



DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES: MENCIÓN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

Lean Manufacturing: Análisis de la línea de producción en una
empresa de alimentos de Cuenca.

Autor:

María Magdalena Mendieta Durán

Director:

Damián Encalada Ávila

Cuenca. Ecuador

2023

Agradecimiento

Indiscutiblemente la educación es el camino para la sabiduría. Educar con amor, es una tarea fácil para quienes hacen de su vocación un servicio a los demás.

Gracias a Dios por este nuevo reto alcanzado una autorrealización profesional y personal, a mi familia quienes me han acompañado durante todo este proceso y a mi pequeña María Paz, mi luz y compañera de vida.

Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN.	1
2. MARCO TEÓRICO.	2
Lean Manufacturing	2
Definición y objetivo	3
Principios de Lean	3
Desperdicios o mudas	4
Promedios Móviles	4
Definición y Objetivo	4
Fases de implementación	5
Diagrama Spaghetti	5
Definición, Objetivo	5
Fases de la implementación del Diagrama Spaghetti	5
LAS 5 S	5
Definición, objetivo	5
Fases de la implementación de las 5S	6
Value Stream Mapping (VSM)	6
Definición y objetivo	6
Fases de implementación del VSM	6
Análisis de Valor Agregado (AVA)	7
Definición y objetivo	7
Fases de Implementación	7
3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO	7
Diseño metodológico	7
Diagnóstico de la situación actual	8
Selección de la línea de estudio	8
Diagrama de flujo	9
Diagrama Spaghetti	10
Análisis de Valor Agregado	12
El Mapa de Flujo de Valor	14
Principales indicadores	14
Mapeo de la situación actual	15
Propuesta de mejora con Lean Manufacturing	16
Modelo de Pronóstico Promedio Móvil	16
Diagrama de Flujo propuesto	17
Diagrama de Spaghetti propuesto	18
Las 5S	19

Análisis de Valor Agregado Propuesto	22
Propuesta de Mapeo de Flujo de Valor	24
4. RESULTADOS	25
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
6. ANEXOS	27
7. BIBLIOGRAFÍA	28

Índice de figuras

Figura 1. Diagnóstico de la situación actual	8
Figura 2. Representación nivel de producción	9
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de la elaboración de ají rocoto y dulce	9
Figura 4. Diagrama de Spaghetti	10
Figura 5. Mapeo de la Situación actual	15
Figura 6. Diagrama de flujo propuesto	17
Figura 7. Diagrama Spaghetti propuesto	18
Figura 8. Modelo de tarjeta roja	19
Figura 9. Apreciación del uso de tarjetas rojas en la planta	20
Figura 10. Nueva disposición de materiales	21
Figura 11. Diagrama de Ishikawa	21
Figura 12. VSM propuesto	25

Índice de tablas

Tabla 1. Desperdicios de manufactura	4
Tabla 2. Producción año 2021	8
Tabla 3. Traslados identificados a través del Diagrama de Spaghetti	11
Tabla 4. Proceso de limpieza de materia prima	12
Tabla 5. Proceso de preparación de materia prima	12
Tabla 6. Proceso de Molido y Tamizado	13
Tabla 7. Proceso de Cocción	13
Tabla 8. Proceso de Envasado y Sellado	13
Tabla 9. Proceso de Fechado	13
Tabla 10. Hallazgos del AVA	14
Tabla 11. Desperdicios identificados	16
Tabla 12. Pronóstico – Promedio Móvil	17

Tabla 13. Traslados necesarios con el nuevo Diagrama Spaghetti	18
Tabla 14. Resumen de los hallazgos: primera S (Seiri)	19
Tabla 15. Plan de acción metodología Ishikawa	22
Tabla 16. Preparación del Producto	22
Tabla 17. Molido y Tamizado	23
Tabla 18. Cocción	23
Tabla 19. Envasado y sellado	23
Tabla 20. Fechado	24
Tabla 21. Hallazgos del AVA propuesto	24
Tabla 22. Hallazgos del VSM	25

Índice de anexos

Anexo 1. Selección de la línea de producción	27
Anexo 2. Tarjeta Amarilla	27

Lean Manufacturing: Análisis de la línea de producción en una empresa de alimentos de Cuenca.

RESUMEN

Lean Manufacturing está ampliamente considerada como una metodología de potencial uso para las empresas interesadas en la mejora de la productividad a través de la optimización de procesos, reducción de tiempos y costos. El objetivo de este caso de estudio fue mejorar la eficiencia de la línea de producción de la Empresa de alimentos de Cuenca mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing. Se establecieron dos fases de análisis, la primera mediante un diagnóstico preliminar para conocer la situación actual de la empresa e identificar las principales mudas o desperdicios del proceso y la segunda que permitió eliminar esos desperdicios y establecer propuestas de mejora. La metodología fue de carácter cualitativo y cuantitativo, partiendo desde técnicas como la observación, encuestas, entrevistas, grupos focales, así como también análisis de datos, estadísticas, etc. Las unidades indagadas son directivos, administrativos y personal operativo. Los resultados fueron medidos a partir del incremento de la eficiencia de la línea, por lo tanto, se concluye que Lean Manufacturing es una herramienta efectiva de mejora continua.

Palabras Clave- lean manufacturing, mapeo de flujo de valor, mudas, productividad, mejora continua.

ABSTRACT

Lean Manufacturing is widely recognized as a methodology that can be potentially used by companies interested in improving productivity through process optimization, time and cost reduction. This case study aimed at improving the efficiency of the production line of a Food Company, located in the city of Cuenca (Ecuador), by applying Lean Manufacturing tools. Two analysis stages were established: first, a preliminary diagnosis was carried out to understand the current situation of the company and to identify the main process wastes; second, wastes were eliminated and improvement proposals were made. The methodology was both qualitative and quantitative. Techniques, such as observation, surveys, interviews, focus groups, as well as data analysis, statistics, etc., were applied. The management, administrative, and operations departments of the Food Company participated in this study. As a result, line efficiency increased; therefore, it can be concluded that Lean Manufacturing is an effective tool for continuous improvement.

Keywords: Lean Manufacturing; Value Stream Mapping; Waste; Muda; Productivity; Continuous Improvement.

Translated by:



María Magdalena Mendieta Durán

1. INTRODUCCIÓN.

El éxito que muchas empresas tienen en el mercado no está relacionado directamente con la producción en masa y su disminución en los precios, éste está vinculado con el grado de satisfacción que el cliente tiene del producto en cuanto a su calidad, tiempos de entrega, flexibilidad y la confiabilidad que se obtiene al consumir o adquirir, los consumidores lo definen como valor, diferenciación, ventaja competitiva, etc. Los japoneses Eiji Toyoda y Taichi Ohno de la Empresa Toyota utilizaron la filosofía *Lean Manufacturing* (manufactura esbelta o ágil) para mejorar, optimizar y maximizar los procesos mediante un sistema de producción libre de desperdicios (Wilches et al., 2013).

En las industrias manufactureras los procesos de producción tienen un alto nivel de variabilidad en relación con la mano de obra, el medio ambiente en el que se desarrolla, las condiciones de la materia prima y los equipos. Esto a su vez afecta negativamente a la productividad de las empresas en términos de tiempo, recursos, desperdicio de capacidad; dificultades que han llevado a las organizaciones a la búsqueda de nuevos métodos orientados a la estabilidad productiva con resultados consistentes en el tiempo (Fazinga et al., 2019).

Lean Manufacturing, conocido también como manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota, es un proceso continuo que consiste en identificar y eliminar los desperdicios o excesos que generan costos en los procesos, su propósito es buscar oportunidades de mejora para crear empresas eficientes y competitivas en el mercado, se trata de formar un estilo de vida en la que el cambio sea la única constante, debido a las condiciones de la globalización (Soconini, 2019).

Según varias investigaciones los autores abordan una propuesta de implementación de herramientas *Lean* que les permita eliminar o reducir desperdicios en la cadena de valor del producto, con el objeto de dar solución a los problemas de retraso, inventarios excesivos, reprocesos existentes y contribuir a la generación de valor para las empresas. Los autores parten desde la fase de diagnóstico de la empresa a partir de la cual se identifica la línea de estudio, sus procesos, los desperdicios, para posterior en la fase de mejora seleccionar las herramientas que den solución a esos problemas. Los resultados de las investigaciones aseguran que con la aplicación de manufactura esbelta se logra disminuir considerablemente los tiempos de entrega, inventarios, Lead Time, costos, mejor utilización de los recursos, además de asegurar la calidad del producto y generar una mayor ventaja competitiva (Carrillo et al., 2019; Collantes et al., 2019; Curillo et al., 2018; Martínez & Moyano, 2011; Wilches et al., 2013).

En Ecuador el uso de la filosofía *Lean* no es común, por lo tanto, implementar estas técnicas en los sistemas de producción provocaría un giro a la manera tradicional de operar, puesto que, *Lean* significa cambio en todos los aspectos de las operaciones productivas (Curillo et al., 2018).

