



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

## **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN**

### **PROYECTO TERMINAL**

# **DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO MEDIANTE LA HERRAMIENTA VALUE STREAM MAPPING (VSM) EN LA EMPRESA TRANSFORMADORA DE PLÁSTICOS MATTS.**

Para obtener el grado de  
Maestra en Administración

PRESENTA

Ing. Alicia Martínez Cerón

Director

Dr. Tirso Javier Hernández Gracia

Co-director

Dr. Danae Duana Ávila

San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México., agosto 2023.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Económico Administrativas

School of Commerce and Business Administration

OF.ICEA/ M.A.034/2023

Asunto: Autorización de impresión

**MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO**  
**DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**PRESENTE.**

La comisión evaluadora del proyecto terminal titulado **“Diagnóstico del proceso productivo mediante la herramienta Value Stream Mapping(VMS) en la empresa transformadora de plásticos Matts”** realizado por la sustentante **Alicia Martínez Cerón**, con número de cuenta **282406**, perteneciente al programa de Maestría en Administración, una vez que ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento General de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente.

### AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que la sustentante deberá cubrir los requisitos del Reglamento General de Estudios de Posgrado y demás reglamentos aplicables al caso, para acceder al examen de Grado en el que sustentará y defenderá el documento de referencia.

Atentamente

“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”

San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, a 05 de junio del 2023

El comité

  
Dra. Ma. del Posario García Velázquez  
PRESIDENTE

  
Mtra. María Dolores Martínez García  
SECRETARIO

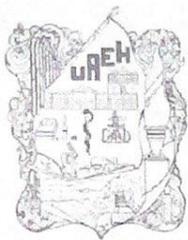
  
Dr. Tirso Javier Hernández Gracia  
VOCAL

  
Dr. Danae Duana Avila  
SUPLENTE

Vo. Bo.

  
Dr. Jesús Ibarra Zamudio  
DIRECTOR

Circuito la Concepción Km 2.5, Col. San Juan Tilcuautla, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México; C.P. 42160  
Teléfono: 771 71 72000 ext. 4101  
icea@uaeh.edu.mx



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Económico Administrativas

School of Commerce and Business Administration

Asunto: Carta de no plagio

**MTRA. MARÍA DOLORES MARTÍNEZ GARCÍA**  
**COORDINADORA DE LA MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN**  
**PRESENTE.**

Mediante la presente carta hago constar que el proyecto terminal titulado **“Diagnóstico del proceso productivo mediante la herramienta Value Stream Mapping (VSM) en la empresa transformadora de plásticos MATTS”**, realizado por la sustentante Alicia Martínez Cerón, con número de cuenta 282406, perteneciente al programa de Maestría en Administración, es una propuesta original e inédita sin probabilidad de plagio, esto una vez que se ha hecho uso de la herramienta para la detección de plagio **“Turnitin”** (se anexa evidencia).

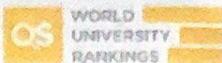
Sin más por el momento, reafirmo mi compromiso en la revisión, análisis y evaluación del documento recepcional.

Atentamente  
“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”  
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, a 01 de agosto de 2023

