



**UNIVERSIDAD ESTADAL DE MILAGRO  
FACULTAD CIENCIA DE LA INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO (a) INDUSTRIAL**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**APLICACIÓN DE LA TÉCNICA VALUE STREAM MAPPING (VSM) EN EL  
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ SOLUBLE EN LA PLANTA CAFETERA S.A.**

**Autores:**

**MIRELLA NATALI CARVAJAL ROMERO  
LEONARDO BLADIMIR RAMOS MORÁN**

**Acompañante:**

**ING. MANUEL ANDRÉS AVILÉS NOLES, MMP.**

**Milagro, Diciembre 2018**

**ECUADOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

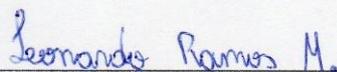
Presente.

Yo, Leonardo Bladimir Ramos Morán en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática “APLICACIÓN DE LA TÉCNICA VALUE STREAM MAPPING (VSM) EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL CAFÉ SOLUBLE EN LA PLANTA CAFETERA S.A.” del Grupo de Investigación “Desarrollo y administración de la producción” conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta Propuesta Tecnológica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 12 días del mes de Diciembre de 2018



Firma del Estudiante

Leonardo Bladimir Ramos Morán

CI: 092598292-8

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

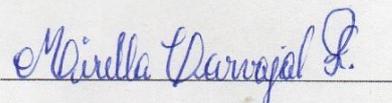
Presente.

Yo, Mirella Natali Carvajal Romero en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática “APLICACIÓN DE LA TÉCNICA VALUE STREAM MAPPING (VSM) EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL CAFÉ SOLUBLE EN LA PLANTA CAFETERA S.A.” del Grupo de Investigación “Desarrollo y administración de la producción” conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta Propuesta Tecnológica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 12 días del mes de Diciembre de 2018



Firma del Estudiante

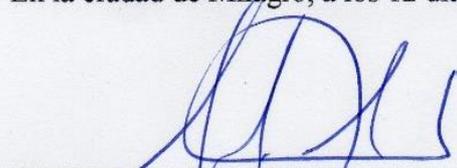
Mirella Natali Carvajal Romero

CI: 095526631-7

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Yo, Msc. Andrés Avilés en mi calidad de tutor de la Propuesta Tecnológica, elaborado por los estudiantes MIRELLA NATALI CARVAJAL ROMERO y LEONARDO BLADIMIR RAMOS MORÁN, cuyo título es: APLICACIÓN DE LA TÉCNICA VALUE STREAM MAPPING (VSM) EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL CAFÉ SOLUBLE EN LA PLANTA S.A., que aporta a la Línea de Investigación GESTIÓN DE LA CALIDAD previo a la obtención del Grado Ingeniero Industrial; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Propuesta Tecnológica de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 12 días del mes de Diciembre de 2018.



---

Msc. Manuel Andrés Avilés Noles

Tutor

C.I.: 092057430-8

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

ING. AVILÉS NOLES MANUEL ANDRES, MMP.

ING. PAREDES QUEVEDO JUAN JOSÉ, MSC.

ING. ROMERO ROMERO BYRON RAMIRO, MACI.

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de Ingeniero Industrial presentado por el señor LEONARDO BLADIMIR RAMOS MORÁN.

Con el título: APLICACIÓN DE LA TÉCNICA VALUE STREAM MAPPING (VSM) EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL CAFÉ SOLUBLE EN LA PLANTA S.A.

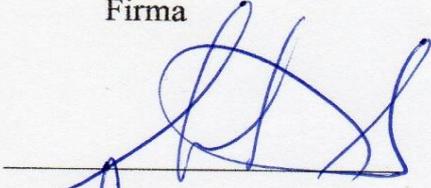
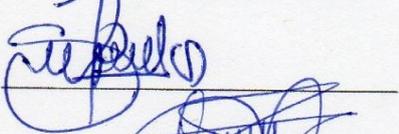
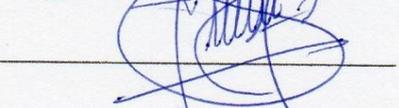
Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[ 80 ]
Defensa oral	[ 20 ]
Total	[ 100 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado

Fecha: 12 de Diciembre del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente:	Avilés Noles Manuel Andrés	
Secretario:	Paredes Quevedo Juan José	
Integrante:	Romero Romero Byron Ramiro	

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

ING. AVILÉS NOLES MANUEL ANDRES, MMP.

ING. PAREDES QUEVEDO JUAN JOSÉ, MSC.

ING. ROMERO ROMERO BYRON RAMIRO, MACI.

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de Ingeniera Industrial presentado por la señorita MIRELLA NATALI CARVAJAL ROMERO.

Con el título: APLICACIÓN DE LA TÉCNICA VALUE STREAM MAPPING (VSM) EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL CAFÉ SOLUBLE EN LA PLANTA S.A.

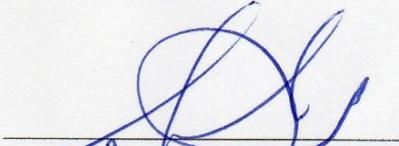
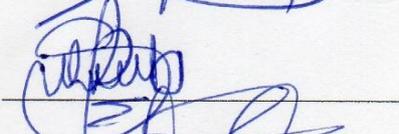
Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[ 80 ]
Defensa oral	[ 20 ]
Total	[ 100 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado.

Fecha: 12 de Diciembre del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente:	Avilés Noles Manuel Andrés	
Secretario:	Paredes Quevedo Juan José	
Integrante:	Romero Romero Byron Ramiro	

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo principalmente a Dios por haber permitido la culminación de un ciclo importante en mi vida, a mi madre Irene Romero quien me apoyo de manera incondicional en la parte moral y económica para poder ser una profesional. A mis hermanas Eliza, Ángela y demás familia quienes formaron parte del transcurso diario de mi carrera Universitaria.

Una dedicatoria especial para Leonardo Ramos, quien aportó en mi crecimiento personal y académico, sobre todo por la confianza otorgada.

**Mirella Carvajal Romero**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a Dios por haberme permitido alcanzar una meta en mi vida como lo es concluir con mi carrera profesional, a mis padres Pedro y Jenny que siempre han estado a mi lado brindándome todo su apoyo, a pesar de todos los sacrificios que han realizado en todo este tiempo nunca perdieron la esperanza de lograría terminar mi carrera universitaria.

A mis abuelos, hermanos y demás familiares que han sido parte fundamental de mi vida.

A una persona muy especial Mirella Carvajal, quien durante casi todo el proceso académico ha estado a mi lado compartiendo esos momento tan importantes de nuestras vidas, brindándome su confianza y comprensión día a día a pesar de las adversidades.

**Leonardo Ramos Morán**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por brindarme la vida, salud y protección durante el periodo de formación académica.

Mis agradecimientos a mi tutor Ing. Andrés Avilés quien estuvo pendiente en el desarrollo del presente proyecto de titulación, aportó con su experiencia, paciencia y dedicación en cada detalle de la realización del trabajo.

Finalmente, gracias a mis compañeros de clase quienes formaron parte de mi desarrollo como profesional y me brindaron de su amistad sincera.

**Mirella Carvajal Romero**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por tenerme con vida y salud durante este proceso de aprendizaje.

Mi mayor agradecimiento a mi tutor Ing. Andrés Avilés quien me ha guiado paso a paso en el desarrollo de la propuesta tecnológica, que además aportado en mis conocimientos durante la carrera de ingeniero industrial.

A mis amigos y compañeros de clase Lorenti, Verdugo, Villacis y demás personas que aportaron en mi crecimiento profesional.

**Leonardo Ramos Morán**

# ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR .....	¡Error! Marcador no definido.
DERECHOS DE AUTOR .....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA ..	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	V
DEDICATORIA .....	VII
DEDICATORIA .....	VIII
AGRADECIMIENTO .....	IX
AGRADECIMIENTO .....	X
ÍNDICE GENERAL .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1 .....	4
Planteamiento del problema .....	4
Pregunta de problema: .....	4
Objetivo General: .....	4
Objetivos Específicos:.....	4
Alcance .....	5
Metodología .....	5
CAPÍTULO 2.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
Lean Manufacturing .....	6
Value Stream Mapping (VSM).....	6
Objetivos del VSM .....	7
Tipos de desperdicios.....	7
Producción Ajustada.....	8
Pilares del Lean Manufacturing.....	9
Primer Pilar: La filosofía de la mejora continua: concepto Kaizen.....	9
Segundo Pilar: Control total de la calidad .....	10

Tercer Pilar: Just in time .....	10
SIMBOLOGIA DEL VALUE STREAM MAPPING .....	11
Metodología .....	13
Paso 1 Mapear la situación actual .....	13
Paso 2 Identificar los problemas dentro del proceso de producción .....	13
Paso 3 Realizar una propuesta para alcanzar el estado futuro .....	14
Paso 4 Elaborar o diseñar un estado futuro VSM .....	14
CASOS DE ESTUDIO .....	14
CAPÍTULO 3.....	17
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	17
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CAFÉ SOLUBLE .....	17
VALUE STREAM MAPPING (VSM) ACTUAL DE LA PLANTA CAFETERA.....	18
Limpieza de materia prima.....	19
Tostado.....	20
Molienda.....	21
Mezclado y Extracción .....	22
Secado .....	22
Empaque .....	23
Valor agregado y no agregado del proceso .....	24
Cálculo del tiempo Takt actual .....	24
Cálculo del tiempo Takt.....	25
MATRIZ DE PRIORIZACIÓN .....	26
CAPÍTULO 4.....	28
DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	28
VALUE STREAM MAPPING (VSM) DE POSIBLES SOLUCIONES EN LA PLANTA CAFETERA.....	29
Primera Solución: Capacitaciones al personal de operaciones en el área de Limpieza	30
Segunda Solución: Implementar silos que permitan el almacenamiento y desgasificación del café luego del tostado.....	31
Tercera Solución: Creación de un cuarto de enfriamiento donde se realizara una pre liofilización.....	32
Cuarta Solución. Innovación tecnológica de maquinaria empacadora .....	33
VALUE STREAM MAPPING (VSM) FUTURO DE LA PLANTA CAFETERA .....	35
Valor agregado y no agregado del producto.....	36
Cálculo del tiempo Takt a partir del VSM futuro.....	36

Fórmula para calcular el tiempo Takt .....	37
Comparación entre tiempos actuales y tiempos propuestos del proceso de café soluble .....	37
CAPÍTULO 5.....	38
ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	38
Cálculo del VAN (Valor Actual Neto).....	40
Cálculo de la TIR (Tasa Interna De Retorno).....	41
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES .....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Ilustración 1.</b> Metodología de la propuesta.....	5
<b>Ilustración 2.</b> Materia Prima.....	17
<b>Ilustración 3.</b> Máquina despedadora.....	19
<b>Ilustración 4.</b> Máquina de tostado.....	20
<b>Ilustración 5.</b> Parte interna de molienda.....	21
<b>Ilustración 6.</b> Molienda.....	21
<b>Ilustración 7.</b> Tanque de mezcla y extracción.....	22
<b>Ilustración 8.</b> Máquina de Liofilizado.....	23
<b>Ilustración 9.</b> Matriz de priorización.....	27
<b>Ilustración 10.</b> Curva de Aprendizaje.....	30
<b>Ilustración 11.</b> Silos de almacenamiento.....	31
<b>Ilustración 12.</b> Cuarto de enfriamiento.....	32
<b>Ilustración 13.</b> Proceso actual de empaçado.....	33
<b>Ilustración 14.</b> Proceso propuesto de empaçado.....	34
<b>Ilustración 15.</b> Máquina empaçadora automática.....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Símbolos de flujo de materiales.....	11
<b>Tabla 2.</b> Símbolos del flujo de información .....	12
<b>Tabla 3.</b> Cálculo de tiempo Takt actual .....	24
<b>Tabla 4.</b> Tiempos Proceso de empackado.....	33
<b>Tabla 5.</b> Valor agregado .....	36
<b>Tabla 6.</b> Cálculo de tiempo Takt propuesto.....	36
<b>Tabla 7.</b> Tiempos de valor agregado.....	37
<b>Tabla 8.</b> Valores de inversión propuesta.....	38
<b>Tabla 9.</b> Ingresos de planta cafetera S.A .....	39
<b>Tabla 10.</b> Egresos de la planta cafetera S.A .....	39
<b>Tabla 11.</b> Utilidad Bruta .....	39
<b>Tabla 12.</b> Flujo Neto de Caja.....	40
<b>Tabla 13.</b> Flujos Netos .....	40
<b>Tabla 14.</b> Valor Actual Neto.....	41
<b>Tabla 15.</b> Comparación de tasa de interés .....	42

## RESUMEN

El presente documento consiste en el estudio de una planta productora de café soluble, en el cual se pretende implementar la herramienta Value Stream Mapping (VSM) o mapeo de flujo de valor con la finalidad de identificar y eliminar las actividades que no aportan valor al sistema productivo y a su vez mejorar el tiempo que se consume para la elaboración del producto. El documento se encuentra dividido en cinco capítulos que detallan el desarrollo de la propuesta tecnológica.