Esta investigación se desarrolló bajo el sistema de estudio de caso en una empresa productora de alimentos en Cuenca. Su crecimiento en los tres últimos años ha ocasionado que las actividades de los procesos productivos estén fuera del control y la administración global del sistema, el personal dedique horas extras para cumplir la planificación, no se disponga de fichas técnicas de control de uso de recursos y materiales, y la capacidad de la planta no esté correctamente distribuida. Por tal razón, el objetivo de esta investigación fue mejorar la eficiencia de la línea de producción de la Empresa de alimentos de Cuenca, mediante herramientas de *Lean Manufacturing*.

El contenido del artículo comprende dos fases: en la primera se diagnosticó la situación actual de la línea de estudio mediante el levantamiento y representación gráfica de la información con el Diagrama de Flujo, posterior la aplicación del Diagrama Spaghetti, el análisis del Valor Agregado y finalmente el Mapeo de la Cadena de Valor de la línea; en la segunda fase se aplicó las herramientas de *Lean Manufacturing*, se evaluó el comportamiento de los tiempos, y posteriormente se testeó mediante pruebas piloto su efectividad. Finalmente, se presentaron las conclusiones obtenidas.

2. MARCO TEÓRICO.

Lean Manufacturing.

En la actualidad existe una amplia gama de herramientas que permiten la mejora de los procesos, dentro de las cuáles se encuentra *Lean Manufacturing*. En relación con este tema, Vargas et al. (2016), sostienen que las empresas que han implementado esta filosofía han logrado disminuciones considerables que oscilan desde un 20% al 50% en costos, explican que: una de las razones fundamentales es la comprensión total de la filosofía; se evidencia la importancia de esta metodología en la optimización de los procesos.

Concluyen (Ibarra- balderas & Ballesteros-Medina, 2017) que *Lean Manufacturing* es una filosofía de excelencia en manufactura que permite a las empresas elevar la productividad, debido a que usa menos de todo: mitad de recursos, mitad de horas, mitad de inversión, lo que le permite ser más competitiva dentro del mercado global.

Definición y objetivo.

Definen a *Lean Manufacturing* como un sistema de producción libre de desperdicios, factor que la hace flexible, ágil, esbelta, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente, entendiéndose como desperdicio todas las actividades que no aportan valor al producto, emplean más recursos de los estrictamente necesarios (Rajadell & Sánchez, 2010). Según (Melton, 2005) el 60% de las operaciones en un sistema productivo no aporta ningún valor al producto, aproximadamente un 35% de las actividades son necesarias sin valor y solo un 5% de las actividades agregan valor. Para (Hernández & Vizán, 2013) *Lean Manufacturing* es una alternativa consolidada que permite a las empresas desarrollar su potencial mediante el uso de técnicas que cubren la totalidad de las áreas operativas orientadas a la identificación y eliminación de todo tipo de desperdicios.

El objetivo de *Lean Manufacturing* es brindar a las organizaciones una ventaja competitiva frente al resto, el sistema de mejora continua que se establece a partir de su implementación permite ajustar las acciones a favor de las necesidades cambiantes del mercado según (Marmolejo et al., 2016).

Según Currillo et al. (2018) en su investigación muestran el aporte de *Lean Manufacturing* en la mejora de los sistemas productivos, abordan un problema bastante frecuente en las organizaciones como el incumplimiento de pedidos a los clientes, razón por la cual algunas empresas fracasan.

Principios de Lean.

Según (Ibarra-balderas & Ballesteros-Medina, 2017) la filosofía Lean se basa en cinco principios:

- Hacer solamente lo necesario, lo que el cliente pide, para cuándo pide y en qué cantidades pide.
- Sostienen que la calidad es vital para los procesos. El operario es el encargado de inspeccionar y tomar decisiones cuando sea necesario para que ésta no se vea afectada.
- El tiempo de ciclo debe ser el mínimo, evitar esperas innecesarias.
- Los activos deben ser utilizados al máximo, así como la eficiencia en la mano de obra.
- La importancia de la mejora continua radica en que siempre existirá mejores prácticas de trabajo.

Desperdicios o mudas.

Es toda forma de desaprovechamiento de los recursos utilizados en la producción, su uso productivo genera la conservación de estos (Tapia et al., 2017). En este contexto “la mejora real del rendimiento se consigue cuando el nivel de desperdicios es igual a cero y se alcanza un porcentaje de trabajo del 100%” (Ohno, 2013).

Tabla 1. Desperdicios de manufactura. Elaboración propia.

Sobreproducción	Inventarios	Transporte	Movimientos innecesarios	Tiempos de espera	Procesos innecesarios	Rechazos, fallas y defectos
Se produce mayor cantidad que la demandada por el cliente. (Ibarra-balderas & Ballesteros-Medina, 2017)	Acumulación de materiales, productos en proceso y terminado. (Ibarra-balderas & Ballesteros-Medina, 2017)	Traslados de materiales de un lugar a otro, que demanda tiempo y no se modifica características del producto (Pérez et al., 2011)	Estos se presentan por los diseños poco efectivos de los puestos de trabajo, genera movimientos forzosos en la persona. (Pérez et al., 2011)	Retrasos que hacen que el personal o las piezas tengan que esperar, se debe a la carencia de nivelación de trabajo, fallas en los equipos, etc (Pérez et al., 2011)	Procedimiento como el conteo, inspección, acomodar el producto; actividades que no agregan valor al proceso (Choomluck sana et al., 2015)	Está dada por la corrección de defectos, producto no conforme. Se atribuye directamente a los costos de no calidad (Pérez et al., 2011)

Promedios Móviles.

Definición y Objetivo.

Esta herramienta permite analizar el comportamiento de la demanda y sus aproximaciones al comportamiento real, su objetivo es la entrega de información asertiva para la toma de decisiones en cuanto al número de kilos que debe producir la empresa para satisfacer la demanda del mercado en relación con el consumo de ají. El término móvil indica que una vez que se dispone de nuevas observaciones en una serie de tiempo, esta reemplaza al dato más antiguo obteniendo un nuevo promedio (Valencia et al., 2007).

Fases de implementación.

Consiste en seleccionar un período histórico de tiempo de estudio sobre el cual se levantará la información de las proyecciones; se determinará el orden que se requiera calcular $N=2$, $N=3$, $N=5$, $N=7$ dependiendo de la cantidad de datos a ser analizados y, finalmente, se calcula los errores APE, MAD, MSE, MAPE, MAPE' para encontrar la precisión del pronóstico en el valor más pequeño.

Diagrama Spaghetti.

Definición, Objetivo.

Es una técnica utilizada para gestionar los procesos y actividades hacia la generación de valor; su estructura comprende básicamente el análisis y control de desperdicios, comparación de los tiempos de trabajo estándar y los tiempos utilizados en la organización y atención de tareas, reducción de la complejidad del proceso, etc. El objetivo es optimizar el tiempo y recursos para una mayor efectividad de los procesos (Vieira, 2020).

Fases de la implementación del Diagrama Spaghetti.

Según (Vieira, 2020) en su investigación propone la siguiente metodología para aplicar la herramienta.

- Seleccionar la línea en la que se va a trabajar.
- Representar gráficamente el desarrollo del proceso con el apoyo del diagrama de flujo.
- Marcar las distancias recorridas y reconocer las actividades que agregan y no agregan valor al proceso.
- Identificar las causas de los desperdicios.

LAS 5 S.

Definición, objetivo.

Las 5S como el fundamento del modelo de productividad aplicado a todo tipo de empresas, en donde las dos primeras S's permiten clasificar y organizar el lugar de trabajo, como resultado genera ahorro de tiempo en las operaciones (Cruz & Olvera, 2015). Para otros autores las 5S es una concepción ligada a la calidad total, incluida en la mejora continua, cuyo propósito es la realización de un trabajo eficiente y su rango de aplicación es extenso. El objetivo de esta disciplina es incrementar la eficiencia, crear un compromiso del personal y contribuir a una cultura del cambio (Tapia et al., 2017).

Fases de la implementación de las 5S.

Esta técnica se desarrolla mediante cinco pasos:

1. Selección: consiste en clasificar los materiales necesarios e innecesarios y posterior eliminar los innecesarios para mantener el área limpia y controlar de ese modo el flujo de materiales y personas (Altamirano & Moreno, 2013).
2. Orden: consiste en identificar y ubicar los materiales necesarios en un lugar adecuado, convirtiendo esta práctica en un hábito (Cruz & Olvera, 2015)
3. Limpieza: se requiere adoptar una cultura de limpieza para la conservación de un ambiente óptimo (Jaen-Procel et al., 2020)
4. Estandarización: en esta etapa se procede a sistematizar los procesos realizados en las 3 primeras fases, su propósito es evitar desperdicios y pérdida de tiempo; además de generar condiciones de trabajo estables (Carrillo et al., 2019).
5. Autodisciplina: esta etapa se encuentra estrechamente relacionada con la mejora continua, su objetivo es crear hábitos de ejecución en los procedimientos ya establecidos (Marmolejo et al., 2016).

Value Stream Mapping (VSM).

Definición y objetivo.

Herramienta diseñada para graficar los procesos y sus flujos en toda la cadena de valor del producto, su propósito es identificar con mayor facilidad los desperdicios y eliminarlos de manera que se pueda producir flujos sin interrupciones y disminuir los tiempos de ciclo de producción (Abreu et al., 2019). A partir de un enfoque orientado a la mejora de la productividad y mediante la fluidez de los procesos se alcanzan esas ventajas competitivas que el cliente valora al momento de adquirir el producto (González & Velázquez, 2012)

Fases de implementación del VSM.

