de almacenes (WMS) y se definió una correcta solución para la gestión de contenedores, a partir de este sistema se pudo respaldar el inventario de existencias y su correcta ubicación. Así mismo, el sistema permitía prever el rendimiento del almacén e incluía indicadores claves para el rendimiento (KPI's) para la gestión de inventario y la productividad del almacén.

Los resultados obtenidos fueron favorables a partir de la reducción de la cantidad de stock permitiendo un considerable ahorro en los costos de almacenaje y se pudo mejorar en gran medida la satisfacción de la demanda del cliente presentado con lo cual aumentó la competitividad de la compañía.

### **2.1.7. Séptimo caso: Diseño y control de la preparación de pedidos en el almacén**

La preparación de pedido dentro del almacén durante mucho tiempo se ha identificado como la actividad que mayor cantidad de recursos consume y a su vez genera mayor gasto en los almacenes.

El trabajo de investigación mostrado a continuación ha sido realizado por Koster, Le-Duc y Roodbergen (2007) en este se enfoca en buscar la eficiencia en la preparación de pedidos la cual representa hasta el 55% del gasto operativo total dentro del almacén. debido a que cualquier tipo de mal desempeño al momento de realizar los pedidos tendrá como consecuencia un servicio insatisfactorio y un alto costo operativo para el almacén y en consecuencia para toda la cadena.

Se determinó que, para poder operar eficientemente, la preparación de pedidos deberá diseñar de forma robusta y llevar un óptimo control, durante el desarrollo del caso de estudio se detalla los problemas de decisión típicos en el diseño y control de los procesos manuales de preparación de pedidos. Se realiza un diseño de distribución óptimo, los métodos de asignación de almacenamiento, los métodos de enrutamiento, la ordenación por lotes y la zonificación. Finalmente, se deberá tener presente que si bien las investigaciones en esta área han crecido rápidamente, apenas se han explorado diferentes combinaciones, el desarrollo de sistemas para la preparación de pedidos en la práctica direcciona a investigación prometedoras.

### **2.1.8. Octavo caso: Implementación de Lean Manufacturing en una empresa de alimentos**

El siguiente caso realizado por Viteri, Matute (2016) nos plantea la implementación de la filosofía lean dentro de una empresa panadera la cual forma parte de la industria alimentaria, realiza la implementación de herramientas Lean, tales como JIT, metodología 5S y VSM.

Se da inicio mencionando la gran importancia actual que presenta la implementación de esta filosofía en la búsqueda de ventajas competitivas frente al mercado, lo cual permita ajustar los costos y aumentar considerablemente las ganancias obtenidas, esto se obtiene con un eficiente trabajo, disminución de desperdicios y optimizando los procesos puesto que esto se encuentra relacionado directamente con la calidad del producto, cumpliendo de esta forma con las exigencias del cliente y haciendo que se pueda llevar una mejor experiencia.

La presente investigación aplica los siguientes métodos:

- Exploratorio: se deberá analizar el marco organizacional y la estructura que este presente.
- Descriptivo y experimental: resulta importante tener identificados los procesos de producción involucrados
- Analítico: este último permite establecer la naturaleza del sistema.

Primeramente, se llevó a cabo un mapa de procesos el cual permitió identificar cada uno de los que se encuentran conformados dentro de la estructura de la empresa, este a su vez se divide en procesos estratégicos, operativos y de soporte. Los procesos operativos abarcan desde



el proceso de producción de la materia prima hasta que se realice el almacenamiento del producto final, es importante indicar que se detalla cada operación que pueda agregar valor al producto, esto a su vez posee la descripción de la actividad, tiempo de ejecución, persona a cargo de la operación y descripción de lo usado.

Se realizará la aplicación de la metodología 5S en las operaciones donde se agregue valor al producto. “Clasificar”, corresponde a la primera “S”, se empezó delimitando un espacio en el cual colocar las herramientas del trabajo, a partir de esto se agilizará la rápida identificación de los objetos que no pertenezcan a esta área o que no sean usados. La segunda “S”, correspondiente a “ordenar”, se realizó una distribución de los objetos en zonas establecidas con una determinada coloración dependiendo del código que pueda poseer cada uno de estos objetos. La siguiente “S”, hace referencia a la “limpieza”, para esta etapa se determinó el diseño de un horario de limpieza exclusivo para las personas que se ubiquen en las diferentes áreas. La cuarta “S”, “estandarizar”, durante esta etapa se realiza una documentación de todos los procedimientos realizados anteriormente. Finalmente, en la última “S” se busca afianzar el compromiso y la importancia de cada colaborador a partir de carteles y diferente tipo de publicidad.

La siguiente herramienta utilizada fue JIT, Just in Time, en esta herramienta que empieza identificando las actividades o procesos que no agreguen valor al producto final, esto se lleva a cabo con el objetivo de poder disminuir todo tipo de merma o despilfarro generado durante los procesos, esto es clasificado a partir de los siete principios de la filosofía Lean.

- Exceso de inventario
- Movimientos innecesarios

- Defectos
- Tiempo de espera
- Sobreprocesamiento
- Transporte
- Sobreproducción

A continuación, se muestra la clasificación obtenida respecto a los desperdicios encontrados.

Movements	Three people were identified in the production area. Although each has established its position, the endeavors of the operator 1 and 2 are not specified, causing unnecessary accumulated movements at the time each worker has to perform an activity.
Mechanical failure	Enabled machines, because the maintenance is performed in long periods of time.
Timeouts	Surcharge of work to the operator 1, who is responsible for transferring the material to the weighing and mixing that do not arrive on time, causing that the operators and the machines do not work at full capacity.
Materials and resources	The materials used in production at the time of entering the mixing machine they spill, causing waste of resources.
Transport	There is no transportation registers of finished work to the place of sale.

Figura 22. Clasificación de residuos

Tomado de “Implementation of lean Manufacturing in a food Enterprise”, por Viteri, Matute, Viteri, Rivera, 2016. K

Finalmente, la última herramienta utilizada corresponde al VSM (Mapa del Flujo de Valor), esta herramienta permite determinar y tener visibilidad del origen de los desperdicios y a su vez plantea medidas de acción que puedan reducir o eliminar actividades que no brindan mayor valor en la operación. En el análisis planteado se utiliza el VSM en conjunto con la herramienta JIT, esto debido a que durante el desarrollo del mapa se determina esta acción en la búsqueda de eliminar los desperdicios encontrados, en la Figura 1.20 y 1.21 se muestra el VSM en el estado inicial y posteriormente luego de haber realizado la propuesta.

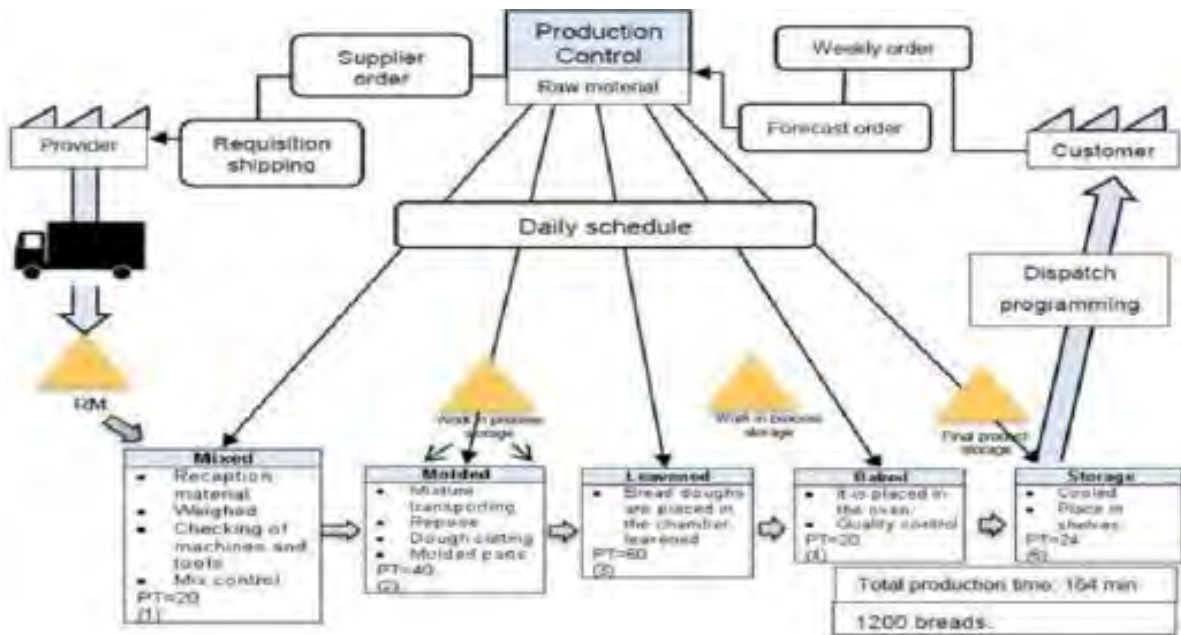


Figura 23. Situación inicial de la empresa, VSM.