El primer capítulo contiene la problemática de la empresa en la actualidad, los objetivos de la investigación y la metodología que se desea efectuar. El capítulo dos posee la parte teórica de la investigación, donde se explica los fundamentos teóricos de la metodología lean manufacturing, los pilares del lean, la teoría de la herramienta Value Stream Mapping (VSM) y su simbología, los 7 desperdicios comunes que se encuentran dentro de una producción, el desarrollo de la metodología del VSM, y por último se realiza una investigación de los resultados obtenidos en distintas empresas manufactureras y de servicios sobre la implementación de la herramienta VSM. En el tercer capítulo se efectúa el análisis de las alternativas de solución, que inicia con una breve descripción de los procesos que intervienen en la elaboración del producto, así como también se elabora un VSM actual de la planta y una matriz de priorización de problemas, con la finalidad de encontrar la solución más adecuada. El cuarto capítulo contiene las propuestas de mejora para las causas encontradas dentro del sistema productivo y se procede a elaborar el VSM futuro con las correcciones efectuadas. Finalmente, en el capítulo cinco se detalla un análisis económico que involucra implementar las mejorar propuestas.

Al término de la investigación se logra concluir que la implementación de la herramienta VSM o mapeo de flujo de valor permitió la reducción del 51% de las actividades que no aportan valor al producto y contribuyo al funcionamiento ideal del sistema productivo.

**PALABRAS CLAVE:** lean manufacturing, Value Stream Mapping (VSM), producción ajustada.

## **ABSTRACT**

This document consists of the study of a soluble coffee production plant, in which the Value Stream Mapping (VSM) tool or value flow mapping is intended to be implemented in order to identify and eliminate activities that do not add value to the system productive and in turn improve the time consumed for the production of the product. The document is divided into five chapters that detail the development of the technological proposal.

The first chapter contains the problems of the company at present, the objectives of the research and the methodology to be carried out. Chapter two has the theoretical part of the research, which explains the theoretical foundations of lean manufacturing methodology, the lean pillars, the theory of the Value Mapping tool (VSM) and its symbology, the 7 common waste found within a production, the development of the VSM methodology, and finally, an investigation of the results obtained in different manufacturing and service companies on the implementation of the VSM tool. In the third chapter the analysis of the solution alternatives is carried out, which starts with a brief description of the processes involved in the elaboration of the product, as well as a current VSM of the plant and a problem prioritization matrix. in order to find the most appropriate solution. The fourth chapter contains the proposals for improvement for the causes found within the productive system and proceeds to prepare the future VSM with the corrections made. Finally, chapter five details an economic analysis that involves implementing the best proposals.

At the end of the investigation it is possible to conclude that the implementation of the VSM tool or value flow mapping allowed the reduction of 51% of the activities that do not add value to the product and contribute to the ideal functioning of the productive system.

**KEY WORDS:** lean manufacturing, Value Stream Mapping (VSM).

## INTRODUCCIÓN

La metodología Lean Manufacturing (en castellano, producción ajustada) es un sistema de gestión dirigido hacia el análisis del valor agregado sobre la producción que se efectúa dentro de una organización, ya sea de manufactura o de servicio. Esta metodología permite identificar aquellas actividades dentro de los procesos que están generando distintos tipos de desperdicios (sobreproducción, tiempos de espera, transporte, procesos inadecuados, inventarios innecesarios, defectos, movimientos innecesarios) en los productos o servicios para ser eliminados, ya que no representan beneficios dentro los procesos de producción, permitiendo aumentar la calidad de su producto, la eficiencia en su proceso productivo y disminuir sus costos.

Según Ruiz & Guerrero López (2016) Las herramientas más comunes del Lean Manufacturing son: VSM (Value Stream Mapping), Smed, 5S, TPM (Mantenimiento Productivo Total), Kanban (Tarjetas Visuales), Kaisen (Mejora Continua), JIT (Just in Time), entre otros; estas técnicas resultan necesarias para reducir los desperdicios o despilfarro que se presentan en el proceso de producción de una organización y genera una reducción tanto en el tiempo de fabricación como en los costos.

El presente estudio se encuentra enfocado en la técnica VSM (Value Stream Mapping), la cual es una herramienta que permite visualizar el flujo de materiales y tiempo que involucra un proceso productivo, con la finalidad de conocer el estado actual de la organización, identificando la existencia de oportunidades para el mejoramiento de las actividades que no generan valor directamente al producto y con ello se reducen los desperdicios.

Actualmente, las plantas cafeteras requieren de nuevas técnicas que permitan aplicar mejoras en los procesos productivos, ya que su demanda se encuentra directamente relacionado con la calidad del producto que se ofrece, tanto en su sabor como en aroma. Es por ello, que mediante la aplicación de la técnica VSM (Value Stream Mapping) se trata de mejorar los flujos de las actividades que se ejecutan en los procesos de elaboración del producto, partiendo de un estudio de la situación actual con el que cuenta dicha planta cafetera para conocer sus actividades más críticas las mismas que generan cuellos de botella, por ende, se producen paradas innecesarias que ocasionan dificultades durante el proceso de producción.

# CAPÍTULO 1

## **Planteamiento del problema**

El presente estudio se enfoca en el proceso de limpieza, tostado, molienda, mezclado y extracción, secado y empaque del café soluble, ya que en cada proceso se realizan actividades y tareas que están generando desperdicios de tiempo, materia prima y la aparición de defectos en su producto final, por lo que resulta necesario la aplicación del Value Stream Mapping (VSM) que permite reconocer el estado actual de un proceso, así como también realizar un estado futuro del proceso de producción que nos lleve al mejoramiento de la productividad en la empresa y calidad del producto.

El proceso de producción del café soluble en la Planta Cafetera S.A. es rigurosamente extenso y complejo por lo cual las actividades asignadas a cada trabajador de la organización deben ser claras y concisas.

## **Pregunta de problema:**

“¿Cómo incide la aplicación del VSM en el proceso de producción del café soluble?”

## **Objetivo General:**

Aplicar la técnica Value Stream Mapping (VSM) para mejorar el proceso de producción del café soluble de la planta cafetera S.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil.

## **Objetivos Específicos:**

- Evaluar el estado actual de los procesos que intervienen en el sistema de producción del café soluble.
- Identificar los procesos que agregan valor y no agregan valor en todo el flujo de producción del café soluble.
- Elaborar un diseño del estado futuro con las posibles soluciones al proceso de producción del café soluble.

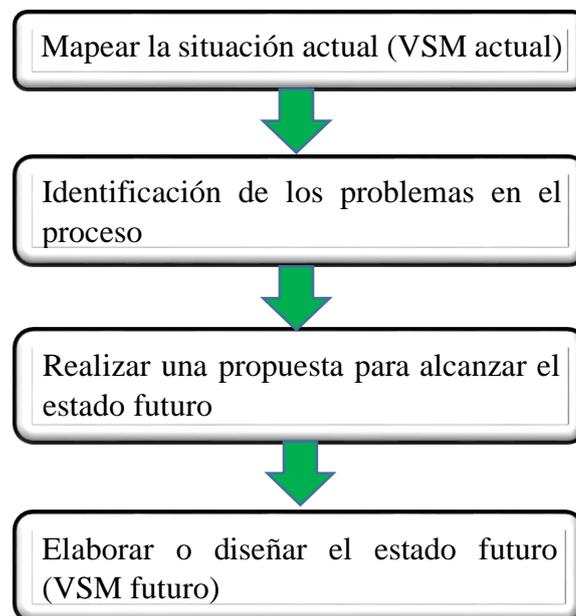
## Alcance

El presente estudio sobre la técnica Value Stream Mapping (VSM) tendrá como objetivo analizar los procesos de producción del café soluble, desde que se solicita la materia prima para almacenar en bodega hasta cuando se obtiene el producto terminado en la planta cafetera.

## Metodología

La metodología que se utilizara para desarrollar la propuesta tecnológica se muestra en la Figura 1. Donde indica cada paso necesario para la aplicación del (VSM) en el proceso de producción del café soluble.

*Ilustración 1. Metodología de la propuesta*



*Fuente. Elaboración propia*

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

##### **Lean Manufacturing**

Según Kenneth Dailey (2003), la fabricación ajustada o lean manufacturing es simplemente un grupo de estrategias para la identificación y eliminación de los residuos dentro de la corriente o cadena de valor. La fabricación ajustada es un proceso dinámico y constantemente exigente, que depende del conocimiento y la participación de todos los empleados de la empresa. La implementación exitosa requiere que todos los empleados estén entrenados para identificar y eliminar los desechos de su trabajo, los cuales se encuentran en todos los trabajos y en todos los niveles de la organización.

Ha demostrado tener muchos resultados positivos que incluyen conceptos tales como tiempo de ciclo reducido, costo reducido, reducción de defectos y desperdicio. La fabricación ajustada tiene como objetivo lograr el mismo resultado con menos entrada; como menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzo humano, menos maquinaria, menos material y menos costo. Para comprender mejor la manufactura esbelta, primero es necesario comprender los principios básicos que la guían (W., 2003).

##### **Value Stream Mapping (VSM)**

El Value Stream Mapping (VSM) es una técnica de manufactura esbelta que se suscitó en el TPS, se conoce como “mapeo de flujo de información y material”. Esta herramienta de mapeo usa las técnicas de manufactura esbelta para analizar y evaluar ciertos procesos de trabajo en una operación de manufactura o de servicio hacia el cliente. Esta herramienta se utiliza principalmente para identificar, demostrar y reducir los residuos, así como para crear un flujo en el proceso de fabricación (Apel, Yong Li, & Walton, 2007).

Los beneficios del VSM son los siguientes según Kenneth Dailey (2003):

- ✓ Visualización de los procesos dentro de la organización.

- ✓ Oportunidades identificadas para la aplicación de herramientas y estrategias específicas.
- ✓ Mejor comprensión de los sistemas complejos hogareños.
- ✓ Sincronizado y prioriza las actividades de mejora continua.

### **Objetivos del VSM**

Según Dailey (2003), la herramienta VSM permite representar esquemáticamente los procesos dentro de la producción de un producto para la identificación de las operaciones que aportan valor y las que son innecesarias consideradas "mudas", permitiendo realizar una mejora futura en tales procesos.

- ✓ Visualización de flujos de material e información.
- ✓ Facilitar la identificación y eliminación de residuos y las fuentes de residuos.
- ✓ Apoyar la priorización de las actividades de mejora continua a nivel de planta y flujo de valor.
- ✓ Análisis restricción de apoyo.
- ✓ Proporcionar un lenguaje común para la valoración de procesos.

### **Tipos de desperdicios**

En el área de producción, los desperdicios se relacionan con todos aquellos elementos que incrementan en costo de producción sin añadir valor directamente al producto. Al contar con exceso de trabajadores, maquinarias, materia primera, solo generan costos que se transforman en desperdicios, cuando se logra una cantidad de desperdicios cero, se está obteniendo una verdadera eficiencia, por lo cual es importante detallarlos. Según Ohno, (1988) clasifica los desperdicios en siete categorías importantes como:

**Sobreproducción:** De acuerdo con este autor, el principio de desperdicio de sobreproducción es llevar a cabo un trabajo o producir artículos para los cuales no hay órdenes o nadie compensa el esfuerzo.

**Tiempo de espera:** El tiempo de espera a veces se denomina pérdida de cola, con el operador esperando el próximo paso del proceso. El gerente de operaciones menciona que se asocia mucho tiempo de espera con el proceso de carga y descarga.

**Transporte:** Cualquier movimiento de materiales que no se requiera directamente para la producción es un desperdicio. El transporte adicional es una pérdida de tiempo. Además, con demasiado movimiento, existe el riesgo de que el objeto del transporte se dañe y se vuelva inútil. El transporte puede minimizarse o eliminarse mediante una asignación más cercana de cada paso de procesamiento.