Existen dos fases de análisis mediante VSM: un estado inicial compuesto por siete pasos y la segunda fase un estado proyectado, los dos procedimientos se complementan y hacen posible el logro del objetivo (Delgado et al., 2018).

Identifica los siguientes pasos para estructurar un VSM:

- Los clientes
- Los procesos productivos
- Representar los puntos de inventarios
- Entradas y salidas de material
- Flujos de información
- Relación entre los procesos

- Dibujar las líneas de tiempo

Análisis de Valor Agregado (AVA).

Definición y objetivo.

Para Enriquez et al., 2016, esta metodología es utilizada para conocer la eficiencia de cada etapa en el proceso desde el punto de vista del valor que cada una agrega al proceso final, su aplicación permite identificar las actividades de no valor y eliminarlas o combinarlas para reducir los tiempos de operación. Su objetivo es el mejoramiento de la cadena de valor para posibilitar mejoras en los costos.

Fases de Implementación.

Se trata de separar las actividades en: actividades de Valor Agregado para el Cliente (VAC), y Valor Agregado para la Empresa (VAE), actividades de no valor agregado, tales como: Preparación (P), Inspección (I), Espera (E), Movimiento(M), Almacenamiento (A).

3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO.

Diseño metodológico.

El caso de estudio fue de tipo descriptivo con un enfoque metodológico mixto de investigación – acción. Se utilizó las técnicas de observación, entrevista, lluvia de ideas y grupos focales para la recolección de datos, además, de la revisión literaria para identificar los aspectos de cada una de las técnicas a utilizarse. Caracterizada la filosofía se determinó las variables de las herramientas con base a estudios de referencia de autores como Favela y Samanamud.

Diagnóstico de la situación actual.



Figura 1. Elaboración Propia. Diagnóstico de la situación actual. Basada en la metodología de Mejía et al. (2019).

Selección de la línea de estudio.

Se decidió la línea de producción de ají rocoto y dulce por su mayor volumen de producción y mayor demanda. La tabla indica la producción que la empresa obtuvo durante el año 2021.

Tabla 2. Producción año 2021

Año 2021	Kilos Producidos	Kilos Producidos
	Ají rocoto y dulce	Salsa de ají
Enero	1728	600
Febrero	1500	400
Marzo	1650	550
Abril	1690	490
Mayo	1800	800
Junio	1750	540
Julio	1690	680
Agosto	1690	590
Septiembre	1710	720
Octubre	1728	980
Noviembre	1860	860
Diciembre	1860	860
Totales	20656	8070

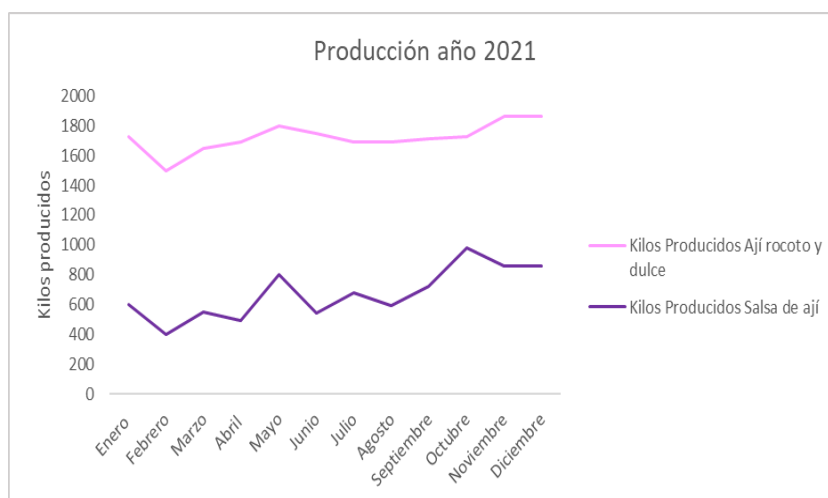


Figura 2. Representación nivel de producción.

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de flujo.

Se da inicio al reconocimiento de las actividades del proceso el cual requiere de una orden de producción que se entrega manualmente al encargado de la planta, con base en el pedido se establece las cantidades de materia prima y materiales a ser utilizados. La orden semanal es de 432 kilogramos con una frecuencia de producción de 3 lotes a la semana.

Se diseñó el flujo del proceso mediante la técnica de observación in situ, entrevistas a los operarios para luego mapear la información de tal manera que resulte fácil comprender, tal como indica la figura 3.

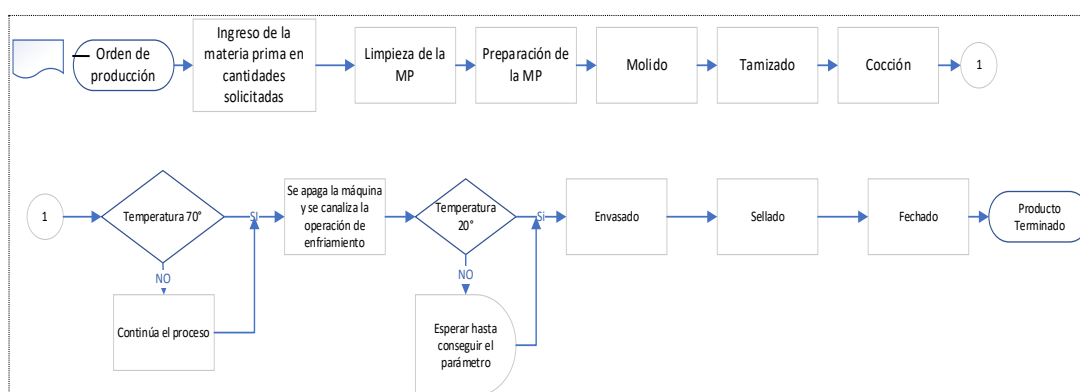


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de la elaboración de ají rocoto y dulce.

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de Spaghetti.

Según (Vieira, 2020) en su investigación muestra que la distribución de una planta de trabajo es fundamental para mantener un óptimo orden y reducir tiempos por traslados innecesarios. Por otra parte, en su artículo se puede evidenciar que una mala distribución de espacios genera desperdicios relacionados con el desplazamiento provocando que un proceso se vuelva ineficiente.

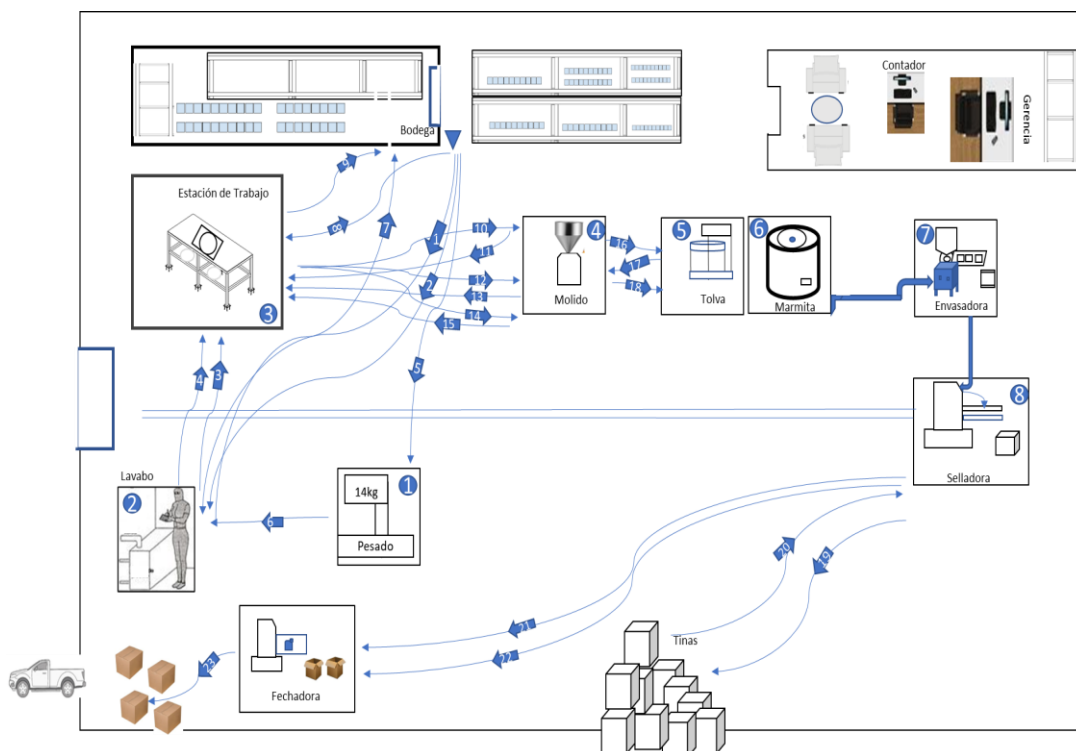


Figura 4. Diagrama de Spaghetti

Fuente: Elaboración propia.

Nótese en la figura que existen varios traslados que no agregan valor al proceso, pudiendo identificar los de bodega hacia las áreas, del lavabo a la estación de trabajo y desde ésta al molino. La primera se debe a que toda la materia prima requiere ubicarse en la estación para el siguiente proceso y la segunda se produce por la capacidad del molino que es de 48 kilos para un lote de producción de 144 kilos.