  
Dr. Tirso Javier Hernández Gracia

Nombre y firma de Director de Proyecto  
Terminal

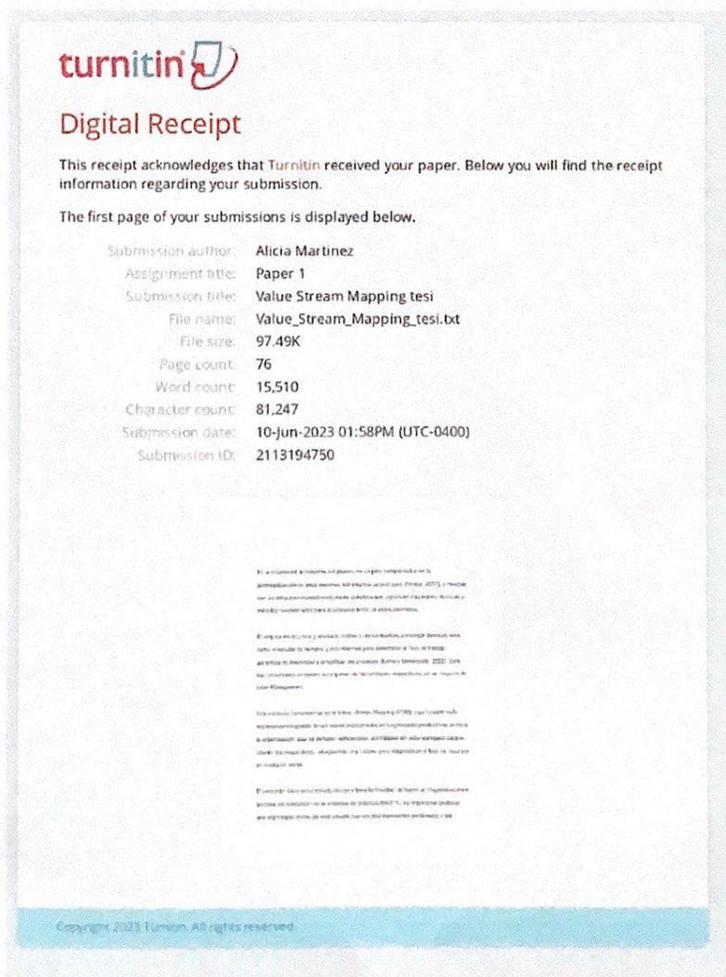
Circuito la Concepción Km 2.5. Col. San  
Juan Tlaxiaca. San Agustín Tlaxiaca  
Hidalgo, México; C.P. 42160  
Teléfono: 771 71 72000 ext. 4181  
icea@uaeh.edu.mx



[www.uaeh.edu.mx](http://www.uaeh.edu.mx)



EVIDENCIA	
Título del Proyecto Terminal:	Diagnóstico del proceso productivo mediante la herramienta Value Stream Mapping (VSM) en la empresa transformadora de plásticos MATTS
Nombre del alumno(a):	Alicia Martínez Cerón
Director de Proyecto Terminal:	Dr. Tirso Javier Hernández Gracia
Herramienta utilizada:	Turnitin





## Turnitin Originality Report

Processed on: 10-Jun-2023 1:58 PM EDT  
 ID: 2113194750  
 Word Count: 15510  
 Submitted: 1

Similarity Index

3%

Similarity by Source

Internet Sources:	3%
Publications:	0%
Student Papers:	2%

Value Stream Mapping tesi By  
 Alicia Martinez

1% match (Internet from 24-Aug-2022)

<https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf>

1% match ()

[Camacaro-Peña, María Alejandra, Paredes-Rodríguez, Andrés Mauricio et al. "Mapeamento do Fluxo de valor \(VSM\) - como ferramenta para a melhoria dos processos de colheita e pós-colheita numa empresa de produção de ananás". 'Universidad Libre', 2021](#)

1% match ()

[Paredes-Rodríguez, Andrés Mauricio. "Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio". 'Universidad Libre', 2017](#)

1% match (Internet from 20-May-2022)

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000300536&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000300536&script=sci_arttext)

1% match (Internet from 07-Jul-2020)

[http://docshare.tips/lean-manufacturing\\_5892f9cbb6d87f3aa68b498d.html](http://docshare.tips/lean-manufacturing_5892f9cbb6d87f3aa68b498d.html)