Tomado de por Viteri, Matute, Viteri, Rivera. (2019) "Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali".

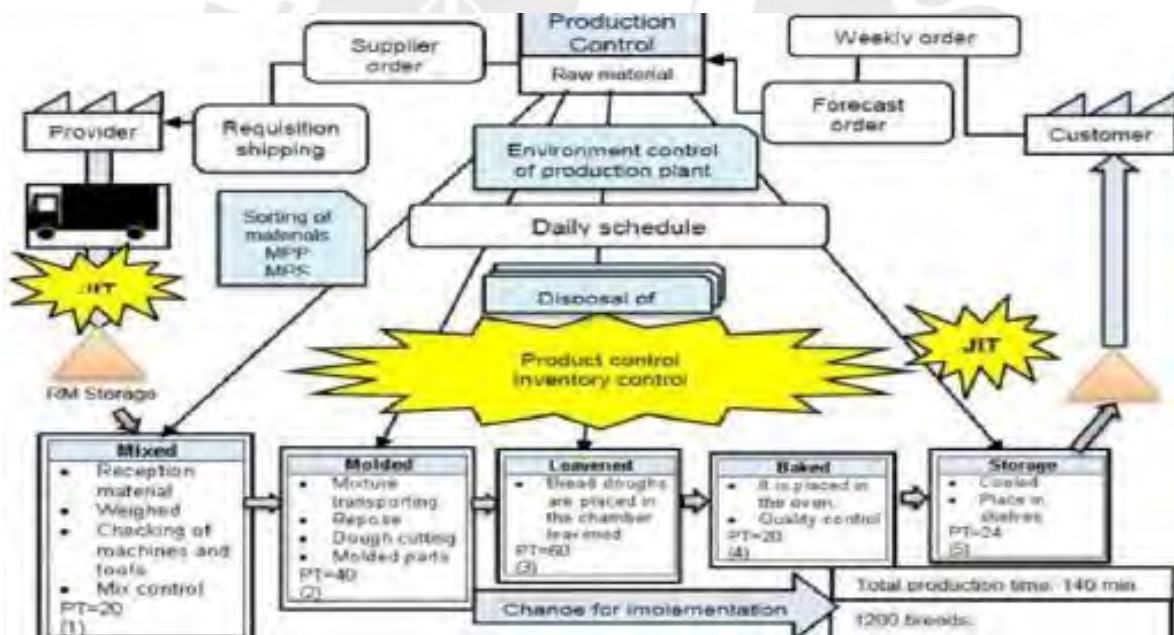


Figura 24. Situación inicial de la empresa, VSM.

Tomado de Viteri, Matute, Viteri, Rivera. (2019) "Implementation of lean Manufacturing in a food Enterprise"

Se determina que a partir de la eliminación de inventario de los productos en proceso se logró disminuir el total del tiempo de producción a 140 minutos, siendo antes de 164 minutos.

Por otro lado, la eficiente utilización de recursos permitió alcanzar un beneficio de 9,200 USD

al realizar una inversión de 5,400 USD, esto nos permite evidenciar cómo puede impactar positivamente la implementación de la filosofía Lean.

### 2.1.9. Noveno caso: Implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos

En el siguiente trabajo de investigación realizado por Zúñiga y Rubiano (2017) realiza el estudio de la filosofía Lean a partir de la implementación de la herramienta SMED en una empresa del rubro alimenticio ubicada en Colombia.

La siguiente implementación se lleva a cabo a partir de la necesidad operativa de contar con procesos flexibles los cuales se puedan acomodar mejor con la operación que actualmente se cuenta, esto con el objetivo de poder tener una mayor ventaja frente a los demás competidores al poder abastecer el mercado con una gran diversidad de productos en un determinado momento.

Se realizó el análisis de las pérdidas presentadas por la empresa y se encontró que los motivos principales se deben a la demora en el tiempo de preparación y, por otro lado, el montaje y desmontaje de los moldes. Para este caso se realiza la evaluación de cada máquina teniendo en consideración las que presenten una mayor pérdida de tiempo en preparación, porcentaje de eficiencia y mayor cantidad de unidades con rechazos, a continuación, se muestra el análisis realizado:

	Máquinas de producción de productos				
	MQ1	MQ2	MQ3	MQ4	MQ5
Horas perdidas	216	348	518	221	273
Horas programadas	2844	2376	6777	2932	3440
% de tiempo perdido	7,59%	14,65%	7,64%	7,54%	7,94%

Figura 25. Porcentaje de pérdida de tiempo en las máquinas de producción. Tomado de Arboleada y Rubiano (2017). Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali.



	Máquinas de producción de productos				
	MQ1	MQ2	MQ3	MQ4	MQ5
Producción real (unidades)	7955	4683	25716	8797	10521
Producción esperada (unidades)	10150	7460	28800	10735	13219
% de eficiencia	78.4%	62.8%	89.3%	81.9%	79.6%
% de unidades rechazadas	16.3%	56.4%	6.0%	13.2%	14.3%

Figura 26. Porcentaje de pérdida de tiempo en las máquinas de producción. Tomado de Arboleda y Rubiano (2017). Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali.

La máquina dos presenta mayor cantidad de cambios, así como el tiempo más prolongado de estos y solo posee un operario el cual realiza todas las actividades que se soliciten a esta máquina. Durante el análisis realizado se identificó como principales causas la baja cantidad de personal, estos no se dan abasto con la operación actual, e excedente de actividades realizadas con la máquina detenida y deficiencias al realizar el cambio de molde. Luego del análisis se procedió a la ejecución de tres etapas. En la primera etapa se realiza la separación entre operaciones internas y externas, esto se realiza a partir de un diagrama de operaciones en el cual se determina el tiempo total, siendo este de 1943 minutos con 21 segundos, como se puede observar en la Figura 1.22.

FIGURA	DESCRIPCIÓN	CANT.	T. OP. (min)
○	Operaciones	366	518:05
□	Inspecciones	45	77:10
⇒	Transportes	21	28:21
△	Almacenajes	21	24:30
◇	Demoras	4	1295:15
	<b>TOTAL</b>	<b>457</b>	<b>1943:21</b>

Figura 27. Resumen de actividades para el proceso de cambio de moldes. Tomado de “Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali” por Arboleda y Rubiano. 2017.

En la siguiente etapa se busca convertir operaciones internas en externas, se lleva a cabo un balance respecto a la sobrecarga que pueda poseer el operario, haciendo que se reduzcan o

retiren las actividades que no agregan valor, a partir de esto se llevó a cabo capacitaciones al personal para que puedan estar entrenados en la nueva secuencia de actividades. Al realizar esto se obtuvo una reducción de tiempo de cambio de un 20.47%.

Finalmente, para la última etapa se realiza la optimización de las operaciones internas y externas a partir de la mejora y reducción del tiempo de los tiempos de cambio. Entre los cambios realizados se optó por adicionar a una persona más en la operación y plantear un nuevo flujo para el cambio del molde.

#### **2.1.10. Décimo caso: Análisis y propuesta de mejora del servicio de entrega de un operador logístico aplicando la metodología de *Lean Office***

Los sectores logísticos encargados del almacenamiento y distribución se encuentran en constante crecimiento generando competencias dentro del mercado local en la búsqueda de eficiencias en los envíos y los menores tiempos de estos a partir de plataformas virtuales donde se abre un nuevo canal correspondiente al comercio electrónico.

El siguiente trabajo de investigación realizado por Cruz (2018) se enfoca en poder realizar un aumento en la efectividad de las entregas presentes en un operador logístico a partir de la implementación de *Lean Office*.

A partir del objetivo de poder disminuir el lead time por el envío de los productos por la compañía se realizó una identificación de los diferentes focos de merma y se puso en marcha herramientas que permitan medir el lead time, tiempo de procesos y takt time, dentro de las cuales se hizo uso de Poka Yoke, Kanban, Estandarización y 5S.