Tabla 3. Traslados identificados a través del Diagrama de Spaghetti.

# de traslados	actividad	Distancia mtrs	Tiempo segundos
T1	Trasladar la materia prima 1 desde la bodega hasta el lavabo	16	90
T2	Trasladar la materia prima 1 desde el lavabo hasta la mesa de trabajo	24	140
T3	Trasladar la materia prima 2 desde la bodega al lavabo	18	90
T4	Trasladar la materia prima 2 el lavabo hacia la mesa de trabajo	8	125
T5	Trasladar la materia prima 3 desde la bodega hacia el área de pesado	18	45
T6	Trasladas la materia prima 3 desde el área de pesado hasta el lavabo	2	65
T7	Trasladar la materia prima 3 desde el lavabo hacia la estación de trabajo	4	25
T8	Trasladar la materia prima 4 desde la bodega hacia la estación de trabajo	12	30
T9	Trasladar la materia prima 4 hacia la bodega	12	30
T10,11,12,13,14,15	Trasladar los ingredientes hacia el molino	90	540
T16,17,18	Trasladar la mezcla a la tolva	12	60
T19, 20	Trasladar tinas	40	1
T21,22	Trasladar producto a la máquina fechadora	60	120
T23	Traslado desde la fechadora hacia el camión	22	180
Totales		338	1541

Del tiempo total (593 minutos) que la empresa requiere para producir el ají rocoto y dulce existe 25 minutos no productivos que el operario realiza por desplazamientos debido a una incorrecta distribución de la planta, confirmando así la teoría de Vieira. Por otro lado, se observó que los traslados a más de incrementar el tiempo total del proceso producen cansancio al operario por el uso de la fuerza que requiere.

Análisis del Valor Agregado (AVA).

El AVA permite diseñar procesos eficientes y eficaces a través de identificar las actividades que agregan valor y las que no agregan valor (Enriquez et al., 2016)

La Gerencia para calificar el proceso de efectivo o no efectivo propone que el Índice de Valor Agregado sea igual o mayor a 75%. El desarrollo del proceso consistió en detallar cada una de las actividades con sus tiempos (minutos), tal como indica la tabla, luego se calculó el tiempo de ciclo del proceso (TCP), el tiempo de valor agregado (TVA), el tiempo de no valor agregado y el índice de valor agregado (IVA).

Fórmula:

$$IVA = 100 * (TVA / TCP)$$

Tabla 4. Proceso de limpieza de materia prima

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA					
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento	
Limpieza de materia prima	1	Traslado de la materia prima								4	
	2	Lavar el producto			30						
	3	Seleccionar el producto defectuoso					15				
	4	Desinfectar			10						
	5	Traslado del producto a la mesa de trabajo								8	
Tiempo de Ciclo del Proceso TCP			67								
Tiempo de Valor Agregado TVA			40								
Tiempo de No Valor Agregado TNVA			27								
Índice de Valor Agregado			60%	Proceso no efectivo							

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

Tabla 5. Proceso de preparación de materia prima

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA					
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento	
Preparación de materia prima	1	Pelar el producto			30						
	2	Cortar el producto por la mitad			20						
	3	Extraer la parte central del producto			40						
	4	Limpiar el área de trabajo						15			
	5	Colocar las bandejas en el interior de la mesa de trabajo								10	
	6	Ir por los ingredientes químicos								3	
	7	Pesar las cantidades necesarias			10						
Tiempo de Ciclo del Proceso TCP			128								
Tiempo de Valor Agregado TVA			100								
Tiempo de No Valor Agregado TNVA			28								
Índice de Valor Agregado			78%	Proceso efectivo							

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

Tabla 6. Proceso de Molido y Tamizado

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA					
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento	
Molido y Tamizado	1	Transporte de la materia prima desde la mesa de trabajo hasta el molino								3	
	2	Moler			6						
	3	Retiro del Producto y colocar a la Tolva			5						
	4	Transporte de la materia prima desde la mesa de trabajo hasta el molino								3	
	5	Moler			6						
	6	Retiro del Productoy colocar en la tova			5						
	7	Transporte de la materia prima desde la mesa de trabajo hasta el molino								3	
	8	Moler			6						
	9	Retiro del Producto			5						
Tiempo de Ciclo del Proceso TCP			42								
Tiempo de Valor Agregado TVA			33								
Tiempo de No Valor Agregado TNVA			9								
Índice de Valor Agregado			79%	Proceso efectivo							

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

Tabla 7. Proceso de Cocción.

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA					
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento	
Cocción	1	Cocción del producto hasta llegar a los 70°			73						
	2	Verificación de temperatura					2				
	3	Colocar agua en el sistema de enfriamiento			20						
	4	Enfriar hasta llegar a 20°						100			
Tiempo de Ciclo del Proceso TCP			195								
Tiempo de Valor Agregado TVA			93								
Tiempo de No Valor Agregado TNVA			102								
Índice de Valor Agregado			48%	Proceso no efectivo							

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

Tabla 8. Proceso de Envasado y Sellado

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA					
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento	
Envasado y sellado	1	Colocar los envases en la máquina			15						
	2	Llenado de los envases			40						
	3	Espera a liberar espacio						4			
	4	Verificaciones de los envases					6				
	5	Pasar por la selladora			25						
	6	Verificar el sellado					5				
	7	Esperar por producto							2		
Tiempo de Ciclo del Proceso TCP			97								
Tiempo de Valor Agregado TVA			80								
Tiempo de No Valor Agregado TNVA			17								
Índice de Valor Agregado			82%	Proceso efectivo							

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

Tabla 9. Proceso de Fechado

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA					
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento	
Fechado	1	Colocar la fecha al producto			55						
	2	Verificar el correcto proceso					9				
Tiempo de Ciclo del Proceso TCP			64								
Tiempo de Valor Agregado TVA			55								
Tiempo de No Valor Agregado TNVA			9								
Índice de Valor Agregado			86%	Proceso efectivo							

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

Tabla 10. Hallazgos del AVA

Proceso	% VA	% NVA	Proceso efectivo o no efectivo	Herramienta Lean
Limpieza de materia prima	60%	40%	No efectivo	Spaghetti, 5S
Preparación de materia prima	78%	22%	Efectivo	Spaghetti, 5S
Molido y Tamizado	79%	21%	Efectivo	Spaghetti
Cocción	48%	52%	No efectivo	-
Envasado y sellado	82%	18%	Efectivo	Spaghetti, 5S
Fechado	86%	14%	Efectivo	5S

En conclusión, fueron analizados 32 pasos, de los cuales el 56,25% (18) agregan valor y el 43,75% (14) no agregan valor.

De las 16 actividades analizadas que corresponden al NVA, 15 de ellas necesitaron que se establezca planes de acción para reducir o eliminar esos tiempos mediante el Diagrama Spaghetti y 5S.

El Mapa de Flujo de Valor.

Para Delgado et al. (2018) en su artículo Aplicación del Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Map - VSM), el análisis contempla un estudio de la cadena de valor, en cuanto a los materiales e información, con el objeto de obtener datos que permitan valorar las actividades que no agregan valor al producto.

Principales indicadores.

Tiempo de ciclo (TC). - Es el tiempo transcurrido desde la salida de un producto y el ingreso del siguiente.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo disponible por período}}{\text{Cantidad producida por período}}$$

Según la fórmula, al tiempo total le desagregamos los tiempos por limpieza, reuniones, descansos, etc,

Tiempo de trabajo disponible (td). – Tiempo de operación.

Tiempo de funcionamiento (TF). – Utilización de la máquina en el día.

Capacidad Actual (CA). - Capacidad productiva de cada proceso medido en kilogramos/ horas.

$$Capacidad\ Actual = \frac{Tiempo\ de\ trabajo\ disponible}{Tiempo\ de\ ciclo} * TF$$

Lead Time (LT). – Es el tiempo desde que la materia prima ingresa, hasta el despacho del producto al cliente.

Tiempo de espera en inventario. – Son las unidades de inventario divididas entre la demanda diaria.

Mapeo de la situación actual.