**Procesamiento incorrecto:** el procesamiento incorrecto implica gastar más tiempo o recursos en un proceso de lo necesario. Los entrevistados mencionaron con frecuencia el procesamiento incorrecto o no óptimo de las tareas de transporte como rutas no óptimas y consumo innecesariamente alto de combustible.

**Movimiento innecesario:** los movimientos de los operarios que no aportan valor, es decir aspectos del proceso de carga y descarga. El conductor rara vez sabe exactamente dónde descargar y si su llegada debe ser informada en la recepción antes o después de la carga. Esta falta de información muchas veces conduce a conducir y andar errónea o innecesariamente.

**Exceso de inventario:** en cuanto a la naturaleza de un servicio, las operaciones del operador no generan inventario por sí mismas y el desperdicio del exceso de inventario no afecta directamente. Hicks (2007), aplica el principio del exceso de inventario a la maquinaria y los materiales utilizados para llevar a cabo un servicio, por lo que podría argumentarse que el inventario debería traducirse en activos, pero, por otro lado, esbelto. La literatura indica que esforzarse por una alta utilización de la máquina a menudo puede dar como resultado un desperdicio, como la sobreproducción.

**Defectos:** cada vez que se produce un defecto o daño, causa un trabajo adicional que no agrega valor. En las operaciones de transporte, los entrevistados informaron una serie de daños (defectos), tanto daños relacionados con el equipo como con los bienes transportados.

Un tipo común de residuo mencionado por los gerentes de los transportistas es defectos en la flota y otros equipos.

### **Producción Ajustada**

El principio fundamental de la producción ajustada se refiere a la aceptación de un producto o servicio con sus características para ajustarse a lo que quiere el cliente y satisfacer sus

necesidades, con los requerimientos de eliminar los desperdicios que se presentan en el proceso productivo y obtener la oportunidad de mejorarlo.

Este principio se debe al mundo cambiante que se presenta en la economía, ya que se conoce la relevancia que tiene el papel de los clientes dentro del proceso productivo para apreciar la calidad de un bien o servicio. Para evitar que las variaciones futuras y posibles cambios retrasen el desarrollo de la empresa es necesario que se opten por instalaciones flexibles, las cuales permiten la adaptación a emergencias y variaciones inesperadas de las actividades normales del proceso, además de actualizar los productos o servicios a la nueva realidad de las necesidades de los clientes y por último, se debe adecuar nuevas formas de distribución en planta que sean capaces de adaptarse a los posibles cambios dentro de los estándares moderados y sensatos. Según (Carreras & García, 2010) afirma que, la producción ajustada se afirma en los tres aspectos más importantes de la competitividad como lo son: calidad, rapidez de respuesta y costo.

### **Pilares del Lean Manufacturing**

Cada compañía tiene que hacer su propia lista de herramientas Lean básicas según sus necesidades, ya que es la combinación correcta de herramientas y el esfuerzo de la administración lo que importa para alcanzar el éxito.

La metodología Lean tiene un conjunto de herramientas que están fuertemente asociadas a ella. Carreras & García (2010), afirma que los pilares del Lean Manufacturing son:

- ✓ La filosofía de la mejora continua: el concepto kaizen.
- ✓ Control total de la calidad: calidad que se garantiza para todas las actividades.
- ✓ El just in time.

### **Primer Pilar: La filosofía de la mejora continua: concepto Kaizen**

La mejora continua, o Kaizen, es una estrategia para una empresa que implica que los empleados y la administración son proactivos y trabajan en equipo. Además, es una filosofía que menciona sobre la mejora continua y debe lograrse mediante la creación de una cultura corporativa con empleados unidos que creen y actúen para la mejora de su empresa.

El evento Kaizen típicamente consta de tres componentes esenciales. El primer paso es planear, se definen los procesos que necesitan mejorarse, y se buscan personas que se

adapten mejor a la actividad de mejora y los métodos que tendrán que lograr el objetivo. El segundo paso es un seminario Kaizen práctico, que reúne a las personas, la lluvia de ideas y los primeros pasos. El paso final es informar a la administración sobre las acciones de mejora continua, implementarlas y controlar su efecto (Davis W, 2011).

### **Segundo Pilar: Control total de la calidad**

Según Carreras & García (2010), el pionero en emplear los términos de control total de la calidad fue el norteamericano Feigebaum en el año 1957, el cual cumple la función de desarrollar y mantener un producto con altos estándares de calidad y que cumpla con los requerimientos del cliente para conseguir su satisfacción. Para lograr la aceptación del producto de los clientes no solo basta con el cumplimiento de las normas de calidad, ya que no garantiza la calidad del producto final. El control total de la calidad presenta tres características básicas:

- ✓ Satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los controles de calidad durante el proceso de fabricación garantizando la reducción de costos y la rentabilidad de la organización.
- ✓ Integración total del control de la calidad con otras funciones de la empresa.
- ✓ Participación de todos los departamentos, empleados, proveedores, distribuidores y clientes de la empresa en el control de la calidad.

La calidad total es un tema que tiene mayor prioridad en la mayoría de las organizaciones, ya que involucra la supervivencia en los mercados competitivos a nivel mundial al cumplir con las exigencias del cliente y ganando su lealtad hacia la organización (Juran & Gryna, 1995).

### **Tercer Pilar: Just in time**

El sistema de inventario just in time es una estrategia de gestión que alinea los pedidos de materia prima de los proveedores directamente con los programas de producción. Las empresas utilizan esta estrategia de inventario para aumentar la eficiencia y reducir desperdicios al recibir los productos solo cuando los necesitan para el proceso de productivo, lo que reduce los costos de inventario. Este método requiere que los productores pronostiquen la demanda con precisión, los cuales son correctos y sin errores.

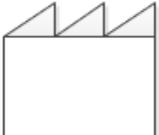
Se requerirán herramientas Lean adicionales para implementar este concepto, eventualmente, todos en el flujo de valor contribuirán a JIT y su propósito fundamental se alinea en la eliminación de los elementos innecesarios en el área de producción para reducir los costos de la organización como el tiempo preciso (Tapping, 2005).

Ohno (1988), afirma que el sistema JIT es “producir artículos necesarios en los montos requeridos y en el momento exacto”; es decir, reducir el tiempo (lead time) transcurrido desde que el cliente realiza su pedido hasta la recepción del producto.

### **SIMBOLOGIA DEL VALUE STREAM MAPPING**

En cualquier industria manufacturera para poder trazar los procesos de producción en mapas, el estudio ha utilizado los símbolos estándar para tipificar productos, operaciones y flujos de información. (Rother & Shook, 1999) han propuesto varios símbolos de proceso, material e información para dibujar VSM. Los mismos símbolos se han utilizado en el estudio para dibujar el estado actual de VSM y mejorar el estado actual denominado como estado futuro. Para elaborar el Value Stream Mapping (VSM) es necesario implementar un sistema de símbolos que permite representar el flujo de procesos presenten en el sistema productivo, los símbolos son los siguientes:

**Tabla 1.** *Símbolos de flujo de materiales*

<b>Símbolos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Significado</b>
	<b>Fuentes externas</b>	El símbolo representa proveedores y clientes
	<b>Flecha de traslado</b>	Representa el traslado de materia prima o producto terminado
	<b>Operación del proceso</b>	Representa un departamento con un flujo fijo interno continuo.

	<b>Operación de control</b>	Representa un departamento de planificación o control de producción central, persona u operación.
	<b>Transporte por camión</b>	Envío externo (recepción o envío)
	<b>Transporte por tren</b>	Envío externo (recepción o envío)
	<b>Cuadro de datos</b>	Registra los datos que indican el proceso
	<b>Flecha de empuje</b>	Sirve para conectar el flujo de materiales entre operaciones mediante sistema push
	<b>Inventario</b>	Almacenamiento de materia prima, productos en proceso o productos terminados

*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 2.** Símbolos del flujo de información

<b>Íconos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Significado</b>
	Kanban de producción	Señala un proceso de suministro para proporcionar partes a un proceso posterior
	Flecha de arrastre	Permite conectar el flujo de materiales entre operaciones mediante un sistema pull.
	Información manual	Representa el flujo general de información de memos, informes o conversaciones.

	Información electrónica	Representa el flujo electrónico, como el intercambio electrónico de datos.
	Línea de tiempo	Representa los tiempos de valor agregado (tiempos de ciclo) y los tiempos sin valor agregado (espera).
	Relámpago Kaizen	Se emplean para resaltar las necesidades de mejora y planear talleres kaizen en procesos específicos que son críticos para lograr el Mapa de estado futuro de la cadena de valor.

*Fuente. Elaboración propia*

### **Metodología**

Se realiza un análisis sobre los desperdicios generados durante el proceso de producción y con estos datos proponer una visión del nuevo diseño a implementar ya que con la aplicación de la técnica Value Stream Mapping (VSM) es más fácil detectar operaciones que no aportan valor.

#### **Paso 1 Mapear la situación actual**

Esta metodología inicia con el mapeo de la situación actual, donde se describen cada uno de los procesos productivos empezando en la recepción y almacenamiento de la materia prima para luego pasar a sus respectivos procesos de transformación hasta llegar al producto final, de tal manera que se recogerá información detallada del proceso y se obtendrá un bosquejo de la situación en la que se encuentra trabajando la planta cafetera (Ross, 2008).

#### **Paso 2 Identificar los problemas dentro del proceso de producción**

Luego de obtener un bosquejo general del proceso de producción se procederá a identificar cada una de las etapas donde existen actividades con mayor dificultad o que presentan ciertos inconvenientes para su ejecución, ya que estas involucran mano de obra, maquinarias, espacio físico, etc. Con ello se pretende detectar los posibles orígenes de los desperdicios como tiempo, materia prima, productos defectuosos (Paredes Rodríguez, 2017).

### **Paso 3 Realizar una propuesta para alcanzar el estado futuro**

La aplicación de la herramienta VSM proporciona una adecuada visualización, análisis y diseño de medidas de garantía de calidad dentro de las cadenas de procesos de fabricación. Esto ayudara a la compañía a mejorar su sistema de producción y se verán reflejados en el ahorro de tiempo y minimización de costos en la producción.

### **Paso 4 Elaborar o diseñar un estado futuro VSM**

Con los datos obtenidos en el VSM de la situación actual se puede determinar los problemas a mejorar, esto nos permitirá elaborar un nuevo VSM donde se propongan las posibles mejoras o soluciones a los problemas identificados a lo largo del proceso de producción que cuenta actualmente la planta cafetera.

## **CASOS DE ESTUDIO**

Paredes Rodríguez (2017), implementó la metodología VSM con el objetivo de identificar y minimizar las actividades que no agregan valor y mejorar el desempeño del área de logística en una empresa embaladora de productos de vidrios. Los hallazgos de la investigación permitieron concluir que la implementación de la herramienta fue importante para evaluar la situación actual de proceso y sus relaciones subyacentes, para proponer mejoras que minimicen los desperdicios agregado hacia el producto y contribuya a un adecuado funcionamiento del proceso productivo.

Una compañía especializada en la fabricación de bombas y la producción de sistemas personalizados ofrece sus servicios, en ella se seleccionó una línea de ensamblaje para validar el enfoque propuesto que tiene como objetivo investigar la integración de Value Stream Mapping (VSM) y simulación para un diseño de fabricación eficiente con el fin de mejorar el rendimiento del sistema de fabricación. Se ha mapeado y analizado el estado actual de la línea de ensamblaje después de la identificación de residuos, se ha desarrollado un mapa de estado futuro utilizando la técnica de simulación. Los resultados indican que la integración de VSM y la simulación tienen un impacto significativo en los parámetros de rendimiento de un sistema de fabricación (Serrano Lasa, Ochoa Laburu, & de Castro Vila, 2008).

Mediante la aplicación de la metodología VSM en un taller de automóviles, Nebot Lorente (2012) desarrollo una investigación con el objetivo de localizar los puntos críticos del proceso productivo e identificar los puntos de mejora en el servicio del área en función de su estado actual. Su estudio reportó que la implementación de mejoras dentro de la cadena de producción repercute en la eficiencia de las actividades que se desarrollan en el taller y aportan valor agregado en prestación del servicio de automóviles.

Una compañía fabricante de cremas y lociones, fue seleccionada para la aplicación del VSM. Para el análisis de los problemas existentes en la línea de producción se ha desarrollado el mapa de flujo de valor de estado actual (VSM) después de realizar varias visitas a la empresa y los cálculos necesarios. Para la mejora del sistema, se han propuesto varias estrategias lean y se ha desarrollado el estado futuro de VSM la metodología ayudó a esta empresa a reducir los plazos de entrega, los tiempos de ciclo y el inventario de WIP en el proceso de fabricación. Además, el área de almacenamiento se redujo en un 38% y el personal de producción se redujo en un 50% (Chowdary & George, 2011).