El desarrollo de *Lean Office* empezó a partir del secuenciamiento de etapas las cuales se encontraban relacionadas con las 5S para poder llevar a cabo un despliegue en simultáneo, las cuatro etapas realizadas por Tapping y Shuker (2003) son las siguientes:

- Compromiso con Lean: Es importante que los colaboradores se encuentren totalmente integrados con el despliegue y que la gerencia brinde soporte en cada paso para a partir de esto afianzar las bases y que pueda resultar perdurable.
- Selección de familia de servicios: Durante esta etapa se llevan a cabo reuniones con los equipos encargados de las familias de productos para determinar los que representen un mayor valor para la compañía.
- Mapa del flujo de valor actual: Se realiza un mapeo de todos los procesos involucrados en el almacén así como las fuentes y flujos de información que interactúan logrando completar la cadena del proceso, es a partir de esto que se determinan mejoras y mermas.
- Mapa del flujo de valor mejorado: Se busca obtener procesos que se encuentren relacionados directamente con el cliente a partir de los estudios realizados.

Una vez identificada la problemática existente se procede a identificar las herramientas de manufactura esbelta que mejor se adapten a las necesidades.

Sub Proceso	MUDA	Desperdicio	5S	JIDOKA	POKA YOKE	ESTANDARIZACIÓN	CONTROL VISUAL	KANBAN	HEIJUNKA BOX	SUPERMERCADO	POLIVALENCIA
Recepcionar cargar en almacén	Exceso de mercadería acumulada en la entrada del almacén	Inventarios	X								
Ingresar data	No se ingresa correctamente la data al sistema (manual)	Reprocesos	X		X						
	Demoras al ingresar información de cada cliente	Esperas	X		X						
Habilitado 1	Exceso de mercadería en desorden	Inventarios	X			X					
	Movimiento excesivos por búsqueda de paquetes y material de habilitado	Exceso de movimientos	X		X	X	X	X	X		
	Distancias recorridas a diferentes áreas que no competen al proceso	Exceso de transportes	X					X	X		
Ruteado	Exceso de mercadería en desorden cerca a los racks	Inventarios	X							X	
	Movimientos excesivos por búsqueda de paquetes y lugares en racks	Exceso de movimientos	X		X	X	X				
Outbound Nacional	Exceso de mercadería en desorden	Inventarios	X			X				X	
	Movimientos excesivos por búsqueda de paquetes, materiales de packing y lugares en racks	Exceso de movimientos	X		X			X	X		
	Distancias recorridas a diferentes áreas que no competen al proceso y múltiples veces al almacén de materiales	Exceso de transportes	X			X		X	X		
	Demoras en packing de paquetes al entregar a Despacho	Esperas	X			X		X	X		
<b>TOTAL</b>			<b>12</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

Figura 27. Selección de herramientas Lean Office.  
Tomado de Cruz (2018). Análisis y propuesta de mejora del servicio de entrega de un operador logístico aplicando la metodología Lean Office.

Se concluye que la adaptación de *Lean Office* resulta potente en la identificación de problemas y eliminación de desperdicios, permitiendo obtener beneficios de alto impacto financiero con un VAN positivo de 151 265 PEN.

## Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones de la información revisada.

- La filosofía Lean Manufacturing permite agilizar la optimización en los tiempos de flujo, recursos y diferentes costos incurridos en las operaciones, tener claro todo lo que no aporta algún tipo de valor y consume recursos resulta sumamente importante en la búsqueda de estas mejoras, se le denomina desperdicios o muda a estos procesos, todo esto favorece considerablemente a que se obtenga un sistema competitivo y flexible el cual pueda resultar rentable a la vez que presenta bajos costos y mantiene una estructura ágil.
- Inicialmente se ha explicado las diferentes herramientas de la filosofía Lean que permiten diagnosticar oportunamente el proceso en estudio, estas resultan de vital importancia al momento de buscar identificar los problemas que generan un mayor impacto y en los cuales debemos centrar los recursos para un correcto análisis, es a partir de este análisis que se proponen finalmente contramedidas en el cual se podrá analizar las diferentes soluciones brindadas y se deberá evaluar la que genere un mayor impacto y/o optimice el proceso en estudio.
- Si bien las herramientas presentes en la filosofía Lean permiten llevar a cabo óptimos modelos de mejora a partir de la eliminación de desperdicios, esta filosofía también genera disciplina y cultura entre los trabajadores, se sienten motivados en querer formar parte y aumentan su participación considerablemente generando un ambiente integrador de cambio en el cual los resultados son muchos más satisfactorios, es por esto que es crucial involucrar totalmente al equipo al momento de querer llevar a cabo la implementación de la filosofía Lean, ya que de no realizarse se perdería un gran potencial y tracción de continuidad.

- La utilización de la filosofía Lean nos permitirá determinar el espacio laboral a partir de los recursos y capacidad que este posea generando de esta forma un entorno eficiente y productivo. En este espacio indicado se podría llevar a cabo la implementación d las 5S, teniendo como principales objetivos reducir lo más posible cualquier tipo de despilfarro o merma y que a su vez refuerce entre los colaboradores las correctas prácticas dentro del ambiente laboral y constante búsqueda por la mejora continua.



## Bibliografía

- Hunt, V. D. (1996). *Process Mapping: How to Reengineer Your Business Processes*. John Wiley & Sons.
- Yolanda Gil, O. & Eva Vallejo G. (2008). *Guía para la identificación y análisis de los procesos*. Málaga: Universidad de Málaga. Recuperado el 06 de octubre del 2020, de <https://www.uma.es/publicadores/cuniversitaria/wwwuma/GuiaProcesos.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas (2019). *Mapa de procesos del Ministerio—Institucional*. (s. f.). Recuperado 6 de octubre de 2020, de [http://www.minem.gob.pe/\\_detalle.php?idSector=10&idTitular=8033&idMenu=sub8025&idCateg=1437](http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=10&idTitular=8033&idMenu=sub8025&idCateg=1437)
- Scallan, P. (2003). *What is process planning?* En *Process Planning* (pp. 35-62). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-075065129-5/50003-9>
- Krajewski, L. (2015). *Operations Management. Processes and Supply Chains*. (11va Edición) Ohio, Estados Unidos: Editorial Pearson
- Silva, C., Ferreira, L. M., Thürer, M., & Stevenson, M. (2016). Improving the logistics of a constant order-cycle *kanban* system. *Production Planning and Control*, 27(7), 650-659. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1165302>
- Anderson, D. J., & Carmichael, A. (2016). *Essential Kanban condensed*. Recuperado 07 de octubre de 2020, de <https://resources.kanban.university/wp-content/uploads/2016/10/Essential-Kanban-Condensed-7-28-2016.pdf>
- Kouri, I. A., Salmimaa, T. J., & Vilpola, I. H. (2008). The Principles And Planning Process Of An Electronic Kanban System. En T. Sobh, K. Elleithy, A. Mahmood, & M. A. Karim (Eds.), *Novel Algorithms and Techniques In Telecommunications, Automation and Industrial*

*Electronics* (pp. 99-104). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8737-0\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8737-0_18)

Rivera, L. N. M. (2006). *Seis Sigma / Six Sigma: Guia Para Principiantes / Guide for Beginners*. Panorama Editorial. Recuperado 08 de octubre del 2020, de <https://books.google.com.pe/books?id=1r5spBbmUwQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Calva, R. C. C. (2014). *TPS Americanizado: Manual de Manufactura Esbelta*. Rafael Carlos Cabrera Calva. Recuperado 08 de octubre del 2020, de <https://books.google.com.pe/books?id=gvwRAwAAQBAJ&pg=PA56&dq=herramienta+5+porques&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwuiou6ftn6bsAhU8H7kGHVaoDzcQ6AEwAnoECAIQAg#v=onepage&q=herramienta%205%20porques&f=false>

García, L. A. M. (2008). *Indicadores de la gestión logística*. Ecoe Ediciones. Recuperado 08 de octubre del 2020, de <https://books.google.com.pe/books?id=ItzDDQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=fichas+de+indicadores&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjymOv2tKbsAhX1H7kGHQx1BvQQ6AEwAHoECAQQA#v=onepage&q=fichas%20de%20indicadores&f=false>

*Anexo. Ejemplos Fichas Tecnicas de Indicadores | Competitividad | Medición*. (s. f.). Scribd. Recuperado 8 de octubre de 2020, de <https://es.scribd.com/document/248908342/Anexo-Ejemplos-Fichas-Tecnicas-de-Indicadores>

Carlos, T. N. (2013) *Sistema de indicadores académico para el monitoreo de un proceso de acreditación en una carrera de ingeniería industrial*. Recuperado 08 de octubre del 2020, de [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=indicadores+academicos+para+el+monitoreo&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=indicadores+academicos+para+el+monitoreo&btnG=)



Business, E. G. S. of. (s. f.). *Un plato de fondo: Tablero de Gestión con Fichas de Indicador*.