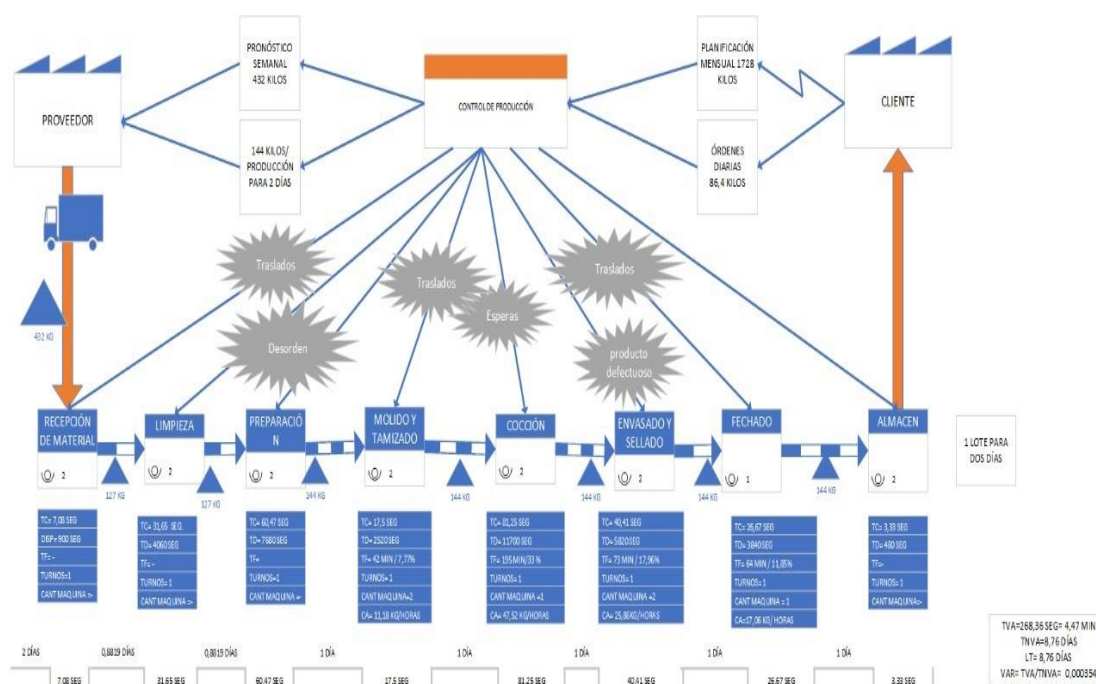


Figura 5. Elaboración propia.

La sumatoria del proceso en la línea de tiempo da como resultado el valor del Lead Time que para el ejemplo es de 8,76 días, de los cuáles solo los 4,47 minutos corresponden a actividades que generan valor, lo que representa un ratio de valor añadido muy bajo de 0,000354.

Tabla 11. Desperdicios identificados

Desperdicios	Detalle
Inventarios	Productos en proceso, el operario alimenta constantemente el proceso.
Transporte	Traslados de producto en proceso: Desde la estación de limpieza hacia preparación. Desde preparación hacia molido. Distribuciones de trabajo a grandes distancias.
Defectos	Por el método de trabajo, mala ubicación del empaque para sellado.
Esperas	Por material y por cuellos de botella

4.2. Propuesta de mejora con Lean Manufacturing.

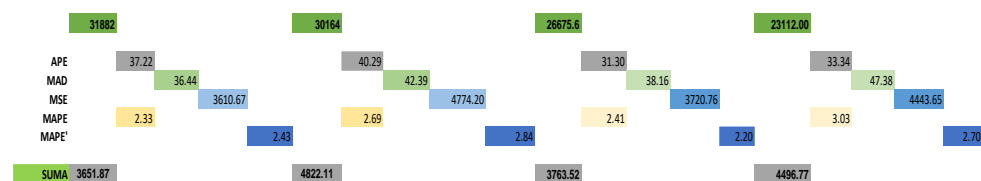
Se propone lograr un flujo continuo con la eliminación de los desperdicios identificados en la fase de diagnóstico. Lo primordial es promover en el personal una cultura de mejora continua, siendo un desafío institucional por la resistencia al cambio.

Modelo de Pronóstico Promedio Móvil.

Para obtener correctas y mejores decisiones debe existir planificación y control de los procesos, el tratamiento empírico de la información es el principal conductor de malas decisiones, por esta razón, se determinó la necesidad de evaluar el comportamiento de la producción y su demanda. En la Figura 2, la línea de color rosado muestra como los valores de producción de ají rocoto y dulce es estable con el tiempo, de esta manera se determina que el pronóstico móvil es el adecuado para su análisis.

Tabla 12. Pronóstico – Promedio Móvil

#	Año	Meses año 2021 2022	Producción en kilos	PROYECCIÓN				PROYECCIÓN				PROYECCIÓN				PROYECCIÓN								
				Xt	XtH N=2	APE	MAD	MSE	MAPE'	XtH N=3	APE	MAD	MSE	MAPE'	XtH N=5	APE	MAD	MSE	MAPE'	XtH N=7	APE	MAD	MSE	MAPE'
1	2021	enero	1728																					
2	2021	febrero	1500																					
3	2021	marzo	1650	1614	2.18	36	1296.00	2.23																
4	2021	abril	1690	1575	6.80	115	13225.00	7.30	1626.00	3.79	64.00	4096.00	3.94											
5	2021	mayo	1800	1670	7.22	130	16900.00	7.78	1613.33	10.37	186.67	34844.44	11.57											
6	2021	junio	1750	1745	0.29	5	25.00	0.29	1713.33	2.10	36.67	1344.44	2.14	1673.6	4.37	76.4	5836.96	4.57						
7	2021	julio	1690	1775	5.03	85	7225.00	4.79	1746.67	3.35	56.67	3211.11	3.24	1678	0.71	12	144.00	0.72						
8	2021	agosto	1690	1720	1.78	30	900.00	1.74	1746.67	3.35	56.67	3211.11	3.24	1716	1.54	26	676.00	1.52	1686.86	0.19	3.14	9.88	0.19	
9	2021	septiembre	1710	1690	1.17	20	400.00	1.18	1710.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1724	0.82	14	196.00	0.81	1681.43	1.67	28.57	816.33	1.70	
10	2021	octubre	1728	1700	1.62	28	784.00	1.65	1696.67	1.81	31.33	981.78	1.85	1728	0.00	0	0.00	0.00	1711.43	0.96	16.57	274.61	0.97	
11	2021	noviembre	1860	1719	7.58	141	19881.00	8.20	1709.33	8.10	150.67	22700.44	8.81	1713.6	7.87	146.4	21432.96	8.54	1722.57	7.39	137.43	18886.61	7.98	
12	2021	diciembre	1860	1794	3.55	66	4356.00	3.68	1766.00	5.05	94.00	8836.00	5.32	1735.6	6.69	124.4	15475.36	7.17	1746.86	6.08	113.14	12801.31	6.48	
13	2022	enero	1860	1860	0.00	0	0.00	0.00	1816.00	2.37	44.00	1936.00	2.42	1769.6	4.86	90.4	8172.16	5.11	1755.43	5.62	104.57	10935.18	5.96	
14	2022	febrero	1860	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1803.6	3.03	56.4	3180.96	3.13	1771.14	4.78	88.86	7895.59	5.02	
15	2022	marzo	1860	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1833.6	1.42	26.4	696.96	1.44	1795.43	3.47	64.57	4169.47	3.60	
16	2022	abril	1860	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1860	0.00	0	0.00	0.00	1819.71	2.17	40.29	1622.94	2.21	
17	2022	mayo	1860	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1860	0.00	0	0.00	0.00	1841.14	1.01	18.86	355.59	1.02	
18	2022	junio	1860	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19	2022	julio	1860	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
20	2022	agosto	1860	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
21	2022	septiembre	1860						1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1860	0.00	0	0.00	0.00	1860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



En la tabla se muestra los valores correspondientes al año 2021 y su correspondiente pronóstico para el siguiente año. Se trabajó con N datos dependiendo de cuántas veces se quiera probar el modelo para obtener el menor error (N=2, N=3, N=5, N=7), los errores calculados son APE, MAD, MSE, MAPE, MAPE', en la menor sumatoria se evidenció como escenario óptimo a N= 2 con el valor de 3.651,87, el pronóstico esperado es de 1860 kilos.

Diagrama de Flujo propuesto.

Con las nuevas características de distribución y diseño de la planta propuestas mediante la herramienta Spaghetti, se elabora el diagrama de flujo.

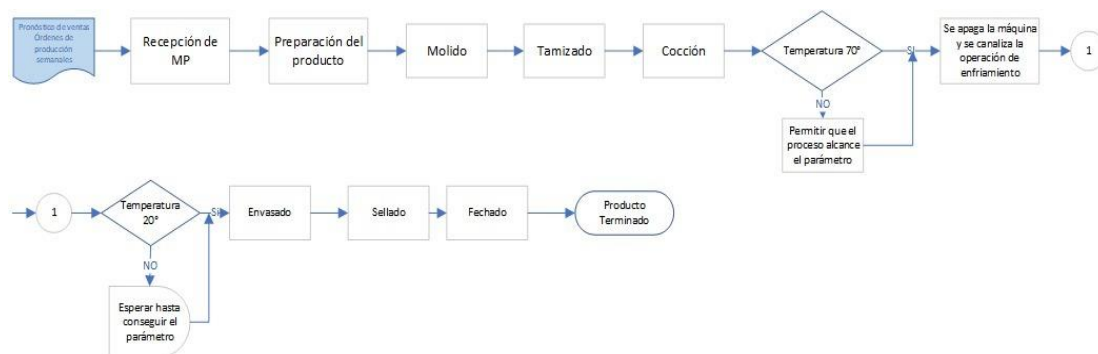


Figura 6. Diagrama de flujo propuesto

Diagrama de Spaghetti propuesto.