Según Vinodh, Arvind, & Somanaathan (2010), el caso de estudio se ha llevado a cabo en CeeYes Metal Reclamations la cual se encuentra en la India inició en el año 1991. Los productos fabricados por CeeYes incluyen árboles de levas de medidor, de bajo consumo, más rígidas y convencionales, el propósito de este estudio es aplicar el mapeo de flujo de valor (VSM) para permitir la delgadez en una organización india de fabricación de árbol de levas. La herramienta VSM ayudó a los gerentes de Ceeyes a visualizar los desechos que ocurren en la organización y la posibilidad futura de reducirlos o eliminarlos.

El siguiente caso de estudio, se basa en el mantenimiento de aeronaves donde los clientes esperan un corto tiempo de entrega de los servicios de mantenimiento. El objetivo principal es demostrar el uso de la herramienta VSM en los procesos de mantenimiento de aeronaves para minimizar el tiempo de entrega y posteriormente los costos de servicios e identificar los desechos actuales en el proceso seleccionado, el cual permitió identificar los problemas y desperdicios actuales. La resolución del caso fue la integración de un trabajador que permitió la eliminación del tiempo de espera, el aumento de la productividad y la eficiencia de la utilización de los recursos de manera significativa (Stadnicka & Ratnayake, 2017).

El propósito de este caso de estudio es identificar y abordar diversos desechos en la cadena de suministro de la industria del aceite de semilla de algodón comestible (específicamente el lado del procesamiento) usando la herramienta VSM. El uso de métodos inadecuados de procesamiento, la industria no organizada está ocasionando que la cadena de suministro global sea ineficiente y esté causando pérdidas y desperdicios. El VSM se aplicó como un enfoque de la industria para identificar y eliminar actividades que no agregan valor y así, mejorar la productividad y la utilización de la capacidad (Seth, Seth, & Goel, 2008).

Stadnicka (2016), menciona sobre la implementación de la herramienta Value Stream Mapping (VSM) en un caso de estudio realizado para mejorar el desempeño del servicio de una empresa que presta servicios telefónicos antiguos (POTS), el cual proporciona servicios de telefonía de voz basados en telecomunicaciones que emplean transmisión de señal analógica sobre bucles de cobre. La utilización de la herramienta VSM permitió la disminución de los tiempos de entrega de los servicios prestados y ayudo en el mejoramiento de su capacidad para entregar casi el doble de la cantidad del servicio de instalación POTS.

La compañía destinada a la producción de bolsas plástica tuvo como objetivo principal implementar la tendencia emergente de hacer que una organización sea "delgada" en una industria de pequeña escala utilizando la asignación de flujo de valor (VSM) para una unidad de fabricación para identificar los desechos y los procesos de cuello de botella. Mediante la aplicación de la herramienta se pudo obtener la reducción de los tiempos del proceso, aumentando así el ritmo del proceso general, además se utilizó para eliminar las actividades que no agregaban valor al proceso productivo de las bolsas plásticas, con lo cual se mejora las ordenes de trabajo para cumplir con los estrictos requisitos de demanda y reducir la carga en las máquinas, los trabajadores (Deshkar et al., 2018).

Mediante la aplicación de la herramienta Value Stream Mapping (VSM) en la industria alimenticia ubicada en Uruguay, la cual se dedica a la producción de turrón empaquetado, Estebané Ortega (2017), desarrolló una indagación con la finalidad de conocer las actividades que agregan valor al producto y al proceso productivo, la existencia de desperdicios para lograr un mejoramiento de las operaciones. El resultado obtenido mediante el desarrollo del mapa de flujo de proceso ayudó en la identificación de las actividades que son innecesarias en cada proceso y deben ser mejoradas o eliminadas, además se obtuvo una reducción de un 83% en el tiempo en la fabricación del producto.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CAFÉ SOLUBLE

En la planta cafetera S.A se produce el café soluble mediante la recepción de materia prima en granos arábicos, debido a su alto grado de calidad en aroma, dulzor, acides y sabor. El café arábico consiste en una variedad de grano de alto valor económico que posee un grado de cafeína no mayor del 1,5%, siendo la clase de café más apetecida a nivel mundial debido a su sabor y aroma.

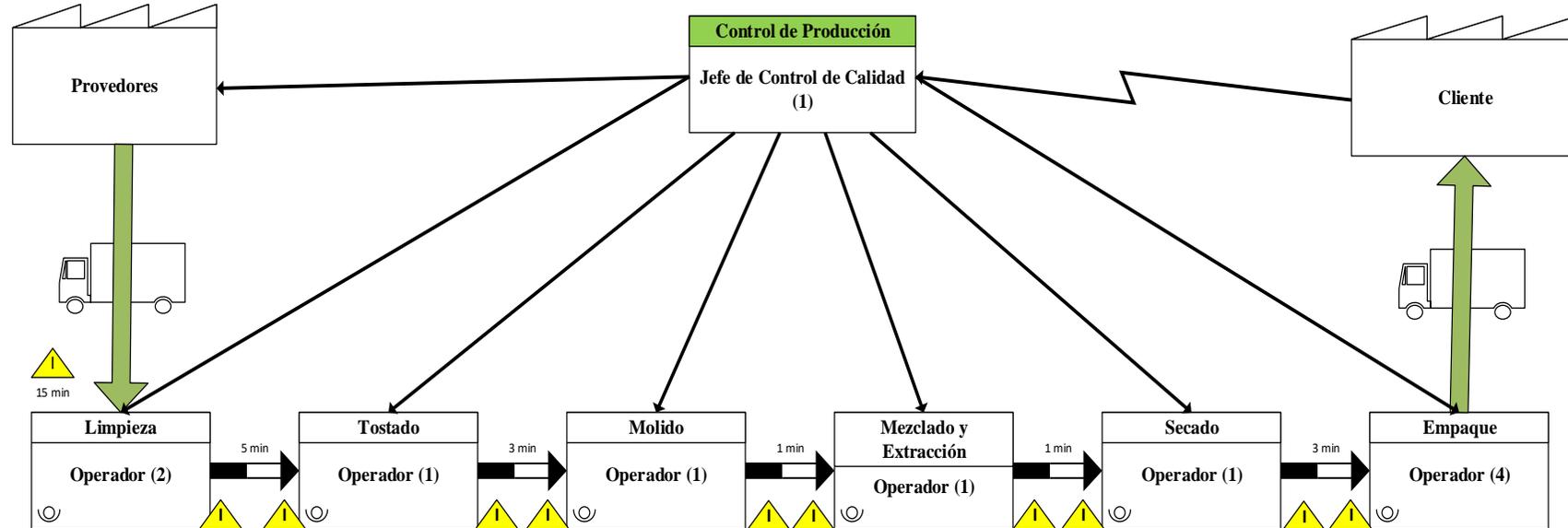
La producción de la planta cafetera es destinada a sectores exclusivos como islas de sweet and coffe, summer coffe, entre otros, en los cuales se sirven café de alta calidad, por tal motivo, se deben realizar mayores controles en cada proceso de la producción del café. La recepción de materia prima es de 15 sacos de café arábico con un peso de 58 kilos y su capacidad de producción es de 57 cajas, las cuales contienen 24 unidades de 400 gr dando un total de 1368 fundas producidas en 2 días con 8 horas aproximadamente, en el proceso de transformación de grano a café soluble existe la reducción del 20% de materia por saco, debido a la extracción de humedad que contiene el café.

*Ilustración 2. Materia Prima*



*Fuente. Planta cafetera S.A*

# VALUE STREAM MAPPING (VSM) ACTUAL DE LA PLANTA CAFETERA



TP: 240min
TURNO:1
NP:2
LOTE: 15 sacos = 870 kg
CAPACIDAD DE EQUIPO: 217 kg/h
DISPONIBILIDAD DE EQUIPO: 98%

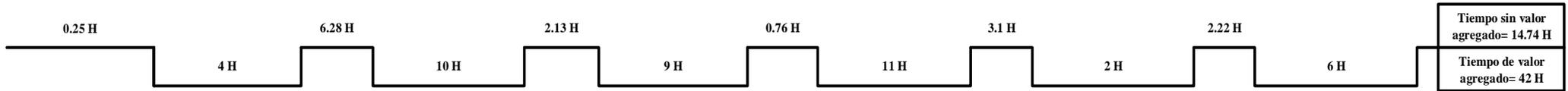
TP: 600min
TURNO: 1
NP:1
LOTE: 15 sacos = 870 kg
CAPACIDAD DE EQUIPO: 87 kg/h
DISPONIBILIDAD DE EQUIPO: 95%

TP:540min
TURNO:1
NP:1
LOTE: 15 sacos = 696 kg
CAPACIDAD DE EQUIPO: 80 kg/h
DISPONIBILIDAD DE EQUIPO:96%

TP: 660min
TURNO:1
NP:1
LOTE: 15 sacos = 696 kg
CAPACIDAD DE EQUIPO: 64 kg/h
DISPONIBILIDAD DE EQUIPO:98%

TP:120min
TURNO:1
NP:1
LOTE: 15 sacos = 696 kg
CAPACIDAD DE EQUIPO: 348 kg/h
DISPONIBILIDAD DE EQUIPO: 97%

TP: 360min
TURNO: 1
NP:4
DISPONIBILIDAD DE EQUIPO: 96%
LOTE: 15 sacos
PRODUCTO TERMINADO: 57cajas con 24 unidades de 400 gr.



TOTAL DE TIEMPO PROMEDIO DE FLUJO DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ SOLUBLE: 56.74 H → 2 DÍAS con 8 Horas

### **Limpieza de materia prima**

El grano de café arábico llega en sacos de yute con un peso de 58 kg, luego de su llegada se procede a realizar los controles que impone el departamento de calidad para evaluar las propiedades del grano y su cumplimiento con los parámetros establecidos.

Se toma una muestra considerable de cada lote de materia prima y es trasladada a los laboratorios donde un especialista analiza su sabor, aroma y humedad para su respectiva compra. Dentro de la etapa de evaluación del grano se encuentra la catación, que consiste en realizar un micro proceso el cual permite conocer la calidad del café que se va a adquirir.

Antes de colocar en bodega los sacos de materia prima se realiza un subproceso de limpieza, donde se extraen las impurezas que contiene, tales como: piedras, palos, granos vanos, polvo, etc. Actualmente la planta cafetera cuenta con un equipo capaz de limpiar 217 kg/h utilizando 2 operarios por turno, ya que el operario uno debe ingresar el café para su limpieza y por otro lado se debe controlar la salida de la materia prima para su respectivo ensacado.

Una vez obtenido el café limpio y óptimo para ser procesado, se traslada al área de almacenamiento donde se encuentra libre de contaminación.

*Ilustración 3. Máquina despedradora*



*Fuente. Planta cafetera S.A*

El equipo de limpieza opera 8 horas diarias de las cuales se toma 10 minutos de mantenimiento o inspección por parte del operario para la prevención de alguna anomalía en el equipo. De esta manera podemos calcular la disponibilidad que tiene el equipo en el día.

$$\text{Disponibilidad \%} = \frac{\text{tiempo de produccion real}}{\text{tiempo de produccion posible}}$$

$$\text{Disponibilidad \%} = \frac{8\text{ h} - 0.16\text{ h}}{8\text{ h}} = \frac{7.84\text{ h}}{8\text{ h}} = 0.98 \times 100\% = 98\%$$

### **Tostado**

Durante el tostado también conocido como proceso de torrefacción el grano entra a un cilindro giratorio hueco por donde circulan gases calientes con los cuales se reduce la humedad del grano en un 20%, se requiere que esta reducción sea gradual y homogénea para la eliminación de materia seca u otros compuestos.

La temperatura óptima para un buen tostado oscila entre 180 y 250°C que se aplican mediante una tostadora que tiene la capacidad de tostar 87 kg/h la misma que es manipulada por 1 operario de turno, el color del grano ira cambiando de marrón a café oscuro. Este proceso es uno de los más importantes ya que es donde el grano de café desarrolla el color, sabor y aroma requerido por los clientes.