En la actualidad, la industria del plástico es un pilar indispensable en la potencialización de otros sectores estratégicos para el país (Pineda, 2017), y muchas son las empresas transformadoras de plásticos que continúan empleando técnicas y métodos rudimentarios para el procesamiento de estos polímeros. El empleo de recursos y residuos, inclina a las compañías a manejar técnicas tales como el estudio de tiempos y movimientos para determinar el flujo de trabajo, garantizar la efectividad y simplificar los procesos (Kalne y Mehendale, 2022). Este tipo de estudios se suelen acompañar de herramientas específicas, en su mayoría de Lean Management. Una de estas herramientas es el Value Stream Mapping (VSM) cuya función es la representación gráfica de las tareas involucradas en los procesos productivos de toda la organización; aquí se señalan ineficiencias, actividades sin valor agregado para el cliente, los desperdicios, otorgándole una validez para diagnosticar el flujo de recursos en cualquier sector. El presente documento estudio de caso tiene la finalidad de hacer un diagnóstico en el proceso de fabricación de la empresa de plásticos MATTS. Es importante destacar que el principal motivo de este estudio son los desfases en tiempos y los incumplimientos al cliente porque supuestamente se deben al desperdicio de la materia prima en el área de producción; de tal modo que el

## Agradecimientos

Dedico este logro a mi padre y a mi madre, Mario y Alicia, que con amor y esfuerzo me han acompañado en este proceso sin dudar en ningún momento en ver mis sueños hechos realidad, que también son los suyos.

A mi hermano por animarme; mi tía por acompañarme; a Javier que siempre me escucha sin juzgar.

Deseo dar las gracias al Dr. Tirso J. Hernández Gracia, Dr. Danae Duana y a la Mtra. Dolores García por compartir su experiencia, horas de reflexión, aliento y, sobre todo, paciencia a lo largo de todo el proceso.

Este es solo un capítulo más, Que Dios nos siga colmando de bendiciones,

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
I. METODOLOGÍA SOBRE EL ESTUDIO DE CASO	7
1.1 Planteamiento del problema	7
1.2 Delimitación	11
1.3 Preguntas de investigación	12
1.4 Justificación	12
1.5 Objetivos	14
1.5.1 General	14
1.5.2 Específicos	14
1.6 Diseño de investigación	14
II. MARCO CONTEXTUAL	15
2.1 Antecedentes de la industria del Plástico en México	15
2.3 Empresa Transformadora de Plásticos MATTS	18
2.3.1 Historia	20
2.3.2 Organigrama	21
2.3.3 Productos que se elaboran	22
2.3.4 Principales clientes	22
III. MARCO TEÓRICO	23
3.1 Estudio de tiempos y movimientos de Taylor	23
3.2 Lean Manufacturing	24
3.2.1 Contexto del LM	25
3.2.1 Desperdicios de la manufactura (o muda)	26
3.3 Herramientas del Lean Manufacturing	30
3.3.1 Herramientas operativa 5S	32
3.3.2 Herramienta operativa TPM	32
3.3.3 Herramienta de seguimiento KPI'S	33
3.4 Herramienta de diagnóstico VSM	33
3.4.1 Simbología y términos	35
3.4.2 Identificación de familia de productos	39
3.4.3 Diagrama del estado actual	40
3.4.4 Diagrama del estado futuro	43
3.6 Estudios realizados	45
3.5.1 Internacionales	45
3.5.2 Nacionales	48
IV. DIAGNÓSTICO DEL ESTUDIO DE CASO: MATTS	51
4.1 Observación no participativa	51
4.1.1 Familia de productos	51