Recuperado 8 de octubre de 2020, de <https://www.esan.edu.pe/conexion/bloggers/toolbox/2015/05/plato-fondo-tablero-de-gestion-fichas-indicador/>

Álvarez, J. M. P., & Certificación, A. E. de N. y. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. AENOR Ediciones. <https://books.google.com.pe/books?id=chBAIAEACAAJ>

Lemos, P. L. (2016). *Herramientas para la mejora de la Calidad*. FEMETAL.

Recuperado 9 de octubre de 2020, de <https://books.google.com.pe/books?id=92K0DQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=matriz+de+priorizacion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjNjNuMjKnsAhV0EbkGHU-2AnwQ6AEwAnoECAYQAg#v=onepage&q&f=false>

Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. FC Editorial.

Recuperado 9 de octubre de 2020, de <https://books.google.com.pe/books?id=qnLTl0HUb4cC&pg=PA69&dq=matriz+de+priorizacion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj08tiniqnsAhWjHLkGHVvPD18Q6AEwAHoECAMQAg#v=onepage&q=matriz%20de%20priorizacion&f=false>

Quijada, J. A. B. (2019). *Lean Manufacturing*. Editorial Elearning, S.L.

Recuperado 10 de octubre de 2020, de <https://books.google.com.pe/books?id=vMfIDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=lean+manufacturing&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj-iKOjsqrsAhXOxVkkHZwmBoIQ6AEwAHoECAUQAg#v=onepage&q=lean%20manufacturing&f=false>

Baudin, M. (2005). *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*. CRC Press. Recuperado 10 de octubre de 2020, de

<https://books.google.com.pe/books?id=nLyuEYC8rWIC&printsec=frontcover&dq=lean+logistics&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiWk7Dbi6vsAhWS2FkKHSLOAjqQ6wEwAHoECAIQAQ#v=onepage&q=lean%20logistics&f=false>

Salleh, A.L., Arabia, S. and Dali, A. (2009), “*Third party logistics service providers and Logistics outsourcing in Malaysia*”, *The Business Review*, Vol. 13 No. 1, pp. 264-270.

Jeyaraman, K. and Teo, L.K. (2010), “*A conceptual framework for critical success factors of Lean Six Sigma*”, *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 1 No. 3, pp. 191-215.

Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, Técnicas e Implantación. Escuela de Organización Industrial*. Recuperado el 11 de octubre de 2020

Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a Paso*. MARGE BOOKS. Recuperado 11 de octubre de 2020, de [https://www.academia.edu/40610819/Lean\\_Manufacturing\\_Paso\\_A\\_Paso\\_Luis\\_Socconini\\_pdf](https://www.academia.edu/40610819/Lean_Manufacturing_Paso_A_Paso_Luis_Socconini_pdf)

Bonilla-Ramirez, K. A., Marcos-Palacios, P., Quiroz-Flores, J. C., Ramos-Palomino, E. D., & Alvarez-Merino, J. C. (2019). Implementation of Lean Warehousing to Reduce the Level of Returns in a Distribution Company. *2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 886-890. <https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978755>

Silva, C., Ferreira, L. M., Thürer, M., & Stevenson, M. (2016). Improving the logistics of a constant order-cycle kanban system. *Production Planning & Control*, 27(7-8), 650-659. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1165302> (Taylor & Francis Online)

- Buonamico, N., Muller, L., & Camargo, M. (2017). A new fuzzy logic-based metric to measure lean warehousing performance. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 18(2), 96-111. <https://doi.org/10.1080/16258312.2017.1293466> (Taylor & Francis Online)
- Abushaikha, I., Salhieh, L., & Towers, N. (2018). Improving distribution and business performance through lean warehousing. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 46(8), 780-800. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-03-2018-0059> (Emerald Insight)
- Fynes, B., & Ennis, S. (1994). From lean production to lean logistics: The case of microsoft Ireland. *European Management Journal*, 12(3), 322-331. [https://doi.org/10.1016/0263-2373\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0263-2373(94)90067-1) (ScienceDirect)
- Caridade, R., Pereira, T., Pinto Ferreira, L., & Silva, F. J. G. (2017). Analysis and optimisation of a logistic warehouse in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1096-1103. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.170>
- Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481-501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Viteri Moya, J., Matute Déleg, E., Viteri Sánchez, C., & Rivera Vásquez, N. (2016). *Implementation of lean manufacturing in a food enterprise*. *SciElo*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2019, de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n1/1390-6542-enfoqueute-7-01-00001.pdf>
- Arboleda Zúñiga, J., & Rubiano del Chiaro, F. (2017). *Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali*. Bogotá: FundaciónUniversidaddeAmérica. Recuperado el 20 de noviembre de 2019, de <https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/rinv/article/view/85/80>
- Cruz, J. (2018) Análisis y propuesta de mejora del servicio de entrega de un operador logístico aplicando la metodología de Lean Office. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú

## Anexos

### Anexo A: Ejemplo aplicativo de la herramienta Mapa de macroproceso

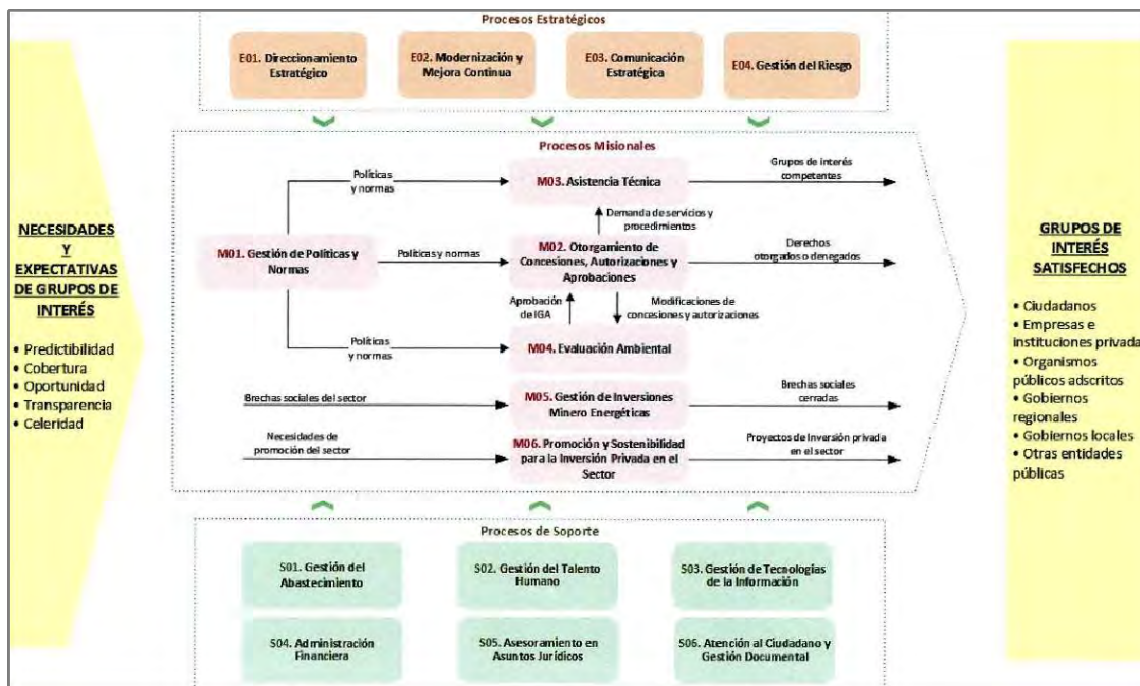


Figura A1. Mapa de macroproceso del Ministerio de Energía y Minas Tomado de Ministerio de Energía y Minas (2019). *Mapa de procesos del Ministerio—Institucional*. (s. f.).