*Ilustración 4. Máquina de tostado*



*Fuente. Planta cafetera S.A 1*

La máquina de tostado opera 8 horas al día la misma que al principio de la jornada debe calentar 5 minutos para alcanzar la temperatura adecuada y a media jornada se debe realizar una inspección por motivo de limpieza ya que existen ciertos residuos de materia prima, para

realizar dicha limpieza se requiere detener el equipo durante 15 minutos, con estos datos podemos calcular la disponibilidad de dicha máquina.

$$\text{Disponibilidad \%} = \frac{8h - 0.08h - 0.25h}{8h} = \frac{7.67h}{8h} = 0.95 \times 100\% = 95\%$$

### **Molienda**

Luego de que el café ha sido tostado pasara a unos silos donde se debe dejar enfriar a temperatura ambiente para luego ser llevado hasta los molinos. El grano de café se muele mediante la acción de unos rodillos graduables de acuerdo al tamaño requerido para la producción deseada por nuestros clientes.

La planta cafetera tiene en su línea de producción un molino que puede moler 80 kg/h de café en grano y para dicho proceso actúa un operario por turno, este proceso no se debe dejar de un día a otro ya que el café puede perder sus propiedades.

*Ilustración 6. Molienda*



*Fuente. Planta cafetera S.A*

*Ilustración 5. Parte interna de molienda*



*Fuente. Planta cafetera S.A*

La máquina de molido es controlada por una persona durante las 8 horas laborables en el día de las cuales al inicio del proceso el operario requiere de 18 minutos para realizar los ajustes necesarios del equipo haciendo una respectiva muestra de cómo saldrá el café molido, conociendo estas observaciones podemos calcular la disponibilidad por parte del equipo.

$$\text{Disponibilidad \%} = \frac{8h - 0.3h}{8h} = \frac{7.7h}{8h} = 0.96 \times 100\% = 96\%$$

## Mezclado y Extracción

Es de suma importancia poseer un excelente control de calidad, temperatura y presión del agua, ya que esta se va a mezclar con el café a una temperatura de 95 y 105°C.

Para realizar el proceso extracción se dispone de un sistema de 3 tanques con una capacidad de extraer 64 kg/h manipulado por un solo operario, estos tanques se llenan de café molido y a medida que el café va pasando de un tanque a otro se mezcla con el agua caliente que circula dentro de los tanques y es así que sucede la lixiviación donde el café molido absorbe agua provocando una fuerte concentración.

*Ilustración 7. Tanque de mezcla y extracción*



*Fuente. Planta cafetera S.A*

Los tanques de extracción son controlados por un operario de turno el mismo que se encarga de verificar el llenado de café molido hacia los tanques así como la temperatura adecuada que se necesita para el mezclado por estos motivos necesita 12 minutos de espera antes de realizar el proceso.

$$\text{Disponibilidad \%} = \frac{8 h - 0.2 h}{8 h} = \frac{7.8 h}{8 h} = 0.975 \times 100\% = 98\%$$

## Secado

Este proceso se lo realiza mediante la liofilización, esto consiste en introducir la concentración de café en una cámara de vacío que llega a temperaturas de -40°C para que pase de un estado sólido a gaseoso (sublimación), con este proceso se logra eliminar el agua

contenida en el producto así como manteniendo sus propiedades que lo hacen único: sabor, color, aroma, acidez, etc.

Al final de este proceso obtendremos un polvo de café soluble de alta calidad ya que existen otros métodos de secado a altas temperaturas pero que no son recomendados por la pérdida de propiedades en el producto. Actualmente la planta cafetera consta de un liofilizador con una capacidad de secar 348 kg/h de café soluble, equipo operado por un trabajador en cada turno.

*Ilustración 8. Máquina de Liofilizado*



*Fuente. Planta cafetera S.A*

En el área de secado se encuentra la maquinaria de liofilizado que requiere de la operación de una persona con un tiempo de operación de 8 horas y un tiempo muerto de 15 minutos, los cuales son necesarios para que la maquinaria alcance las bajas temperaturas que se necesita para realizar dicha transformación.

$$\text{Disponibilidad \%} = \frac{8\text{ h} - 0.25\text{ h}}{8\text{ h}} = \frac{7.75\text{ h}}{8\text{ h}} = 0.97 \times 100\% = 97\%$$

### **Empaque**

El producto final es envasado de forma manual en fundas de 400gr por unidad, luego se procede a sellar cada funda y se coloca la etiqueta de la planta, se realiza un análisis para constatar que la calidad del café soluble cumple con los requerimientos de los clientes mayoristas y minoristas. Una vez realizado el envasado se procede a llenar las cajas de empaque con 24 unidades y el último paso es almacenar en un lugar fresco para conservar sus propiedades para su posterior entrega.

Dentro del proceso de empaclado se requieren de 3 máquinas, selladora, etiquetadora y una balanza; además, se necesitan de cuatro operarios para realizar las actividades. Las máquinas tienen un tiempo de operación de 8 horas, de las cuales el tiempo muerto promedio en este proceso es de 20 minutos, con lo cual se calcula la disponibilidad.

$$\text{Disponibilidad \%} = \frac{8\text{ h} - 0.33\text{ h}}{8\text{ h}} = \frac{7.67\text{ h}}{8\text{ h}} = 0.96 \times 100\% = 96\%$$

### Valor agregado y no agregado del proceso

En el proceso de producción actual de la planta cafetera se emplea un total aproximado de 56.74 horas de las cuales se hace referencia a 42 horas que agregan valor al proceso de producción de café soluble, representando el 74% del total de horas empleadas.

Las actividades que no aportan valor, pero consumen recursos pueden ser: actividades repetitivas dentro de un mismo proceso, movimientos innecesarios de empleados o el transporte de materia prima sin propósito alguno (Teresa et al., 2017). Dentro del proceso se encuentra un total aproximado de 14.74 horas que representan el 26% de estas actividades.

Como podemos observar en el VSM actual, el proceso de producción del café soluble se realiza en un lapso mayor a 48 horas promedio, donde existen varios pedidos que son perdidos debido a que los clientes necesitan que su entrega se la realiza antes del tiempo mencionado.

### Cálculo del tiempo Takt actual

Con la recolección de datos en el VSM actual se pudo calcular el tiempo TAKT lo cual es el promedio de producción de una funda de café soluble para satisfacer la demanda promedio de los clientes. Este tiempo promedio de producción será medido en segundos por unidad.

*Tabla 3. Cálculo de tiempo Takt actual*

Descripción	Cantidad
Turnos de trabajo / pedido	7.08
Turno de trabajo/ día	3
Horas / turno	8

Horas empleadas para la producción de pedido	56.74
Días empelados por pedido	2 Días con 11 horas
Tiempos de inactividad programadas por turno (sesiones, mantenimiento, almuerzo)	1
Demanda de clientes / pedido	1368

---

*Fuente. Elaboración propia*

### **Cálculo del tiempo Takt**

$$T = \frac{\text{tiempo de trabajo total disponible por dia en segundos}}{\text{demanda diaria promedio del cliente para un articulo}}$$

$$T = \frac{(56.74 \times 3600 \text{ segundos}) - (7.08 \times 3600 \text{ segundos})}{1368 \text{ unidades}}$$

$$T = \frac{(204.264 - 25.488)\text{segundos}}{1368 \text{ unidades}}$$

$$T = \frac{(178.776)\text{segundos}}{1368 \text{ unidades}}$$

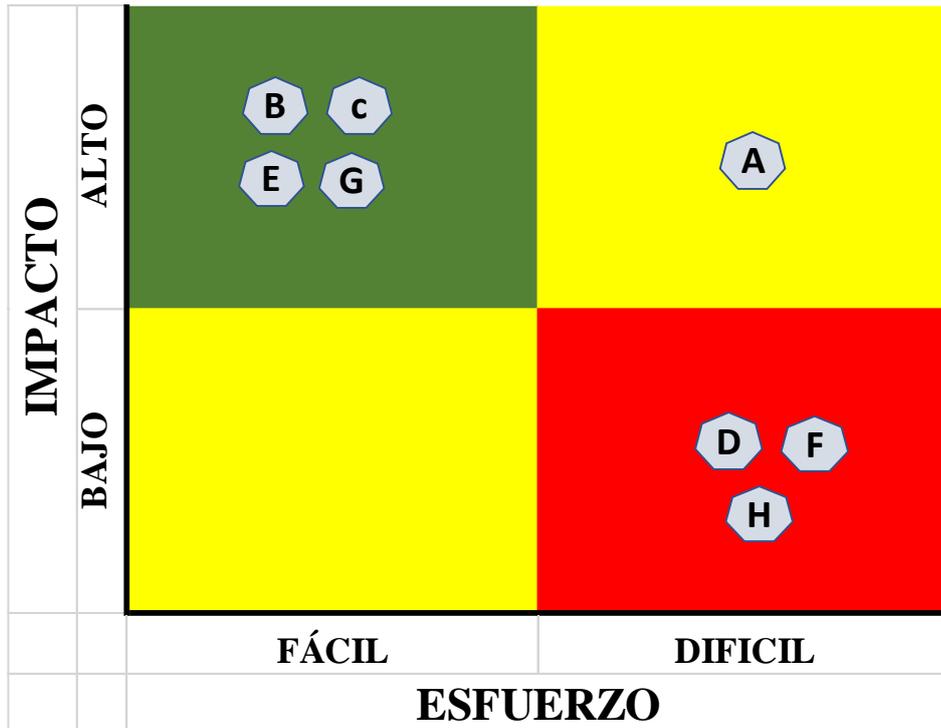
$$T = 131 \frac{\text{segundos}}{\text{unidades}}$$

Se puede concluir que se requiere de 131 segundos para producir una funda de café soluble de acuerdo al ritmo de trabajo que actualmente funciona la planta cafetera.

## MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

MATRIZ DE PRIORIDAD DE SOLUCIONES									
N	PROBLEMA		POSIBLES SOLUCIONES	OBSERVACIONES	I	E	F	ESTADO	
1	Demora en el almacenamiento de los granos de café debido a la mala utilización de la máquina seleccionadora de granos en la etapa de limpieza, lo cual ocasiona pérdidas de tiempo al volver a inspeccionar antes de ingresar al siguiente proceso.		A	Contratar consultor externo para que realice la capacitación al personal de limpieza	<b>IMPACTO:</b> Personal mayor capacitado en el manejo de la máquina seleccionadora de grano. <b>ESFUERZO:</b> Se requiere de una suma considerable de dinero por contratación de consultores externos.	5	1	5	Yellow
			B	Proponer capacitaciones a los operadores de las maquinarias en el proceso de limpieza por el líder o jefe del área.	<b>IMPACTO:</b> Personal mayor capacitado en el manejo de la máquina seleccionadora de grano. <b>ESFUERZO:</b> Su inversión es mínima debido a que la empresa cuenta con el personal necesario para capacitar.	5	5	25	Green
2	Alto tiempo de inactividad luego del tostado por falta de equipos que ayuden a enfriar y tratar los gases residuales en el café.		C	Implementar silos que permitan el almacenamiento y desgasificación del café luego del proceso de tostado	<b>IMPACTO:</b> Se eliminará tiempo excesivo de inactividad por enfriamiento y desgasificación del café. <b>ESFUERZO:</b> Requiere de instalación de equipo (silos) con el que ya cuenta la empresa.	5	5	25	Green
			D	Adquisición de un túnel de enfriado que permita la ventilación del café mientras es conducido al siguiente proceso	<b>IMPACTO:</b> Acelera el proceso de enfriamiento y disminuye la calidad del producto final. <b>ESFUERZO:</b> Se requiere de la disposición de un espacio amplio con el que no se cuenta actualmente en el área.	3	1	3	Red
3	Proceso lento luego de la extracción, ya que el café debe ser concentrado y enfriado. Actualmente se realiza una espera para el concentrado y luego procede a pasar directamente por un liofilizador lo cual conlleva mucho tiempo de inactividad.		E	Creación de un cuarto de enfriamiento donde se realizará una prelioofilización	<b>IMPACTO:</b> Se agilizará el proceso de secado y se obtiene un café de alta calidad. <b>ESFUERZO:</b> No requiere de un área amplia para su instalación debido a la pequeña dimensión de la máquina.	5	5	25	Green
			F	Implementación de máquina centrífuga para agitar el periodo de concentración y enfriamiento del café extraído	<b>IMPACTO:</b> Genera pérdida de las propiedades en el café. <b>ESFUERZO:</b> Involucra compra de la maquinaria en el exterior.	1	1	1	Red
4	Tiempos elevados en el empaque de fundas de café soluble debido al proceso manual que se ejecuta.		G	Innovación tecnológica de maquinarias automáticas para realizar el envase y empaque del café soluble	<b>IMPACTO:</b> Agilizará el proceso de empaque de café y ahorra mano de obra. <b>ESFUERZO:</b> La adquisición de la máquina involucra bajo costo.	5	3	15	Green
			H	Rediseño del área de empaque para minimizar las distancias de recorrido	<b>IMPACTO:</b> Se requiere de un periodo de parada de producción por traslado. <b>ESFUERZO:</b> Requiere de espacio físico e inversión monetaria por remodelación.	1	1	1	Red

*Ilustración 9. Matriz de priorización*



*Fuente. Elaboración propia*

La Matriz de Priorización es una técnica de gestión y control de procesos que permite identificar los problemas que tienen mayor importancia para buscar soluciones de manera prioritaria para iniciar su implementación. Esta herramienta ayuda a clasificar los problemas, utilizando criterios ponderados que son importantes para tomar una decisión sobre un proyecto en la organización, es útil para definir y mejorar los procesos dentro de un sistema productivo cuando necesita priorizar problemas, o para lograr un consenso sobre un problema o solución propuesta. Con esta herramienta en particular, ayuda a los gerentes de proyecto a determinar qué problemas deben resolverse primero para cumplir los objetivos (Wang, Xie, & Goh, 2010).