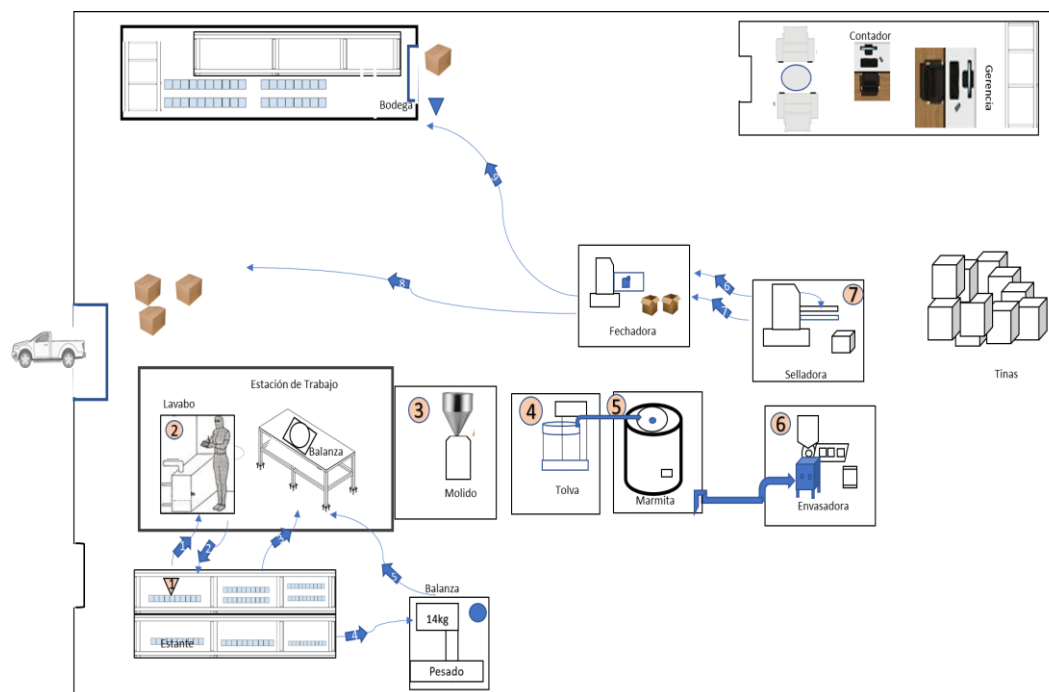


Figura 7. Diagrama Spaghetti propuesto

Tabla 13. Traslados necesarios con el nuevo Diagrama Spaghetti

# de traslados	actividad	Distancia mtrs	Tiempo segundos
T1	Trasladar la materia prima desde el estante hasta el lavabo	3	30
T2	Volver por el resto de los ingredientes	3	15
T3	Traslado de condimentos hacia la estación de trabajo	3	15
T4	Traslado materia prima, hacia el área de pesaje	12	30
T5	Traslado material pesado hacia el área de trabajo	12	30
T6	Traslado de tinas hacia la fechadora	15	30
T7	Traslado de tinas desde la fechadora hacia la bodega	15	180
T8	Traslado desde la fechadora hacia el camión	40	210
Totales		103	540

La tabla indica 8 traslados registrados con un tiempo de 9 minutos, es decir, se redujo 16 minutos de los 25 utilizados en el proceso inicial antes de aplicar las mejoras, 64% de mejora.

Las 5 S.

Esta técnica consistía en motivar a los colaboradores en el desempeño eficiente de las actividades, alcanzando menores tiempos de búsqueda de los materiales y áreas totalmente organizadas. A través de tarjetas rojas se organizó el trabajo, la metodología consistió en ubicarlas por el tiempo aproximado de una semana para conocer el promedio de ocurrencia o el uso de ocurrencia. Las calificaciones de baja, promedio y alta fueron otorgadas de acuerdo con la tabla 15.

En donde:

Ejecución de la primera S, Seiri (clasificación). En este primer paso se procedió a diseñar la tarjeta con las especificaciones que se analizarían durante el proceso de estudio de las 5S. Como paso 2 se realizó el reconocimiento a cada etapa en donde se encontró lo siguiente: elementos que impedían la libre circulación de materiales y personas: cajas y tinas, herramientas como cuchillos y recipientes ubicados en lugares poco estratégicos, materiales que representaban peligro de contaminación para el producto, cantidades innecesarias de materiales colocados en el área de trabajo.

Figura 8. Modelo de tarjeta roja.

Tabla 14. Resumen de los hallazgos: primera S (Seiri)

Baja	Una vez a la semana	
Promedio	Al menos 2 veces a la semana	
Alta	Siempre	
Limpieza del Producto	Balde	
	Prioridad	¿Dónde colocarlas?
	Alta	Se usa en el proceso de limpieza y preparación, se recomienda colocar en la parte baja del lavabo
	Productos de limpieza (jabones, limpiadores)	

	Prioridad	¿Dónde colocarlas?
	Baja	Bodega para evitar contaminación de la materia prima
Preparación del producto	Cuchillos	
	Prioridad	¿Dónde colocarlas?
	Alta	Estación de trabajo/porta cuchillos y otros a bodega
	Recipientes	
	Prioridad	¿Dónde colocarlas?
	Alta	Se usa para colocar la materia prima preparada, colocar en la estación de trabajo
	Piezas	
Molido	Prioridad	¿Dónde colocarlas?
	Alta	Colocar en un espacio en bodega para evitar contaminación
Sellado	Gavetas	
	Prioridad	¿Dónde colocarlas?
	Alta	Espacio en la bodega para que no interfiera en el flujo de trabajo
Empaque	Cartones	
	Prioridad	Donde colocarlas
	Promedio	Espacio en la bodega para que no interfiera en el flujo de trabajo

En las figuras 9 y 10 se muestra el aporte de las 5'S al proceso:

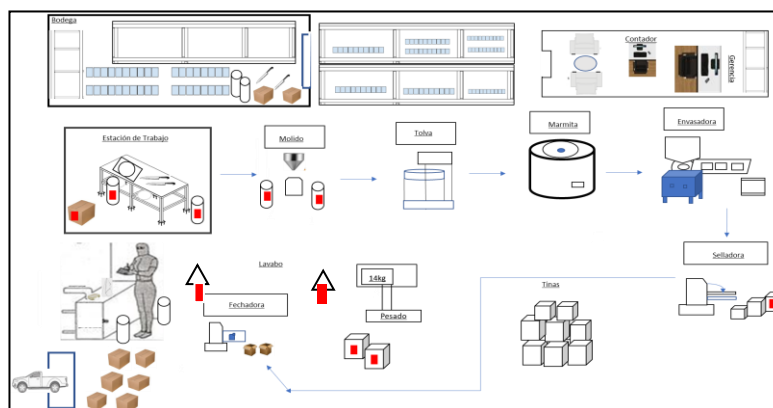


Figura 9. Apreciación del uso de tarjetas rojas en la planta.

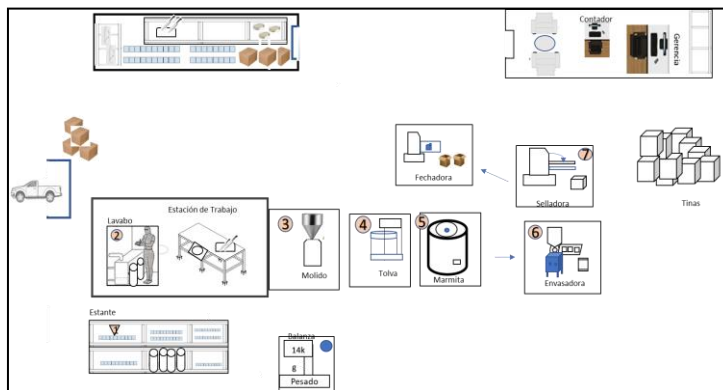


Figura 10. Nueva disposición de materiales.

Ejecución de la segunda S, Seiton (organizar). - La organización se realizó con el nuevo lay out. Figura 7.

Ejecución de la tercera S, Seiso (limpieza). Para la empresa es importante poder establecer un programa de limpieza de las áreas, especialmente sobre una propuesta de mantenimiento preventivo de la maquinaria, para evitar paradas innecesarias, demoras, etc.

En trabajo conjunto con la gerencia y los colaboradores, se estructuró una lluvia de ideas y a través de la técnica de diagrama Ishikawa se muestra el producto. Para la elaboración de la herramienta se agrupó de la siguiente manera: mano de obra, ambiente, método, máquinas y equipos.

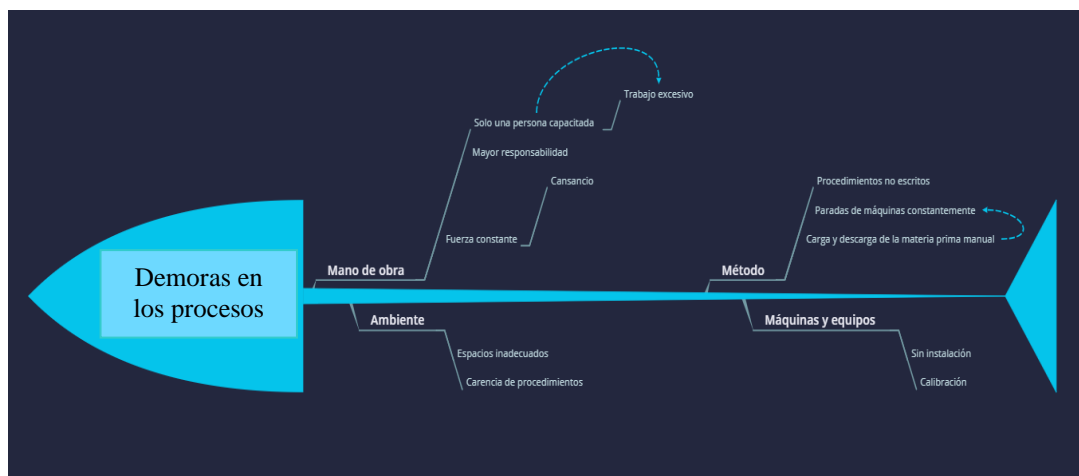


Figura 11. Diagrama de Ishikawa

Tabla 15. Plan de acción metodología Ishikawa.