El Ministerio de Energía y Minas se encuentra conformada por las áreas de Dirección Estratégico, Modernización y Mejora Continua, Comunicación Estratégica y Gestión del Riesgo, estas cuatro primeras áreas se pueden agrupar dentro de los procesos estratégicos. Por otro lado, para el caso de procesos misionales o claves se pueden colocar las siguientes áreas Gestión de Políticas y Normas, Otorgamiento de Concesiones, Autorizaciones y Aprobaciones, Asistencia Técnica, Evaluación Ambiental, Gestión de Inversiones Minero-Energéticas, Promoción y Sostenibilidad para la inversión Privada en el Sector. Finalmente, los procesos de soporte se encuentran conformados por las áreas de Gestión de Abastecimiento, Gestión de Talento Humano, Gestión de Tecnologías de la Información, Administración Financiera, Asesoramiento en Asuntos Jurídicos y Atención al Ciudadano y Gestión Documental, todas estas al formar parte de los procesos de soporte brindar apoyo directo a los dos primeros procesos mencionados.



## Anexo B: Ejemplo aplicativo de la herramienta Diagrama de Actividades de Proceso (DAP)

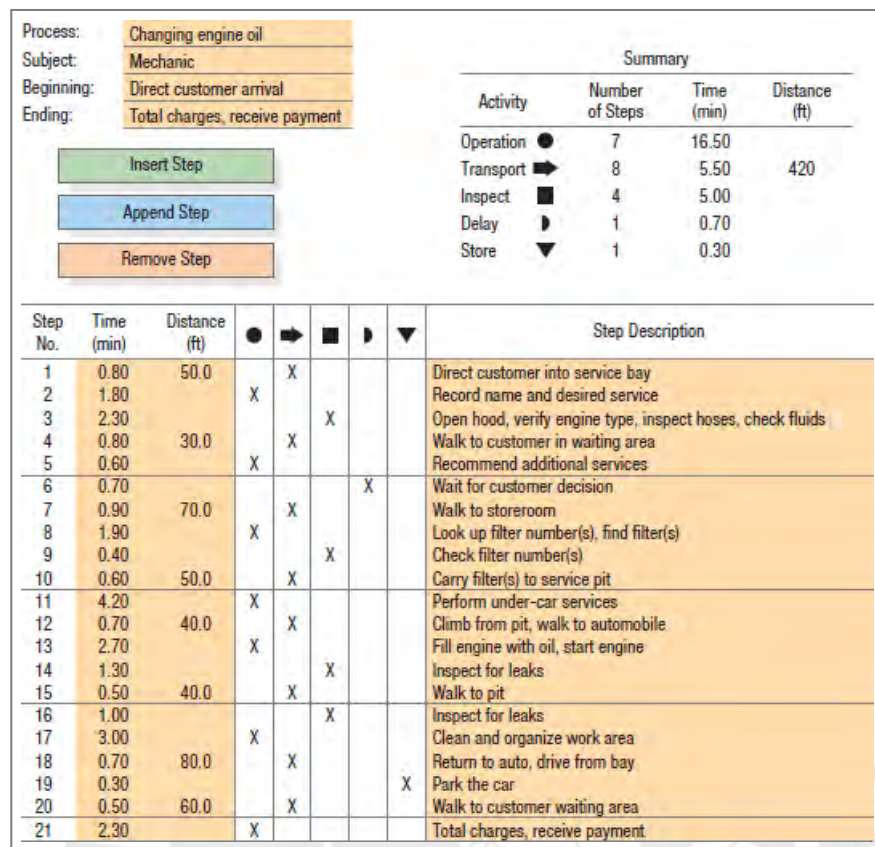


Figura B1. Diagrama de Actividades de Proceso (DAP) del cambio de aceite de una empresa automovilística.

Tomado de Krajewski, L. (2015). *Operations Managment. Processes and Supply Chains*

Una empresa que brinda servicios automovilísticos presenta problemas para realizar el cambio de aceite en los 29 minutos ofrecidos en su publicidad, por lo cual se llevará a cabo el análisis teniendo como proceso el cambio de aceite del motor, el sujeto de estudio es el mecánico, el inicio del proceso se da cuando el mecánico dirige la llegada del cliente y finaliza al momento que el cliente paga por los servicios. Se realiza la descripción de cada paso indicando la actividad a la cual corresponde y el tiempo que toma su ejecución, en el caso de los transportes se detalla la distancia recorrida. En la Figura B1 se muestra el diagrama completo del proceso el cual se encuentra dividido en 21 pasos; por otro lado, en la esquina superior derecha se detalla el resumen por cada una de las actividades en las cuales se coloca el número de pasos realizados, tiempo y la distancia recorrida.

### Anexo C: Ejemplo aplicativo del Diagrama Ishikawa

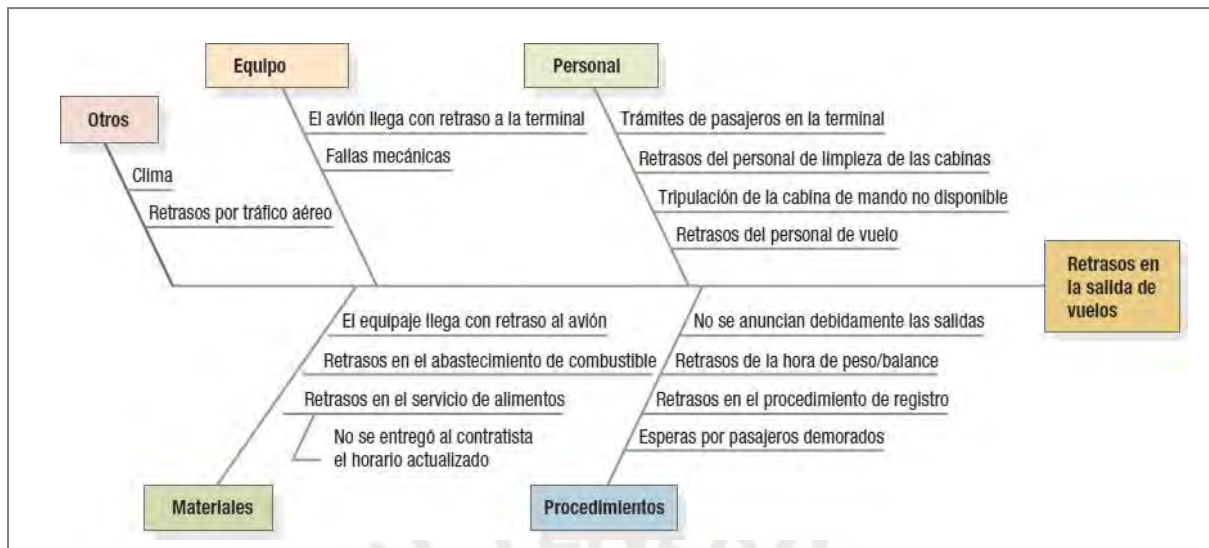


Figura C1. Diagrama Ishikawa para los retrasos en la salida de vuelos.  
Tomado de Krajewski, L. (2015). *Operations Management. Processes and Supply Chains*

El problema por evaluar en el Diagrama de Causa – Efecto es el retraso en la salida de los vuelos en el Aeropuerto Internacional de Port Columbus. El problema principal, el retraso en la salida de vuelos, es colocado en la cabeza del diagrama; posteriormente, se identificaron las principales categorías: materiales, procedimientos, personal, equipos y otros, los cuales se encuentran fuera del alcance de la empresa, así mismo, dentro de cada categoría se identificaron las principales causas. Una vez estructura el diagrama se procede al análisis en el cual se determina qué categoría podría estar repercutiendo con mayor impacto en la operación, para este ejemplo se identificó que los problemas mayormente se relacionaban con los materiales por lo que se propuso a examinar cada una de las causas implicadas. Finalmente, esto le permitió a la gerencia identificar que existía desabastecimiento en la cantidad de remolques que permitían la transferencia de equipaje y esto hacía que los aviones esperen por el equipaje de los vuelos que realizaban conexión.