4.2 Flujo del proceso	54
4.3 VSM actual	57
4.3.1 Identificación de los desperdicios	61
4.4 Entrevistas semiestructuradas	65
4.4.1 Descripción de las familias y dimensiones de la entrevista	65
4.4.2 Enraizamiento de las familias del análisis cualitativo	66
4.4.3 Análisis cualitativo nube de palabras	72
4.4.4 Ideas fuerza	75
4.4.4 Análisis del enfoque cualitativo	76
V. CONCLUSIONES	78
VI. PROPUESTA	79
6.1 Adoptar las 5S	79
6.2 VSM Futuro	84
VII. REFERENCIAS	87
ANEXOS	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Libramiento industrial Huitzila-Tepojaco, entrada a Temascalapa</i>	7
<i>Figura 2 Ejemplo de máquina de inyección en Nave A</i>	8
<i>Figura 3 Pellets para la coloración de cubetas de polietileno</i>	9
<i>Figura 4 Diagrama de Ishikawa, desperdicios de material y sus posibles problemas raíz.</i>	10
<i>Figura 5 Entrada principal de la empresa</i>	19
<i>Figura 6 Ubicación de la empresa</i>	19
<i>Figura 7 Organigrama MATTS</i>	22
<i>Figura 8 Casa Toyota, representación de la filosofía Lean</i>	31
<i>Figura 9 Agrupación de productos dentro de una empresa</i>	39
<i>Figura 10 Ejemplo de representación gráfica del proceso actual con VSM</i>	42
<i>Figura 11 Ejemplo de representación gráfica del proceso futuro con VSM</i>	44
<i>Figura 12 Icono propuesto para indicar residuos medioambientales</i>	48
<i>Figura 13 Cubeta C-19l-0.95VRT negra</i>	52
<i>Figura 14 Diagrama de Pareto de ingresos mensuales en MATTS</i>	53
<i>Figura 15 Familias de productos</i>	54
<i>Figura 16 Flujo del proceso de producción</i>	55
<i>Figura 17 Cubeta con defecto de coloración</i>	56
<i>Figura 18 VSM actual del proceso de producción</i>	60
<i>Figura 19 Estallidos Kaizen</i>	64
<i>Figura 20 Dimensiones de la entrevista</i>	66
<i>Figura 21 Participación general de las familias</i>	67
<i>Figura 22 Frecuencia de enraizamientos de la Familia Tiempos y Movimientos</i>	68
<i>Figura 23 Frecuencia de enraizamientos de la Familia Materiales</i>	69
<i>Figura 24 Frecuencia de enraizamientos de la Familia Maquinaria y Herramienta</i>	70
<i>Figura 25 Concentrado de codificaciones</i>	71
<i>Figura 26 Nube de palabras de Tiempos y Movimientos</i>	72
<i>Figura 27 Nube de palabras de Materiales</i>	73
<i>Figura 28 Nube de palabras de Maquinaria y herramientas</i>	74
<i>Figura 29 VSM Futuro</i>	86

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Causas de los desperdicios</i>	28
<i>Tabla 2 Simbología utilizada para la elaboración de VSM</i>	36
<i>Tabla 3 Indicadores del casillero de datos y su significado</i>	58
<i>Tabla 4 Comparación Tiempo de Ciclo vs Tak Time</i>	61
<i>Tabla 5 Ideas fuerza de la codificación</i>	75
<i>Tabla 6 Implementación de las etapas 5S</i>	80

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria del plástico es un pilar indispensable en la potencialización de otros sectores estratégicos para el país (Pineda, 2017), y muchas son las empresas transformadoras de plásticos que continúan empleando técnicas y métodos rudimentarios para el procesamiento de estos polímeros.

El empleo de recursos y residuos, inclina a las compañías a manejar técnicas tales como el estudio de tiempos y movimientos para determinar el flujo de trabajo, garantizar la efectividad y simplificar los procesos (Kalne y Mehendale, 2022). Este tipo de estudios se suelen acompañar de herramientas específicas, en su mayoría de Lean Management.

Una de estas herramientas es el Value Stream Mapping (VSM) cuya función es la representación gráfica de las tareas involucradas en los procesos productivos de toda la organización; aquí se señalan ineficiencias, actividades sin valor agregado para el cliente, los desperdicios, otorgándole una validez para diagnosticar el flujo de recursos en cualquier sector.