## **CAPÍTULO 4**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

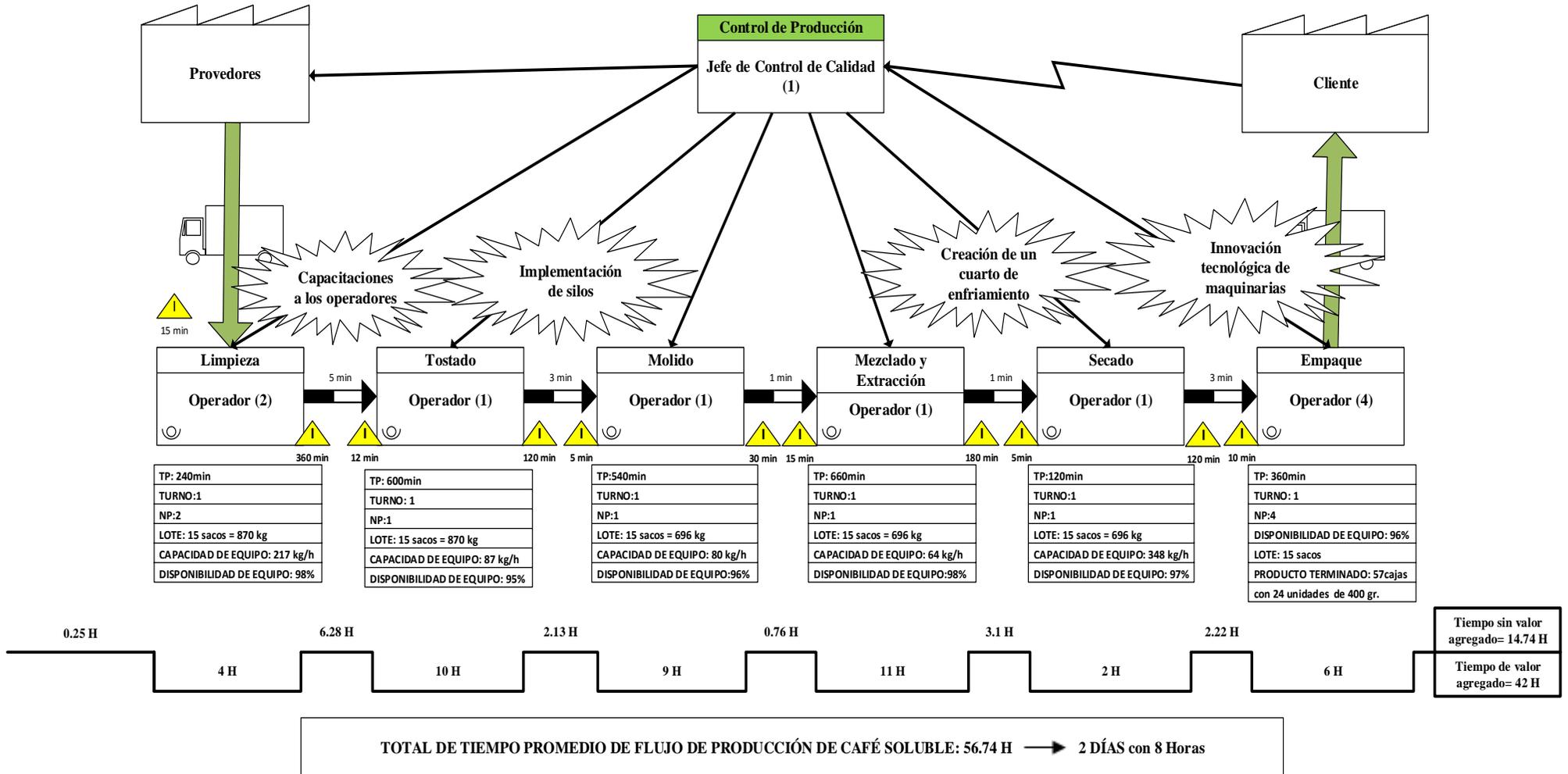
Las alternativas de mejoras consisten en la disminución de actividades que generan un consumo innecesario de tiempo y que no aportan valor al proceso productivo, por lo que fue necesario emplear la matriz de priorización que complementa al VSM y permite conocer la situación actual del proceso de producción del café soluble para analizar las causas que originan el problema sobre los tiempos de inactividad y así, obtener posibles soluciones de las cuales han sido expuestas anteriormente.

A continuación se detallan características de los métodos a emplear en cada solución de los problemas existentes para mejorar los procesos que inciden en errores humanos y tecnológicos generando pérdidas en los tiempos de inactividad, como se observa en el VSM futuro se encuentra detallada cada propuesta que se pretende implementar con perspectivas apegadas a la realidad de la planta y con el respaldo financiero disponible actualmente.

Las posibles soluciones que se enlistan son las siguientes:

- ✓ Proponer capacitaciones a los operadores de las maquinarias en el proceso de limpieza.
- ✓ Implementar silos que permitan el almacenamiento y desgasificación del café luego del tostado.
- ✓ Creación de un cuarto de enfriamiento donde se realizara un pre liofilización.
- ✓ Innovación tecnológica de maquinarias automáticas para realizar el envase y empaque del café soluble.

# VALUE STREAM MAPPING (VSM) DE POSIBLES SOLUCIONES EN LA PLANTA CAFETERA

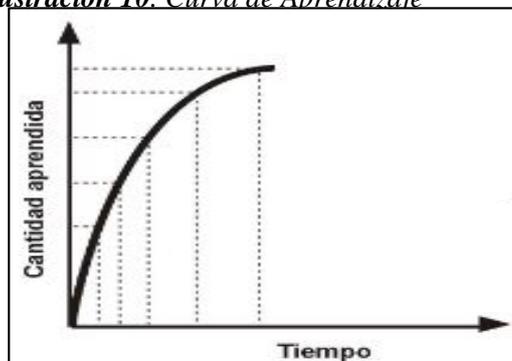


### **Primera Solución: Capacitaciones al personal de operaciones en el área de Limpieza**

Una de las principales fallas que se visualizan en el proceso productivo total es la falta de preparación del personal encargado de operaciones de maquinarias, lo que evidentemente influye en el tiempo que requiere efectuar la limpieza del café en grano que luego es depositado en el almacenamiento, para posteriormente volver a realizar la misma actividad y trasladarlo al siguiente proceso. El problema incurre en la mala configuración de la maquina seleccionadora de grano, por lo que al atravesar la materia prima ingresa restos de impurezas y granos no aptos en la calidad que exige el proceso de café soluble. Esto se debe a que la maquinaria fue adquirida recientemente, no ha existido un periodo de aprendizaje en la manipulación de la misma y esto refleja en el tiempo sin valor agregado, por lo que se concluye que la etapa de preparación del personal es indispensable para solucionar el problema que se encuentra dentro de este proceso.

Actualmente el periodo de inactividad luego del proceso de limpieza es de 6 horas promedio debido a los errores expresados anteriormente con la maquinaria, más las horas que son necesarias para el almacenamiento del grano, por lo cual se plantea la propuesta de una capacitación por parte del jefe del área a los operadores de maquinaria que se impartirá por un lapso de dos meses, de los cuales se espera visualizar los resultados al término del primer mes con una reducción en un tiempo promedio de 4 horas que toma volver a procesar la materia prima en la misma área quedando un tiempo promedio de 2 horas fijas para el almacenamiento del grano, lo que representa el 66,7% de reducción.

*Ilustración 10. Curva de Aprendizaje*



*Fuente. Elaboración propia*

El efecto de aprendizaje implica una mejora en el tiempo de proceso debido a la experiencia que se adquiere en realizar una actividad de manera correcta con la ayuda de capacitaciones por parte de la organización a sus trabajadores.

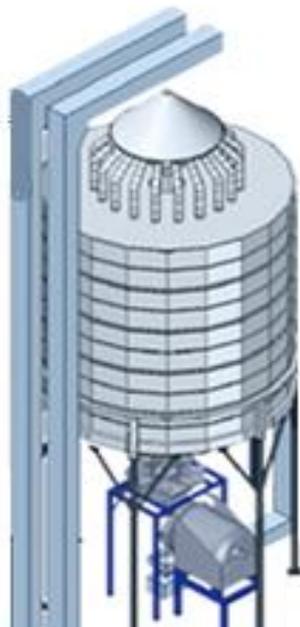
**Segunda Solución: Implementar silos que permitan el almacenamiento y desgasificación del café luego del tostado.**

Luego del proceso de tostado el café ingresa en un tiempo de reposo el cual es muy prolongado por haber pasado un proceso que requiere de altas temperaturas y por falta de un equipo que permita el almacenamiento y desgasificación este café entra en estado de espera por un tiempo promedio de 2.13 horas ya que actualmente la planta cafetera cuenta con un silo que permite realizar esta actividad pero que aún no se ha implementado.

En vista de dicho problema dentro del proceso de producción se ve la necesidad de implementar aquel silo que permita el almacenamiento en atmosfera de gas inerte, siendo esta una muy buena propuesta porque luego de que el café pasa por el proceso de tostado desprende todos sus aromas y estos se podrán concentrar gracias al almacenamiento en el silo.

Entre las características de este equipo se encuentra el fácil manejo de gases residuales debido a las altas temperaturas en el café luego del proceso de tostado, la capacidad de almacenamiento del silo a instalar es de 900 kg el cual será manejado por un operario de turno. Para que se logre una buena concentración de aromas y surja la desgasificación del café solo se requiere un tiempo promedio de 1 hora, encontrándose una excelente reducción del 53% de tiempo que no aporta valor al proceso.

*Ilustración 11. Silos de almacenamiento*



*Fuente. Fotografía referencial*

**Tercera Solución: Creación de un cuarto de enfriamiento donde se realizara una pre liofilización.**

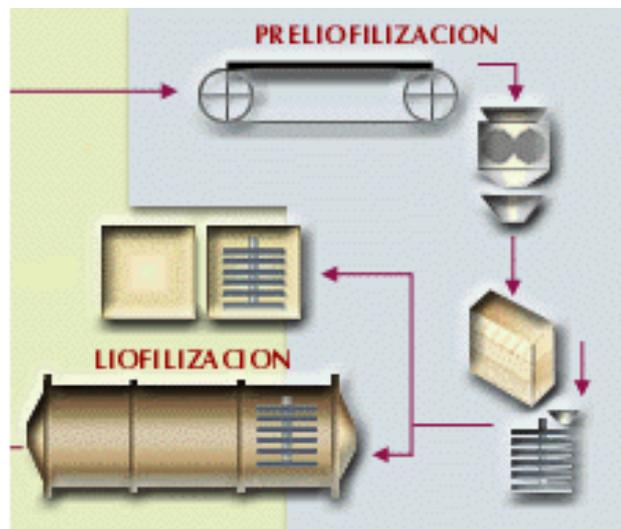
En la salida del proceso de mezclado y extracción actualmente se requiere un tiempo promedio de 3.1 hora de espera o de inactividad ya que el café se almacena en unos tanques para lograr su concentración y luego pasar al proceso de secado que se realiza mediante un liofilizador.

Mediante la creación de un cuarto de frio el cual se encontrara equipado con un pre liofilizador se pretende bajar la temperatura y aumentar el grado de concentración de la mezcla obtenida en el proceso anterior para de esta manera contrarrestar el tiempo de inactividad y agilizando el proceso de secado. Este novedoso sistema funciona mediante la congelación al vacío que a diferencia de otros sistemas de deshidratación, este le asegura la conservación de propiedades y la más alta calidad en el producto final.