### Anexo D: Ejemplo aplicativo del Diagrama de Pareto

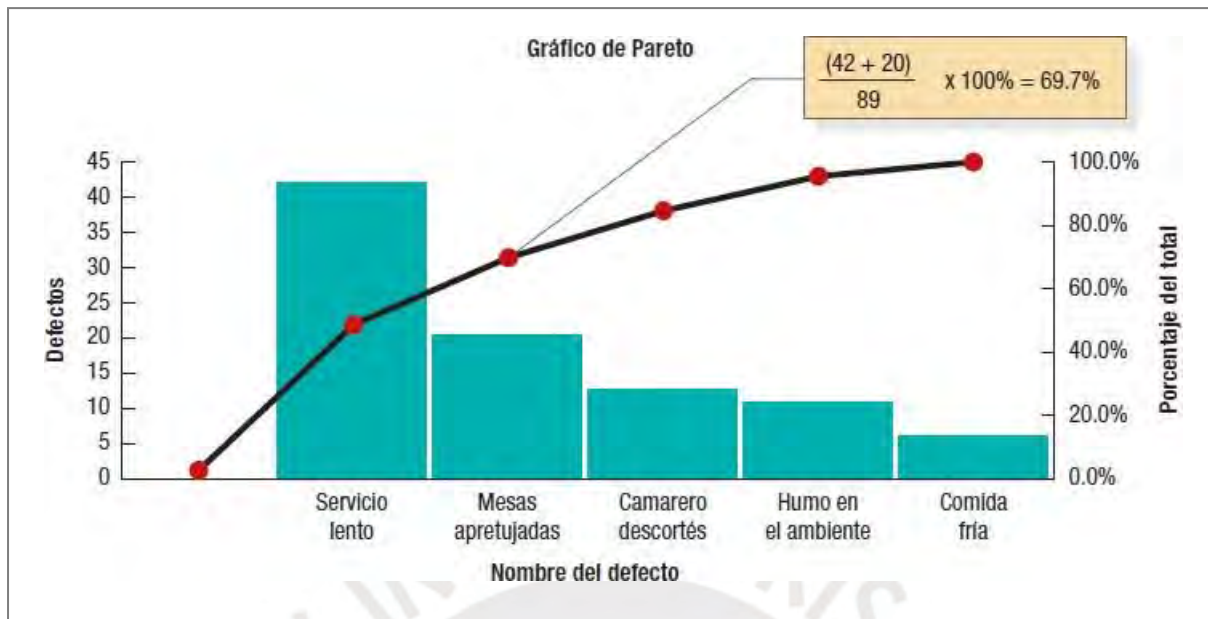


Figura D1. Diagrama de Pareto para un restaurante.  
Tomado de Krajewski, L. (2015). *Operations Management. Processes and Supply Chains*

Se ha identificado en un restaurante que las quejas por parte de los clientes se encuentran aumentando por lo que se lleva a cabo una encuesta que permita identificar los diferentes problemas. Se ordenó el frecuentamiento de los problemas encontrados como se muestra en la Figura D1, se identificó que el servicio lento y las mesas apretujadas representan el 70% de las quejas por lo que se planteó atacar ambos defectos. En el caso del servicio lento se reduciría considerablemente la cantidad de quejas con una capacitación adecuada de las personas, agregando un camarero adicional y mejorando el proceso de preparación de platillos; por otro lado, en el caso de mesas apretujadas se optó por reducir los muebles decorativos y espaciar las mesas. A partir de la corrección de ambos defectos se lograría disminuir en un 70% la frecuencia de quejas recibidas por parte de la locación de alimentos.

### Anexo E: Ejemplo aplicativo de la herramienta 5 porqués

El siguiente ejemplo es tomado de Calva, R. C. C. (2014). *TPS Americanizado: Manual de Manufactura Esbelta*. El ejemplo es respecto al “Monumento de Lincoln” en Washington D.C.

1. ¿Por qué el monumento a Lincoln se deterioraba con mayor rapidez que los demás monumentos ubicados en Washington? (Debido a que se limpiaba con mayor frecuencia).
2. ¿Por qué se limpiaba con mayor frecuencia? (Porque había más cantidad de palomas y gorriones en el monumento de Lincoln a comparación de los demás monumentos).
3. ¿Por qué había más aves alrededor del monumento de Lincoln respecto a los demás monumentos? (Porque la población de gorriones y palomas es mucho más numerosa en esa área)
4. ¿Por qué la población de gorriones y palomas en esa área es mucho más numerosa? (Debido a que había mucha más comida preferida por estas aves, específicamente ácaros)
5. ¿Por qué había mucha más comida preferida por los gorriones y palomas, específicamente ácaros? (Porque la iluminación utilizada en el monumento era diferente a la de los demás y esta iluminación facilitaba la proliferación de ácaros).

Conclusión, la raíz del problema es la iluminación y la solución será cambiar el tipo de iluminación.

## Anexo F: Ejemplo aplicativo de la herramienta Ficha de indicador

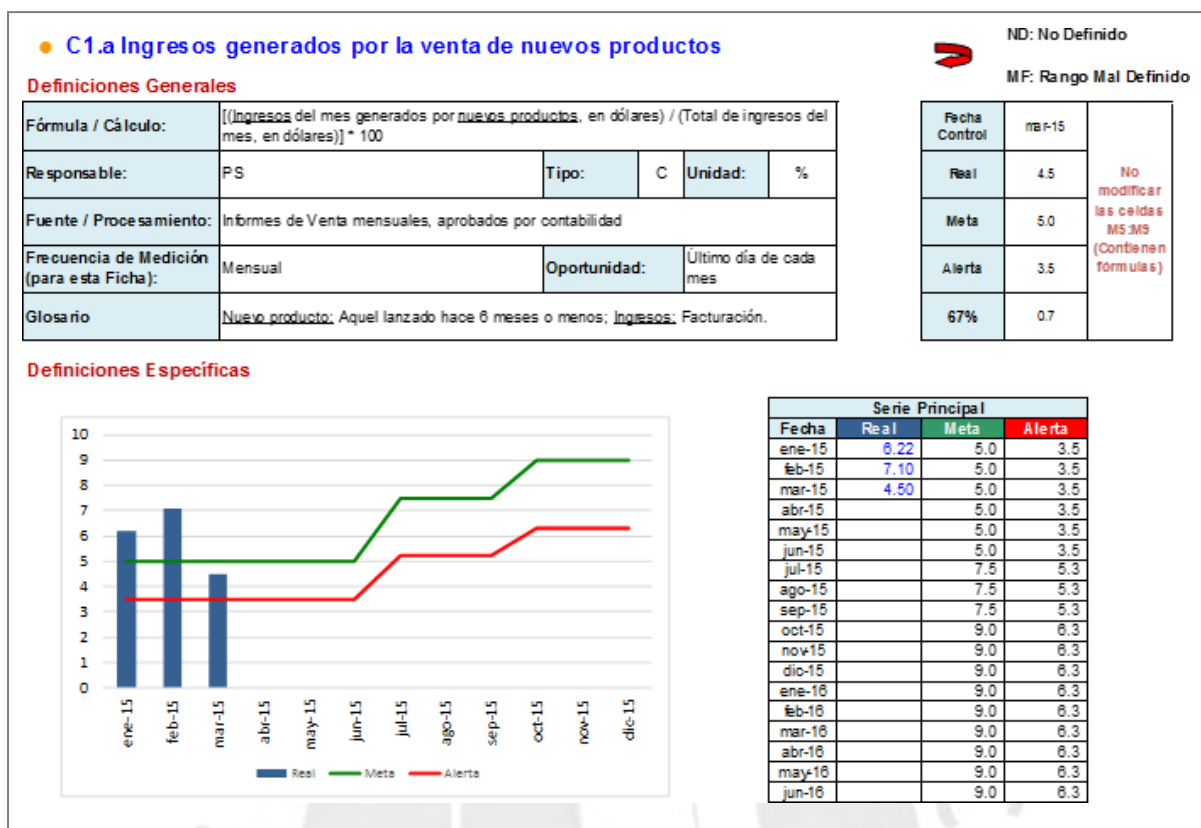


Figura F1. Herramienta Ficha de indicador.

Tomado de Business, E. G. S. of. (s. f.). *Un plato de fondo: Tablero de Gestión con Fichas de Indicador*

En la Figura F1 se muestra la herramienta Ficha de indicador referente a los ingresos generados por la venta de nuevos productos, en la estructura mostrado se detalla los puntos de mayor importancia que deberá contar el indicador para su correcto seguimiento. La fórmula a emplear para llevar a cabo el cálculo es la suma de ingresos generados por nuevos productos dividido por el total de ingresos durante el mes, la información será obtenida a partir del informe de ventas mensuales que se encuentren aprobados por contabilidad. Finalmente, en el documento se observa el responsable, tipo, unidad, frecuencia de medición, fecha de presentación del reporte y los objetivos.