Mano de Obra	Ambiente	Método	Maquinaria
Plan de capacitación a todo el personal. Distribución de responsabilidades. Con la nueva distribución de espacio se reduce los recorridos, por lo que evitamos el cansancio físico del personal.	Se elaborará el manual de uso de máquinas y equipos, considerando; tiempos de lubricación, armado, desarme, Incorporó la aplicación de tarjetas amarillas para facilitar los mantenimientos. Ver anexo2.	Estandarizar los procedimientos para conocimiento de todos. Plan de inducción al personal nuevo. Cargas y descargas manuales, se mantuvo los procedimientos, sin embargo, el nuevo layout redujo los largos recorridos.	Limpieza de máquinas los fines de semana preferiblemente los viernes en la tarde. La instalación de las áreas está establecida para realizar los lunes

La cuarta y la quinta S- Seiketsu (estandarización) y Shitsuke (disciplina) se trabajó en los puestos donde se creó el hábito del orden y limpieza, la Gerencia se sumó a este equipo para incentivar estas prácticas.

Análisis de Valor Agregado Propuesto.

Las tablas muestran como a través del análisis AVA realizado en la primera fase, estas actividades del PIEMA fueron eliminadas o reducidas.

Tabla 16. Preparación del Producto

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA				
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento
Preparación del producto	1	Lavar el producto y preparar			140					
	2	Preparar los condimentos			10					
	3	Limpieza del área						15		
		Tiempo de Ciclo del Proceso TCP	170							
		Tiempo de Valor Agregado TVA	150							
		Tiempo de No Valor Agregado TNVA	15							
		Índice de Valor Agregado	88%	Proceso efectivo						

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

Tabla 17. Molido y Tamizado

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA				
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento
Molido y Tamizado	1	Moler			6					
	2	Retiro del Producto y colocar a la Tolva			3					
	3	Moler			6					
	4	Retiro del Producto y colocar a la Tolva			3					
	5	Moler			6					
	6	Retiro del Producto y colocar a la Tolva			3					
	7	Moler			6					
	8	Retiro del Producto y colocar a la Tolva			3					
	9	Finalizar el Tamizado			12					
Tiempo de Ciclo del Proceso TCP			48							
Tiempo de Valor Agregado TVA			48							
Tiempo de No Valor Agregado TNVA			0							
Índice de Valor Agregado			100%	Proceso efectivo						

Tabla 18. Cocción

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA				
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento
Cocción	1	Cocción del producto hasta llegar a los 70°			73					
	2	Verificación de temperatura						2		
	3	Colocar agua en el sistema de enfriamiento			20					
	4	Enfriar hasta llegar a 20°							100	
Tiempo de Ciclo del Proceso TCP			195							
Tiempo de Valor Agregado TVA			93							
Tiempo de No Valor Agregado TNVA			102							
Índice de Valor Agregado			48%	Proceso no efectivo						

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

En este proceso el índice se mantuvo, se consideró algunas posibilidades de reestructuración como: reducir la temperatura mediante un sistema llamado torre de enfriamiento, que, es una instalación la cual permite dispersar el calor con la evaporación controlada, denominada tiro inducido a contracorriente, Gerencia manifestó que sería un proceso a largo plazo.

Tabla 19. Envasado y sellado

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA				
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento
Envasado y sellado	1	Colocar los envases en la máquina			15					
	2	Llenado de los envases			40					
	3	Verificar los envases						4		
	4	Sellar			11					
	5	Verificar el proceso de sellado						3		
Tiempo de Ciclo del Proceso TCP			73							
Tiempo de Valor Agregado TVA			66							
Tiempo de No Valor Agregado TNVA			7							
Índice de Valor Agregado			90%	Proceso efectivo						

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

El proceso mejoró un 23%, reduciendo tiempos por esperas e inspecciones, al estructurar el proceso y sus flujos.

Tabla 20. Fechado

Proceso	#	Actividades	Total	VA		NVA				
				VAC	VAE	paras	inspecciones	esperas	movimientos	almacenamiento
Fechado	1	Colocar la fecha al producto			55					
	2	Verificar el correcto proceso					3			
		Tiempo de Ciclo del Proceso TCP	58							
		Tiempo de Valor Agregado TVA	55							
		Tiempo de No Valor Agregado TNVA	3							
		Índice de Valor Agregado	95%	Proceso efectivo						

Fuente: Elaboración propia. Basada en la metodología de Alzamora, (2017)

Tabla 21 Hallazgos del AVA propuesto.

Proceso	% VA	% NVA	Proceso efectivo o no efectivo	Mejora
Preparación del producto	88%	12%	Efectivo	37% El proceso se unificó con la limpieza de materia prima.
Molido y Tamizado	100%	-	Efectivo	26%
Cocción	48%	52%	No efectivo	-
Envasado y sellado	90%	10%	Efectivo	23%
Fechado	95%	5%	Efectivo	10,46%

Propuesta de Mapeo de Flujo de Valor.

Cálculo del Takt Time.

Es una medida que nos permite conocer el ritmo de salida de los productos, la empresa tendrá en cuenta ese tiempo para organizar los recursos y cubrir la demanda.

Fórmula

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible\ por\ período}{Demanda\ por\ período\ del\ cliente}$$

El takt time calculado en nuestra investigación, es de 225 segundos / kilogramo, es decir, la empresa produce una unidad justo en el tiempo para reemplazar la anterior usada por el cliente, tiempo de ciclo de cada unidad o cada kilo producidos.

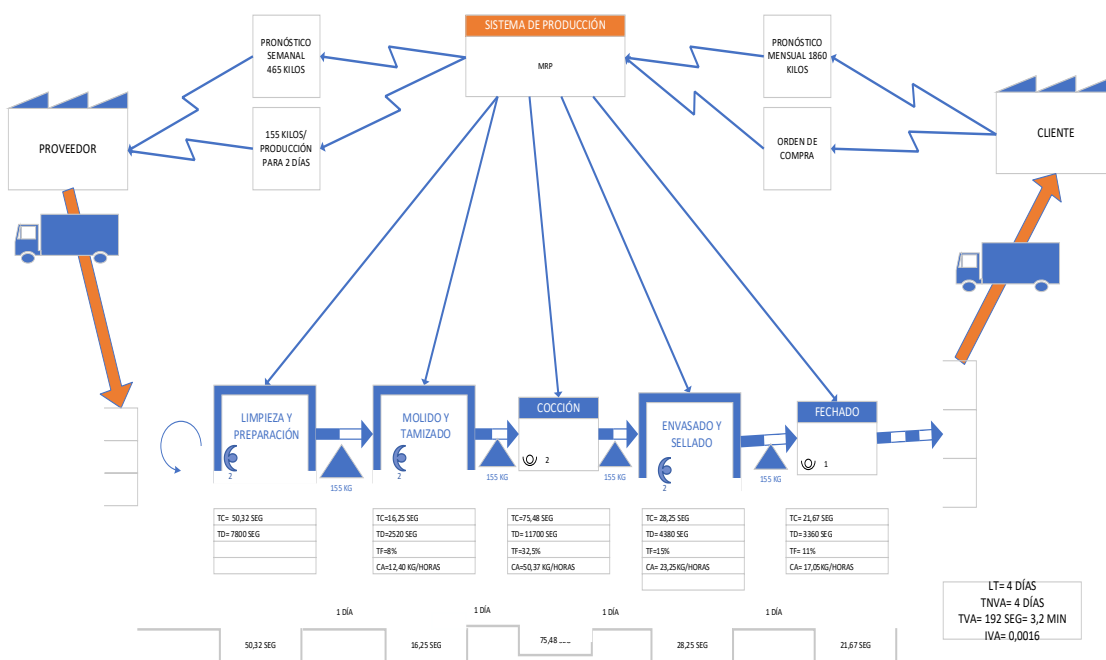


Figura 12. VSM propuesto. Elaboración propia.

Tabla 22. Hallazgos del VSM.

Indicadores	Ahora	Antes	Mejora
Lead Time	4 días	8,76 días	54,34%
IVA	0,000354	0,0016	

Se realizó la ubicación de tres celdas de trabajo para realizar simultáneamente las actividades, éstas hicieron que los inventarios de productos en proceso se eliminaran, tal como indica la figura 10.

4. RESULTADOS

El Diagrama Spaghetti obtuvo el 34% de mejora, es decir, de 25 minutos calculados por traslados actualmente se requiere de 9 minutos.

La distribución de la planta obtuvo una línea más esbelta y eficiente del proceso.

Del total de 9 horas se redujo a 8 horas 25 minutos posterior de a las acciones de mejora con técnicas Lean.

Las 5S permitió la reducción de tiempo en aproximadamente 2%, que implica mejorar la eficiencia en los procesos al mantener una organización de los materiales y el flujo.

El VSM logró reducir en más de 50% los inventarios de productos en proceso.