Para el funcionamiento del cuarto de enfriamiento se requiere de la supervisión de un operario de turno, para realizar esta actividad no será necesario la contratación de un nuevo trabajador ya que estará dentro de las tareas del operario a cargo del proceso de secado.

Según los estudios realizados se pretende que con la implementación del pre liofilizador se podrá reducir de 3.1 horas a tan solo 1 hora promedio de espera, lo cual representa el 66.6% de reducción de tiempo.

*Ilustración 12. Cuarto de enfriamiento*



*Fuente. Fotografía referencial*

### Cuarta Solución. Innovación tecnológica de maquinaria empacadora

En el proceso de empaclado se presenta varios puntos de trabajo donde se consume un tiempo prolongado debido a su procedimiento manual, como se observa en la **figura 4**, se requiere de la colaboración de 4 personas para poder concluir con la producción de café soluble para su próxima entrega. Se presenta la siguiente tabla indicando los tiempos que demoran los trabajadores en cada estación:

**Tabla 4.** *Tiempos Proceso de empaclado*

Actual		Propuesta	
Transportes	Tiempos (horas)	Transportes	Tiempos (horas)
Envase - Balanza	2,08	Envase - Balanza	1,
Balanza – Selladora	1,58	Balanza – Selladora	0,50
Selladora - Etiquetado	1,34	Selladora - Etiquetado	0,50
Etiquetado - Empaque	1	Etiquetado - Empaque	1
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3</b>

*Fuente. Elaboración propia*

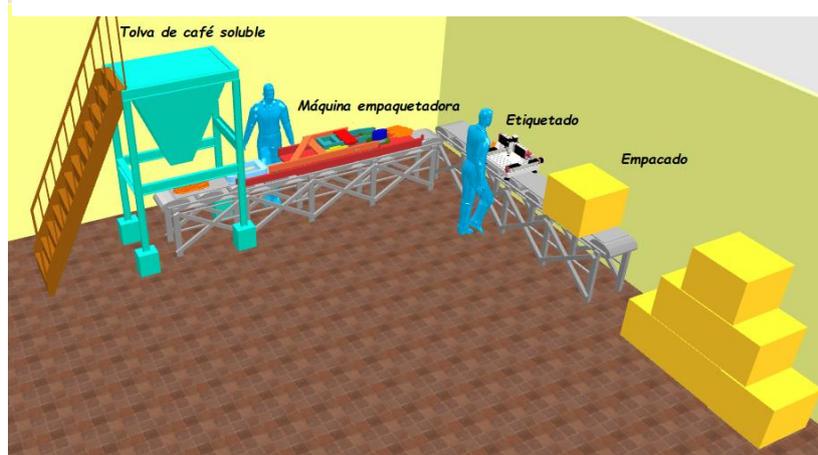
**Ilustración 13.** *Proceso actual de empaclado*



*Fuente. Elaboración propia*

La propuesta consiste en la implementación de una maquina empacadora automática que cumple con las funciones de envase del café en las fundas, mediante el recorrido de una banda transportadora llega hasta la balanza para proceder con su pesaje; y el sellado de las fundas de café, con lo cual representa una disminución del tiempo debido a transportes del personal como también la disminución de mano de obra. Para el proceso de empaçado se requiere de un lapso promedio de 6 horas, de las cuales se redujo a un promedio de 3 horas lo que representa la reducción de un 50% con la implementación de la maquinaria propuesta.

**Ilustración 14.** Proceso propuesto de empaçado



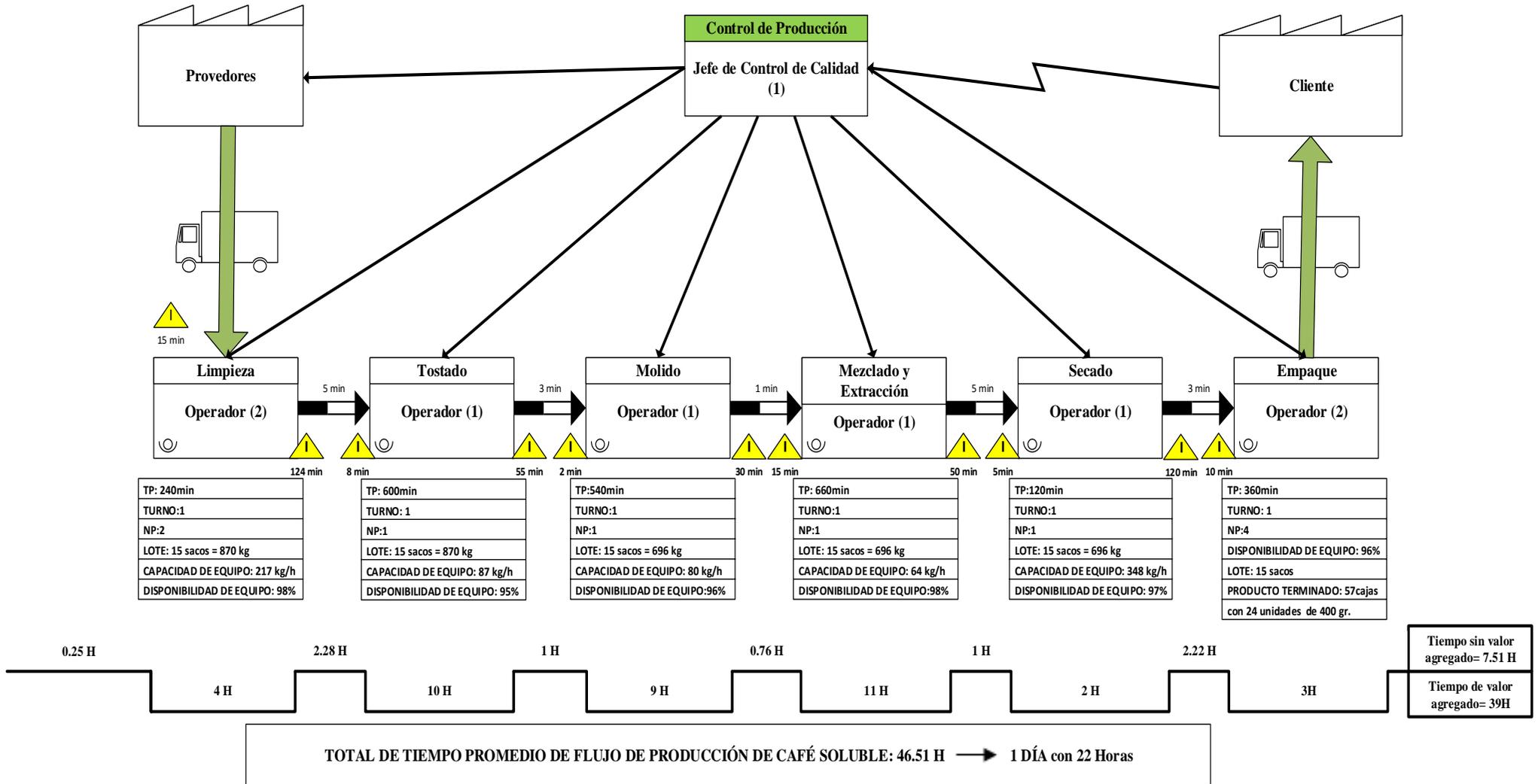
**Fuente.** Elaboración propia

**Ilustración 15.** Máquina empacadora automática



**Fuente.** Fotografía referencial

# VALUE STREAM MAPPING (VSM) FUTURO DE LA PLANTA CAFETERA



### Valor agregado y no agregado del producto

En la situación actual de la planta cafetera se requiere de 42 horas en promedio para las actividades que aportan valor agregado al producto y 14.74 horas promedio de actividades que no aportan valor al producto dando un total de 56.7 horas. Mediante las posibles mejoras en el proceso se calcula que solo se necesitara un promedio de 39 horas para cumplir con las actividades que aportan valor al producto y así también reduciendo a un tiempo promedio de 7.51 las horas que no aportan valor al producto con dicho trabajo lo cual nos indica que se producirá la misma cantidad de producto en un menor tiempo.

*Tabla 5. Valor agregado*

Calculo de Horas en el Proceso			
	Valor Agregado	Valor no Agregado	Total
<b>Situación Actual</b>	42	14,74	56,74
<b>Porcentaje %</b>	74%	26%	100%
<b>Situación Propuesta</b>	39	7,51	46,51
<b>Porcentaje %</b>	84%	16%	100%

*Fuente. Elaboración propia*

Según los datos obtenidos se puede concluir que a través de las mejoras existe un aumento en el porcentaje de 74% a 84% de actividades que aportan valor al producto y por consiguiente una reducción de 26% a 16% de actividades que no aportan valor al producto.

### Cálculo del tiempo Takt a partir del VSM futuro

Mediante las posibles soluciones a implementar en el VSM futuro se obtuvieron nuevos datos que los cuales ayudaran a calcular el tiempo Takt en segundos.

*Tabla 6. Cálculo de tiempo Takt propuesto*

Descripción	Cantidad
Turnos de trabajo / pedido	5.79
Turno de trabajo/ día	3
Horas / turno	8
Horas empleadas para la producción de pedido	46.51
Días empelados por pedido	1.93
Tiempos de inactividad programadas por turno (sesiones, mantenimiento, almuerzo)	1
Demanda de clientes / pedido en fundas de 400gr	1368

*Fuente. Elaboración propia*

### Fórmula para calcular el tiempo Takt

$$T = \frac{\text{tiempo de trabajo total disponible por día en segundos}}{\text{demanda diaria promedio del cliente para un artículo}}$$

$$T = \frac{(46.51 \times 3600 \text{ segundos}) - (5.79 \times 3600 \text{ segundos})}{1368 \text{ unidades}}$$

$$T = \frac{(167.436 - 19.404)\text{segundos}}{1368 \text{ unidades}}$$

$$T = \frac{(148.032)\text{segundos}}{1368 \text{ unidades}}$$

$$T = 108 \frac{\text{segundos}}{\text{unidades}}$$

En la situación actual se requería de 131 segundos para producir una funda de café soluble, con la implementación de las mejoras propuestas se observó que el tiempo Takt disminuyó a 108 segundos.

### Comparación entre tiempos actuales y tiempos propuestos del proceso de café soluble

*Tabla 7. Tiempos de valor agregado*

Actual		Propuesta	
Descripción	Tiempo (h)	Descripción	Tiempo (h)
Problema 1	6,28	Problema 1	2,28
Problema 2	2,13	Problema 2	1
Problema 3	3,1	Problema 3	1
Problema 4	6	Problema 4	3

*Fuente. Elaboración propia*

Como se muestra en la **tabla 7**, existe una reducción considerable en cada proceso crítico donde se presentan los problemas de consumo innecesario de tiempo, por lo que significa un mejor aprovechamiento de los recursos que se encuentran dentro del proceso de producción del café soluble.

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Muchos escritores financieros han defendido el uso de las técnicas de la tasa interna de retorno (TIR) y del valor actual neto (VAN) para evaluar las inversiones de capital. Casi siempre afirman que estos métodos son superiores a las técnicas de retribución y tasa de retorno más utilizadas Payback o Periodo de Retorno de Capital. La razón habitual dada se centra en el concepto del valor temporal del dinero, un factor que está ausente en este último método. Sin duda hay mérito en este razonamiento (Authors, 2014).

En la propuesta tecnológica se analizaron 4 problemas en el proceso de producción a los mismos que se les dio 4 posibles soluciones determinadas a través de la matriz de priorización. Se realizara una evaluación financiera mediante la aplicación de las tres herramientas anteriormente mencionadas que permitirán conocer que tan factible es invertir en las posibles soluciones a dichos problemas.

A continuación se detalla el valor a invertir por cada solución:

*Tabla 8. Valores de inversión propuesta*

INVERSION		
Numero de Solución		
1	\$	5.000,00
2	\$	30.000,00
3	\$	60.000,00
4	\$	30.000,00
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>125.000,00</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Realizando la suma de los valores monetario por cada solución propuesta obtendremos un total de 125.000 dólares que representan la inversión para la Planta Cafetera S.A.

Para llevar a cabo dicha inversión es necesario conocer los ingresos que actualmente tiene la planta cafetera así como también cuáles serán sus ingresos a futuro ya que para realizar

un análisis financiero mediante el VAN y TIR se necesita conocer cuáles son los flujos netos por varios años.