### Anexo G: Ejemplo aplicativo de la herramienta Flujograma

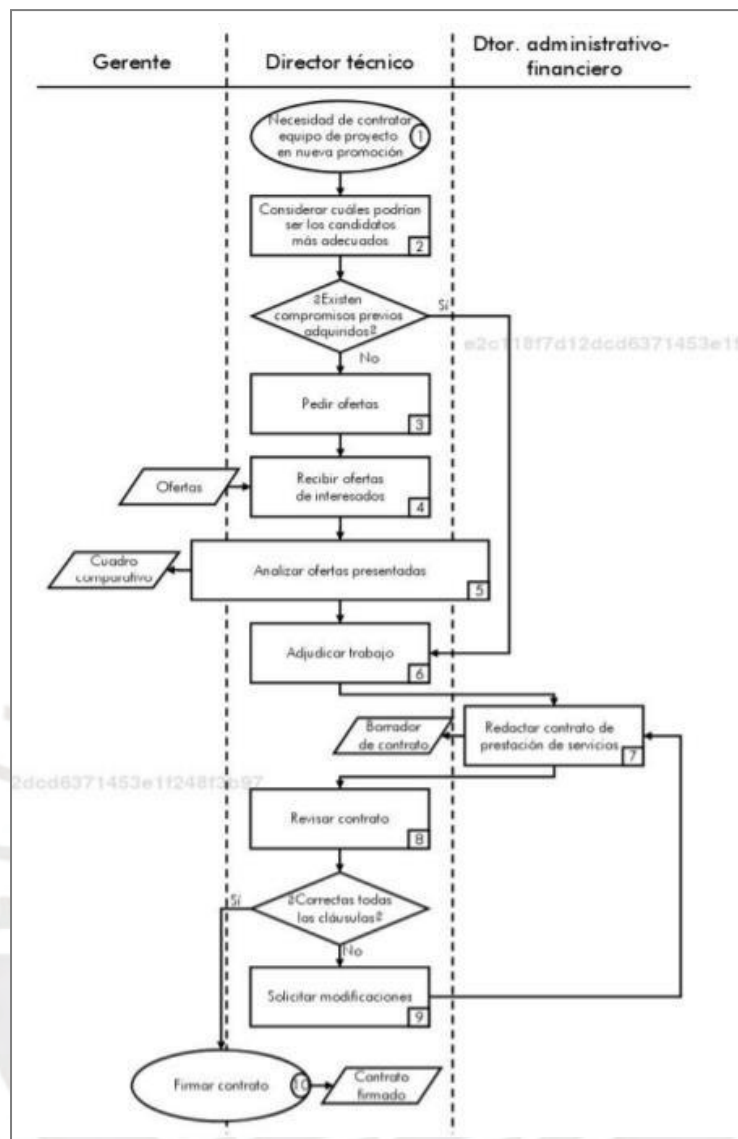


Figura G1. Herramienta Flujograma del proceso “Contratación de un equipo de proyecto”.

Tomado de Business, E. G. S. of. (s. f.). *Un plato de fondo: Tablero de Gestión con Fichas de Indicador*

Se inicia identificando a los agentes que intervienen durante cada proceso y qué funciones realizan siendo en este caso el Gerente, el Director técnico y el Director administrativo financiero. Posteriormente se detalla el flujo operativo a seguir por parte de los involucrados para la contratación de un equipo de proyecto teniendo en consideración la simbología anteriormente detallada.

### Anexo H: Ejemplo aplicativo de la herramienta Matriz de Priorización

En el siguiente ejemplo extraído de Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*, se revisará el caso de un restaurante cuyo objetivo es recuperar el mercado perdido ante una considerable disminución de clientes durante los últimos meses. Luego de haber realizado una encuesta mediante un Diagrama de Afinidad se determina que una de las principales causas de insatisfacción es el tiempo de espera por parte de los clientes, por lo que se procedió a realizar un diagrama de flujo que permita identificar todos los puntos de espera.

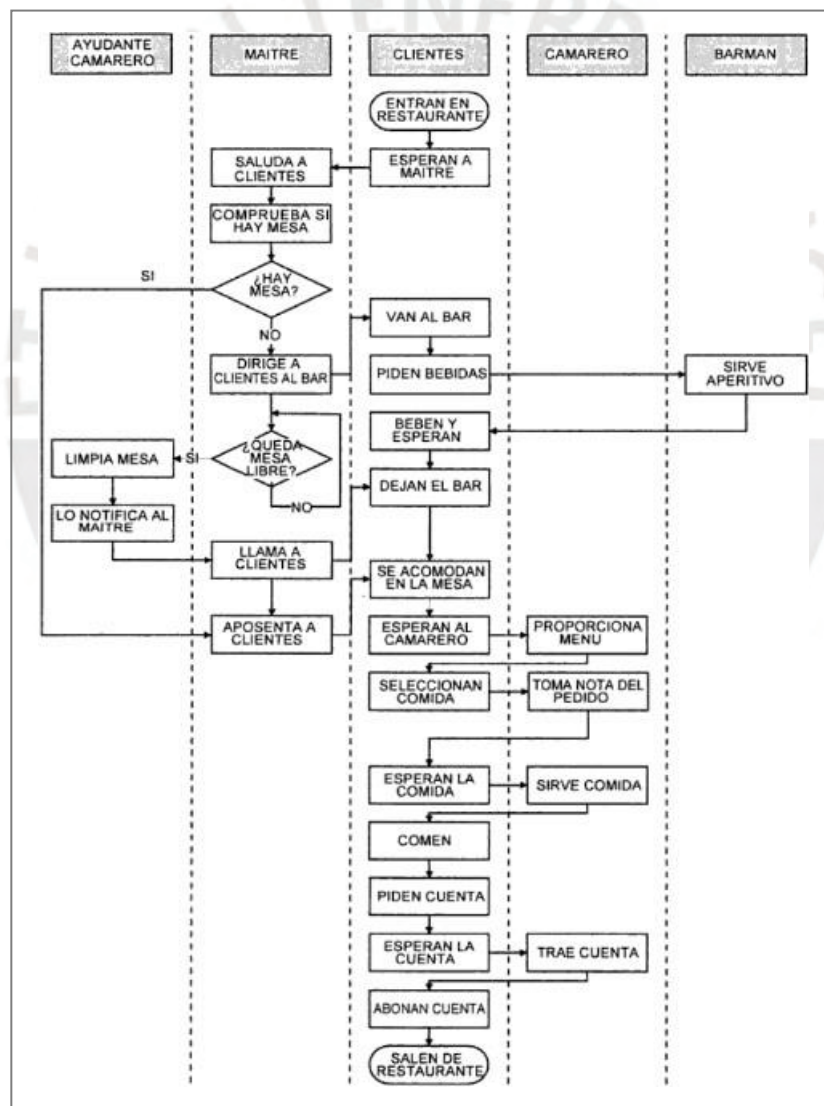


Figura H1. Diagrama de Flujo para la atención de un restaurante. Tomado de Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*.

A partir del diagrama de flujo realizado se identificaron los siguientes cinco puntos de espera críticos.

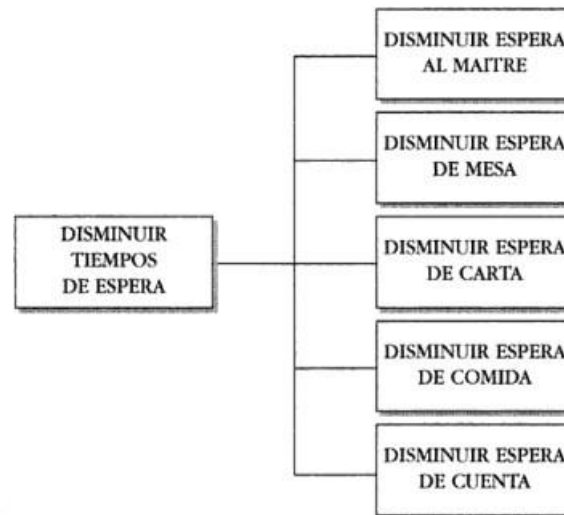


Figura H2. Diagrama de Arbol para la atención de un restaurant.  
Tomado de Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad.

Posteriormente se determinaron los siguientes criterios a aplicar:

- Mayor impacto en la satisfacción del cliente
- Mayor impacto en otros aspectos del negocio
- Menor costo de implementación
- Mayor rapidez de implementación

Una vez realizado esto se procede a juzgar la importancia relativa de cada criterio en comparación a los demás a partir de la siguiente escala:

- 1 = Igualdad de importancia
- 2 = Más importante
- 5 = Significativamente más importante



	Impacto en la satisfacción del cliente	Impacto en otros aspectos del negocio	Coste de implantación	Rapidez de implantación	Total Fila (% Total Global)
Impacto en la satisfacción del cliente		5	2	2	9.0 (0.52)
Impacto en otros aspectos del negocio	1/5		1/2	1/2	1.2 (0.08)
Coste de implantación	1/2	2		1	3.5 (0.20)
Rapidez de implantación	1/2	2	1		3.5 (0.20)
Total columna	1.5	9.0	3.5	3.5	17.2

Figura H3. Matriz para determinar importancia relativa.  
Tomado de Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad.