El Análisis de Valor Agregado obtuvo convertir el proceso de Preparación de materia prima en proceso eficiente. La herramienta es un aporte significativo para conocer la eficiencia de los procesos, si bien es cierto, en un inicio con esta metodología se estudiaron 32 pasos, actualmente existe 25 pasos, 7 eliminados y 7 disminuyeron su tiempo. En conclusión, el proceso requiere de 25 pasos de los cuales 8 no agregan valor.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con el objetivo el cual se enfoca en la mejora de la eficiencia de la línea de producción mediante herramientas de Lean Manufacturing; en esta investigación se determinó con base a los resultados obtenidos que la empresa disminuyó el tiempo de ciclo en aproximadamente 11% en áreas como: esperas por inventarios, tiempos muertos, horas complementarias y suplementarias; logrando que la empresa sea más competitiva e incrementando la productividad al utilizar eficientemente los recursos.

Se identificó que las herramientas idóneas para evaluar y mejorar el comportamiento de un proceso son: el Diagrama de Spaghetti, las 5S, el Mapa de Flujo de Valor, el Análisis de Valor Agregado; la clave de éxito está en el compromiso y respeto al trabajador y a la cultura organizacional para alcanzar su correcta aplicación.

Se mejoró el Lead time de la empresa a través de la disminución de tiempos muertos y de actividades que no agregan valor al producto, lo que permitió responder rápidamente al cliente y generar confianza al momento de elegir el producto, creando así una ventaja competitiva frente a la competencia.

6. ANEXOS

Anexo 1. Selección de la línea de producción.

		PROCESOS							
		Proceso 1 Limpieza de la materia prima	Proceso 2 Preparación de la materia prima	Proceso 3 Molido	Proceso 4 Tamizado	Proceso 5 Cocción	Proceso 6 Envasado	Proceso 7 Sellado	Proceso 8 Fechado
PRODUCTOS	Producto 1	x	x	x	x	x	x	x	x
	Producto 2	x	x	x	x		x	x	x
	Producto 3	x	x	x	x	x	x	x	x

Anexo 2. Tarjeta Amarilla

Tarjeta Amarilla

Fecha: _ _ / _ _ / _ _ _ _

— Folio No: _____

Proceso: _____

Categoría:

Aceite		mala	
Polvo		calibración	
mal funcionamiento		mala práctica	
		voltajes	

Problema: _____

Acción Correctiva: _____

Responsable: _____

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, R., Franz, M., & Rodríguez, Y. (2019). Mapeo del Flujo de Valor para el análisis de sostenibilidad en cadenas de suministro agroalimentarias. *Ingeniería Industrial*, 40(3), 316–328. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360461152010>
- Altamirano, R., & Moreno, M. (2013). Aplicación de la metodología japonesa de calidad 5s para optimizar las operaciones en el laboratorio de mecánica de patio de la universidad de fuerzas armadas-ESPE. *Universidad de Las Fuerzas Armadas*, 1–6. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7335/1/AC-ESPEL-MAI-0443.pdf>
- Carrillo, M. S., Alvis Ruiz, C. G., Mendoza Álvarez, Y. Y., & Cohen Padilla, H. E. (2019). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS - Investigación En Sistemas de Gestión*, 11(1), 71–86. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389-4934>
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.090>
- Collantes, T., Rojas, J., Cansaya, A., Rodríguez, M., Sotelo, R., & Reyes, S. (2019). Mejora en el proceso de lavado y teñido de prendas de vestir usando herramientas de manufactura esbelta y optimización matemática. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2019-July*(July), 24–26. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.179>
- Conant, M. A., Fornés, R. D., Cano, A., & Sánchez, A. (2019). Propuestas para la mejora continua del área de producción de una empresa productora de carne de cerdo, mediante herramientas de manufactura esbelta. *Revista de Operaciones Tecnológicas*, 3(9), 1–14. <https://doi.org/10.35429/jto.2019.9.3.1.14>
- Cruz, O., & Olvera, E. N. P. (2015). Manufactura esbelta y responsabilidad social empresarial. *Nova Scientia*, 7(3), 14.
- Curillo, E., Saraguro, R., Lorente, L., Ortega, E., & Machado, C. (2018). Aplicación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa textil Anitex, Atuntaqui, Ecuador. *Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana*, marzo 2018. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/03/herramientas-empresa-anitex.html%0ACONTENIDO>
- Delgado, N., Covas, D., & Martínez, G. (2018). Application of the Value Stream Map-Vsm Map To the management of chains of supplies of agricultural products: a case study. *Identidad Bolivariana*, 2(1), 1–15.
- Enriquez, A. P., Vallejo, D. E., & González, V. H. (2016). Mejora de los procesos en una empresa comercializadora de artículos de ferretería usando técnicas de análisis de valor agregado y un modelo y notación de procesos de negocios. *Alternativas*, 16(3), 75. <https://doi.org/10.23878/alternativas.v16i3.92>

- Fallas, P., Quesada, H., & J. Madrigal -Sánchez, J. (2018). Implementación de principios de manufactura esbelta a actividades logísticas: un caso de estudio en la industria maderera. *Revista Tecnología En Marcha*, 31(3). <https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3901>
- Favela, M., Escobedo, M. T., Romero, R., & Hernández, J. (2019). Lean manufacturing tools that influence an organization's productivity: Conceptual model proposed. *Revista Lasallista de Investigacion*, 16(1), 115–133. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- Fazinga, W., Saffaro, F., Isatto, E., & Lantelme, E. (2019). *Implementation of standard work in the construction industry Implementación del trabajo estandarizado en la industria de la construcción*. www.ricuc.cl
- González, A., & Velázquez, S. (2012). Mapa de cadena de valor implementado en la empresa Agronopal ubicada en el D . F . Value Stream Mapping implemented at the Agronopal company located in Mexico City. *Revista Académica de La FI-UADY*, 16(1), 51–57. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46724109005.pdf>
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). Lean manufacturing. In *Plant Engineering* (Vol. 66, Issue 10). <https://doi.org/10.31510/infa.v17i2.1000>
- Ibarra-balderas, V. M., & Ballesteros-Medina, L. L. (2017). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, 53. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94453640004>
- Jaen-Procet, F., Villanueva-Cevallos, V., & Novillo-Maldonado, E. (2020). Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando 5s en una empresa de mantenimiento. Caso Ecuaclima. 593 *Digital Publisher CEIT*, 3(5), 27–37. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.3.207>
- Marmolejo, N., Mejía, A., Pérez Vergara, L., Rojas, J., & Caro, M. (2016). Mejoramiento Mediante Herramientas De La Manufactura Esbelta, En Una Empresa De Confecciones/Improvement Through Lean Manufacturing Tools in a Garment Company. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 24–35.
- Martínez, P., & Moyano, J. (2011). Lean production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica. *Investigaciones Europeas de Direccion y Economia de La Empresa*, 17(1), 137–157. [https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60048-3](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60048-3)
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Ohno, T. (2013). El sistema de producción toyota más allá de la producción a gran escala. *Taylor & Francis Group*, 3(3), 33.
- Pérez, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., Vanegas, J., & Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 19(3), 396–408. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052011000300009>
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing. Le evidencia de una necesidad. In

Díaz de Santos.

- Samanamud, R., Cordova, J., Pacora, J., Amado Sotelo, J. F., & Gutiérrez, J. (2020). Manufactura esbelta con simulación dinámica estocástica para incremento de productividad, línea de Nuggets en empresa avícola. Región Lima, 2019. *INGnosis Revista de Investigación Científica*, 5(2), 139–153. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v5i2.2335>
- Soconini, L. (2019). Lean Manufacturing Paso a Paso. In *Lean Manufacturing Paso a Paso: El Sistema De Gestion Empresarial Japones Que Revoluciona La Manufactura Y Los Servicios*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=la+importancia+de+lean+manufacturing+&ots=DHHUvVDk7P&sig=Y3c-LosmBXzs6Skc5kyGyeKrhEc#v=onepage&q&f=false>
- Tapia, J., Escobedo, T., Barrón, E., Martínez, G., & Estebané, V. (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria TT - A FRAMEWORK FOR THE IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING IN THE INDUSTRY. *Ciencia & Trabajo*, 19(60), 171–178. www.cienciaytrabajo.cl%7C171/178%0Ahttp://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492017000300171&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.cl/pdf/cyt/v19n60/0718-2449-cyt-19-60-00171.pdf
- Tejeda, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los Sistemas Productivos. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI, 36. <https://www.redalyc.org/pdf/870/87019757005.pdf>
- Valencia, D., Lilian, A., Arturo, C., & Carlos, A. (2007). Modelo de promedios móviles para el pronóstico horario de potencia y energía eléctrica. *El Hombre y La Máquina*, 29, 96–105.
- Vieira, E. L. (2020). Proposta De Melhoria No Layout De Um Laboratório De Análises Clínicas Utilizando O Fluxograma De Processo E O Diagrama De Spaghetti. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 6(1), 0023–0028. <https://doi.org/10.18540/jcecvl6iss1pp0023-0028>
- Wilches, M., Cabarcas, J., Gonzalez, R., & Lucuara, J. (2013). Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el mejoramiento de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina. *Dimensión Empresarial*, 11(1), 126–136. <https://doi.org/10.15665/rde.v11i1.166>