En las siguientes tablas se dan a conocer los valores que maneja la planta cafetera con los cuales se realizara la evaluación de dicha inversión.

**Tabla 9. Ingresos de planta cafetera S.A**

<b>Ingresos</b>			
<b>Años</b>	1	2	3
<b>Ventas Anuales (cajas de 24 unidades )</b>	6156	6156	6156
<b>Precio de venta</b>	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00
<b>Total</b>	<b>\$</b>		<b>738.720,00</b>

*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 10. Egresos de la planta cafetera S.A**

<b>Egresos</b>			
<b>Costos Variables</b>			
<b>Materia Prima</b>	\$ 243.000,00	\$243.000,00	\$ 243.000,00
<b>Insumos</b>	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
<b>Mantenimiento (2 veces al año)</b>	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
<b>Total CV</b>	<b>\$</b>	<b>298.000,00</b>	
<b>Costos Fijos</b>			
<b>Mano de obra directa</b>	<b>\$</b>	<b>235.200,00</b>	
<b>Total CF</b>	<b>\$</b>	<b>235.200,00</b>	
<b>Total de Egresos</b>	<b>\$</b>	<b>533.200,00</b>	

*Fuente. Elaboración propia*

Con los datos anteriormente proporcionados podemos obtener la utilidad bruta de la Planta Cafetera por cada año.

$$\text{Utilidad Bruta} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

**Tabla 11. Utilidad Bruta**

<b>Utilidad Bruta</b>	
<b>Ingresos</b>	\$ 738.720,00
<b>Egresos</b>	\$ 533.200,00
<b>Total</b>	<b>\$ 205.520,00</b>

*Fuente. Elaboración propia*

A esta utilidad bruta se le restara el valor del impuesto de 25% que incurre la ley y las utilidades del 15% que será repartido para sus trabajadores. Este paso nos permitirá conocer el Flujo Neto de Caja como se detalla a continuación:

**Tabla 12. Flujo Neto de Caja**

<b>Utilidad Bruta</b>	<b>\$</b>	<b>205.520,00</b>
Impuesto 25%	\$	51.380,00
P.T.U 15%	\$	30.828,00
Total de Impuestos	\$	82.208,00
<b>Flujo Neto de Caja</b>	<b>\$</b>	<b>123.312,00</b>

*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 13. Flujos Netos**

<b>Años</b>	<b>Flujo Neto</b>	
<b>Inversión</b>	\$	125.000,00
<b>1</b>	\$	123.312,00
<b>2</b>	\$	123.312,00
<b>3</b>	\$	123.312,00

*Fuente. Elaboración propia*

Con la ayuda de estos datos se aplicara el VAN, TIR y PBP que nos permitirán conocer la viabilidad que tiene nuestra propuesta de soluciones a cada problema prescrito anteriormente.

### **Cálculo del VAN (Valor Actual Neto)**

$$VAN = \left[ \frac{Q_1}{(1+i)^1} + \frac{Q_2}{(1+i)^2} + \frac{Q_3}{(1+i)^3} + \dots \dots \frac{Q_n}{(1+i)^n} \right] - I_o$$

$Q_1 =$  Flujo neto

$i =$  Tasa de interes %

$n =$  Numero de periodos

$I_o =$  Inversion inicial

**Tabla 14. Valor Actual Neto**

Tasas de Interés	Calculo del VAN
<b>1%</b>	\$ 237.658,77
<b>3%</b>	\$ 223.801,72
<b>5%</b>	\$ 210.809,16
<b>8%</b>	\$ 192.786,98
<b>10%</b>	\$ 181.658,69

**Fuente.** Elaboración propia

Podemos observar que la aplicación del VAN en diferentes escenarios arroja valores con una buena rentabilidad monetaria, esto indica que los valores de ingreso y la inversión de la propuesta a ciertas tasas de descuento generará beneficios para la Planta Cafetera S.A.

#### **Cálculo de la TIR (Tasa Interna De Retorno)**

La TIR Corresponde a aquella tasa de descuento que hace que el VAN sea exactamente igual a cero.

$$0 = \left[ \frac{Q_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{Q_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{Q_3}{(1 + TIR)^3} + \dots \dots \frac{Q_n}{(1 + TIR)^n} \right] - I_o$$

$Q_1 =$  Flujo neto

$TIR =$  Tasa de descuento que hace el VAN cero

$n =$  Numero de periodos

$I_o =$  Inversion inicial

#### **Cálculo del Payback (Periodo de recuperación del capital)**

$$PBP = a + [(b - c)/d]$$

$a =$  Año anterior inmediato a que se recupera la inversion

$b =$  Inversion inicial

$c =$  Suma de los flujos de efectivos anteriores

$d =$  Flujo neto del año en que se satisface la inversion

Como se muestra en la **tabla 15**, cuando la TIR es de 82% nuestra propuesta ya no es rentable haciendo que el VAN se convierta en cero, se puede concluir que la rentabilidad de la propuesta es aceptable hasta el 80% esto es debido a que nuestra inversión no es tan elevada en comparación a los ingresos netos de la Planta Cafetera es por ello que el periodo de recuperación de dicha inversión se realizara en 1 año y 12 días.

**Tabla 15.** Comparación de tasa de interés

<b>Tasas de Interés</b>	<b>Calculo del VAN</b>	<b>TIR</b>	<b>PBP</b>	<b>Conclusión</b>
1%	\$ 237.658,77	82%	1,01	Rentable
3%	\$ 223.801,72	82%	1,01	Rentable
5%	\$ 210.809,16	82%	1,01	Rentable
8%	\$ 192.786,98	82%	1,01	Rentable
10%	\$ 181.658,69	82%	1,01	Rentable
82%	\$ 0,00	82%	1,01	No Rentable

*Fuente.* Elaboración propia

Se puede determinar que el análisis realizado mediante las tres herramientas financieras es favorable para llevar a cabo la propuesta de mejora en el proceso de producción de café soluble.

## CONCLUSIONES

Mediante el análisis realizado en los procesos que intervienen en el sistema productivo del café soluble, se pudo comprobar el tiempo de inactividad y los transportes innecesarios que se generan dentro del mismo. Fue necesario la adopción de la herramienta Matriz de priorización como apoyo para conocer los problemas que tienen mayor impacto y necesitan ser solucionados de manera preferencial.

La implementación de la herramienta Value Stream Mapping (VSM) permitió la visualización de los procesos que agregan valor y las que no agregan valor al proceso, por lo cual fue necesario que sean reducidas considerablemente para optimizar los recursos que se emplean para la producción de café soluble, ya que es lo que realmente paga el cliente y genera ganancias a la planta.

Las propuestas presentadas en el proyecto tecnológico tales como; capacitación al personal de limpieza del grano, la implementación de silos de almacenamiento, una cámara de refrigeración y una maquina empacadora; permitieron la reducción de un 10% de las actividades que no aportan valor al producto, por lo tanto, contribuyó con el funcionamiento ideal del sistema productivo dentro de la planta cafetera.

Podemos observar que las herramientas del lean manufacturing resultan beneficiosas para conocer el estado actual de las empresas y comprender la problemática que existe dentro de las mismas como de las consecuencias que generan a un largo plazo, con lo cual se puede analizar posibles soluciones que permitan eliminar o disminuir los desperdicios de recursos que se encuentran dentro del sistema productivo del café soluble en la planta cafetera S. A.

## **RECOMENDACIONES**

Determinar el personal que se encuentre a cargo de evaluar los resultados de las propuestas realizadas en la investigación una vez implementadas en la planta, por lo es oportuno realizar un seguimiento para conocer y detectar las posibles oportunidades de mejora en caso de no obtener los resultados esperados.

Las capacitaciones al personal de una empresa es un tema importante para el mejoramiento de actividades que se realizan dentro del proceso de elaboración del producto, por ende es indispensable que se realice de manera constante para adaptarse a las nuevas tecnologías y sistemas productivos actuales que se requieren dentro de la empresa.

Los directivos y los miembros de la empresa deben involucrarse en la mejora continua de los procesos de la planta cafetera, por lo cual debe tomar la iniciativa y participar en la toma de decisiones con respecto a las propuestas ofrecidas en el presente documento para conseguir los beneficios económicos deseables.

Se pudo concluir que el sector cafetero es un ámbito que se encuentra en crecimiento en cuanto a su demanda, es por ello que resulta necesario la innovación tecnológica con mayor capacidad y el aumento de personal dentro de la planta, ya que existen ocasiones donde no es posible cubrir con la demanda que exige el mercado siendo notorio que sus equipo están quedando en la obsolescencia tecnológica.

Finalmente, si se desea adoptar equipos con mayor capacidad y un aumento de personal es recomendable realizar una expansión de la planta cafetera debido al espacio limitado con la que actualmente cuenta, por lo que la compra de espacios aledaños resulta una opción interesante para la planta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apel, W., Yong Li, J., & Walton, V. (2007). Value Stream Mapping for Lean Manufacturing Implementation, 1–56.
- Authors, F. (2014). Article information : <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0216>
- Carreras, M. R., & García, J. L. S. (2010). *LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad*.
- Chowdary, B. V., & George, D. (2011). Improvement of manufacturing operations at a pharmaceutical company: A lean manufacturing approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(1), 56–75. <https://doi.org/10.1108/17410381211196285>
- Dailey, K. W. (2003). The Lean Manufacturing Pocket Handbook. *DWPublishing Co.* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Davis W, J. (2011). *PROGRESSIVE KAIZEN*.
- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Diseño y evaluación de un marco Lean Manufacturing utilizando Value Stream Mapping (VSM) para una unidad de fabricación de bolsas de plástico. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668–7677. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.442>
- Estebané Ortega, V. (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. *Ciencia & Trabajo*, 19(60), 171–178. <https://doi.org/10.4067/S0718-24492017000300171>
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management : Understanding and eliminating waste, 27, 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1995). *Análisis y planeación de la calidad* (Vol. XXXIII). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Nebot Lorente, R. E. (2012). “ APLICACIÓN DEL VSM ( MAPA DE LA CADENA DE VALOR ) PARA LA MEJORA DE PROCESOS DE UN TALLER DE AUTOMOCIÓN.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system : beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Paredes Rodríguez, A. M. (2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio \*, 13(1), 262–277.
- Ross, G. (2008). Value Stream Mapping. *Leankaizen Ltd*, 1–32.

<https://doi.org/10.1002/9781118592977.ch18>

- Rother, M., & Shook, J. (1999). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA.
- Ruiz, J., & Guerrero López, F. (2016). *Implementación de la Metodología Lean Manufacturing a una Cadena de Producción Agroalimentaria*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Retrieved from [http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70759/fichero/TFM\\_Javier\\_Ruiz\\_Cobos.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70759/fichero/TFM_Javier_Ruiz_Cobos.pdf)
- Serrano Lasa, I., Ochoa Laburu, C., & de Castro Vila, R. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal*, 14(1), 39–52. <https://doi.org/10.1108/14637150810849391>
- Seth, D., Seth, N., & Goel, D. (2008). Application of value stream mapping (VSM) for minimization of wastes in the processing side of supply chain of cottonseed oil industry in Indian context. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19(4), 529–550. <https://doi.org/10.1108/17410380810869950>
- Stadnicka, D. (2016). Minimización del disturbio de servicio: estudio de caso basado en VSM en la industria de las telecomunicaciones. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 255–260. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.609>
- Stadnicka, D., & Ratnayake, R. M. C. (2017). Mejora de los servicios de mantenimiento de aeronaves: un estudio de caso basado en VSM. *Procedia Engineering*, 182, 665–672. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.177>
- Tapping, D. (2005). La eliminación de desperdicios de Lean Office en áreas administrativas.
- Teresa, M., Portillo, E., Coronado, J. T., Portillo, T. E., Barrón López, E., Moreno, G. M., & Ortega, V. E. (2017). IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING IN THE INDUSTRY. Retrieved from [www.cienciaytrabajo.cl/7C171/178](http://www.cienciaytrabajo.cl/7C171/178)
- Vinodh, S., Arvind, K. R., & Somanaathan, M. (2010). Application of value stream mapping in an Indian camshaft manufacturing organisation. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(7), 888–900. <https://doi.org/10.1108/17410381011077973>
- W., K. D. (2003). *Lean Manufacturing Pocket Hand*.
- Wang, H., Xie, M., & Goh, T. N. (2010). Un estudio comparativo de la método de matriz de priorización y la jerarquía analítica., (September 2014), 37–41. <https://doi.org/10.1080/0954412988361>