El siguiente paso será comparar las potenciales opciones de solución por cada criterio

IMPACTO EN LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	A	B	C	D	E	Totales de Fila (% Total)
A: Disminuir espera al maitre		5	2	2	1	10(0.39)
B: Disminuir espera de mesa	1/5		2	2	1	5.2(0.20)
C: Disminuir espera de carta	1/2	1/2		1	1	3(0.11)
D: Disminuir espera de comida	1/2	1/2	1		2	4(0.16)
E: Disminuir espera de cuenta	1	1	1	1/2		3.5(0.14)
Totales de columna	2.2	7	6	5.5	5	25.7

Figura H4. Matriz para el impacto en la satisfacción del cliente.  
Tomado de Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad.

IMPACTO EN OTROS ASPECTOS DEL NEGOCIO	A	B	C	D	E	Totales de Fila (% Total)
A: Disminuir espera al maitre		5	2	2	1	10(0.39)
B: Disminuir espera de mesa	1/5		1	1	1/2	2.7(0.11)
C: Disminuir espera de carta	1/2	1		1	1/2	3(0.12)
D: Disminuir espera de comida	1/2	1	1		2	3.5(0.14)
E: Disminuir espera de cuenta	1	2	2	1		6(0.24)
Totales de columna	2.5	9	6	5	3	25.5

Figura H5. Matriz para el impacto en otros aspectos del negocio.  
Tomado de Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad.

COSTE DE LA IMPLANTACIÓN	A	B	C	D	E	Totales de Fila (% Total)
A: Disminuir espera al maitre		1	1	1/5	1/2	2.7(0.09)
B: Disminuir espera de mesa	1		1	1/5	1/2	2.7(0.09)
C: Disminuir espera de carta	1	1		1/5	1/2	2.7(0.09)
D: Disminuir espera de comida	5	5	5		2	17(0.53)
E: Disminuir espera de cuenta	2	2	2	1/2		6.5(0.20)
Totales de columna	9	9	9	1.1	3.5	31.6

Figura H6. Matriz para el costo de implementación.  
Tomado de Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad.

RAPIDEZ DE LA IMPLANTACIÓN	A	B	C	D	E	Totales de Fila (% Total)
A: Disminuir espera al maitre		1	1	1/5	1/2	2.7(0.09)
B: Disminuir espera de mesa	1		1	1/5	1/2	2.7(0.09)
C: Disminuir espera de carta	1	1		1/5	1/2	2.7(0.09)
D: Disminuir espera de comida	5	5	5		2	17(0.53)
E: Disminuir espera de cuenta	2	2	2	1/2		6.5(0.20)
Totales de columna	9	9	9	1.1	3.5	31.6

Figura H7. Matriz para la rapidez de la implementación.

Tomado de Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad.

El resultado obtenido a partir del análisis realizado será el siguiente:

	Impacto en la satisfacción del cliente	Impacto en otros aspectos del negocio	Coste de Implantación	Rapidez de Implantación	Totales de Fila (% Total)
A: Disminuir espera al maitre	$0.39 \times 0.52$ 0.20	$0.39 \times 0.08$ 0.03	$0.39 \times 0.20$ 0.08	$0.09 \times 0.20$ 0.02	$0.33/1=0.33$
B: Disminuir espera de mesa	$0.20 \times 0.52$ 0.10	$0.11 \times 0.08$ 0.01	$0.20 \times 0.20$ 0.04	$0.09 \times 0.20$ 0.02	$0.17/1=0.17$
C: Disminuir espera de carta	$0.20 \times 0.52$ 0.06	$0.12 \times 0.08$ 0.01	$0.11 \times 0.20$ 0.02	$0.09 \times 0.20$ 0.02	$0.11/1=0.17$
D: Disminuir espera de comida	$0.16 \times 0.52$ 0.08	$0.14 \times 0.08$ 0.02	$0.16 \times 0.20$ 0.03	$0.53 \times 0.20$ 0.04	$0.23/1=0.23$
E: Disminuir espera de cuenta	$0.14 \times 0.52$ 0.07	$0.24 \times 0.08$ 0.02	$0.14 \times 0.20$ 0.03	$0.20 \times 0.20$ 0.04	$0.16/1=0.16$
Totales de columna	0.52	0.08	0.20	0.20	1.00

Figura H8. Matriz de Priorización.

Tomado de Barrio, J. F. V., Fraile, F. G., & Monzón, M. T. (1997). Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad.

## Anexo X: Ejemplo aplicativo de la herramienta Kanban

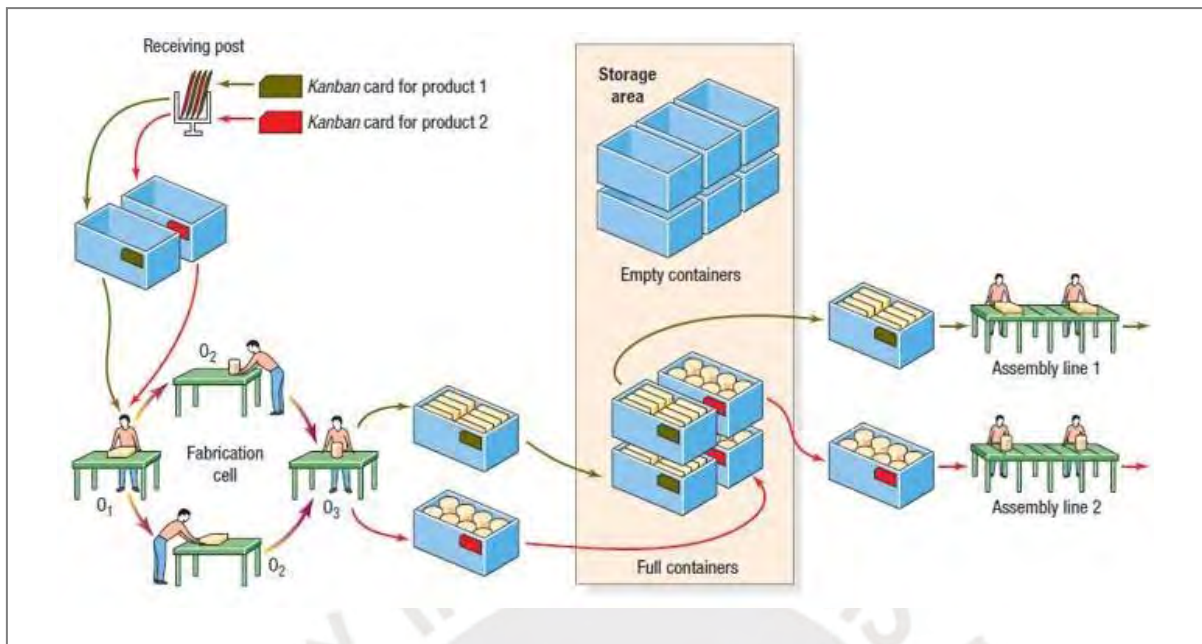


Figura C1. Sistema Kanban de tarjeta única.

Tomado de Krajewski, L. (2015). *Operations Management. Processes and Supply Chains*

En la Figura C1 se muestra el funcionamiento de un sistema Kanban basado en la utilización de una única tarjeta, una unidad de fabricación alimenta dos ensamblajes de línea. Al momento que la línea de ensamblaje requiere de más partes, la tarjeta Kanban correspondiente es llevada al almacén de recepción y un contenedor con gran cantidad de partes es extraído del área de almacenamiento. Las tarjetas para las líneas de ensamblaje son acumuladas en el depósito de recepción y se realiza la programación de la secuencia de producción de partes que se deberán reponer. En este caso el módulo de fabricación realizará el producto 2 (negro) antes que el 1 (gris). El módulo se encuentra formado por tres operaciones distintas; sin embargo, la segunda operación posee dos estaciones de trabajo. Al momento de poner en marcha la producción de dicho módulo, el producto da inicio en la operación 1, pero podría continuar su recorrido hacia cualquier otro módulo de trabajo realizado en la operación 2, esto depende de la carga laboral que se esté desarrollando.



Finalmente, el producto es procesado en la operación 3, antes de ser trasladado al área de almacenamiento.