El presente documento estudio de caso tiene la finalidad de hacer un diagnóstico en el proceso de fabricación de la empresa de plásticos MATTS. Es importante destacar que el principal motivo de este estudio son los desfases en tiempos y los incumplimientos al cliente porque supuestamente se deben al desperdicio de la materia prima en al área de producción; de tal modo que el proyecto busca identificar a fondo las causas de los desperdicios que se derivan de los métodos de trabajo.

Para su desarrollo, el documento se ha constituido en seis capítulos esenciales:

El primero dedicado a la metodología que desarrolla el planteamiento del problema, describiendo la situación actual de la empresa en cuestión y los posibles problemas raíz del desperdicio de materiales, de la cual derivó la selección de la herramienta VSM. Igualmente, se habla sobre la limitación de los criterios de selección de documentos, espacio, personas y tiempos.

Se muestra la justificación del estudio e importancia para la teoría, industria y empresa; se detallan preguntas de investigación, objetivos del estudio y diseño de la investigación.

El segundo capítulo destinado a los antecedentes de la industria del plástico en México y la descripción general de la empresa objeto de estudio, MATTS.

En el tercer capítulo se desarrolla el contexto de la teoría por la cual parte este proyecto: estudio de tiempos y movimientos. Continúa con el Lean Manufacturing para introducir al VSM y la identificación de los desperdicios; así como un apartado que compila estudios similares realizados por otros investigadores a nivel mundial e internacional.

La cuarta parte corresponde al diagnóstico, es decir, al desarrollo de la herramienta, la cual se llevó en dos partes: observación no participante y entrevistas semiestructuradas. En la observación, se llevó a cabo la selección de la familia de productos, seguimiento al flujo del proceso mediante la toma de tiempos y descripción de movimientos, identificación de las tareas involucradas, de los puntos de desperdicio en el VSM de la situación actual.

Durante la aplicación de las entrevistas, se describen las familias y dimensiones de la entrevista, así como los resultados: enraizamientos, análisis cualitativo de nube de palabras e ideas fuerza.

El quinto recopila las conclusiones derivadas del diagnóstico; mismos que dan origen al sexto capítulo: la propuesta hacia la empresa. Este último trata de los cambios y adopción de las 5S para mejorar las tareas y condiciones en el área productiva; mismas que concederán alcanzar el VSM futuro, una proyección hacia la mejora continua y control de los desperdicios identificados.

## I. METODOLOGÍA SOBRE EL ESTUDIO DE CASO

### 1.1 Planteamiento del problema

En el libramiento industrial Huitzila-Tepojaco de la Figura 1, se concentran un número considerable de empresas; este corredor ha beneficiado el comercio y comunicación con el Valle de México y sus alrededores. Siguiendo esa ruta carretera, hacia el sur de Temascalapa, se encuentra el libramiento Jacarandas, ubicación actual de la empresa objeto de estudio: Transformadora de Plásticos MATTS (nombrada así por los apellidos de los dueños Magaña Corletts).

**Figura 1**

**Libramiento industrial Huitzila-Tepojaco, entrada a Temascalapa**



Las instalaciones de la fábrica cubren un total de 4,972 m<sup>2</sup>, su entrada principal de tezontle conduce hasta dos naves industriales de aproximadamente 600 m<sup>2</sup> cada una. Del lado izquierdo del terreno se encuentra una propiedad habitacional que anteriormente servía de oficinas, sin embargo, desde el año 2019, fue destinada una nueva construcción de dos plantas para esta función.

Siguiendo el recorrido establecido por los directores y dueños de la empresa, se visitó primeramente a la Nave A, donde se fabrican cubetas a partir de plástico reciclado granulado. Las máquinas varían en tamaño y capacidad de inyección, cabe resaltar que eran de segunda mano, importadas desde China, Brasil e India. Además, dos de las diez máquinas eran de modelo reciente, como la que se observa en la Figura 2, y su mantenimiento era realizado por personal, sin necesidad de un especialista externo.

## **Figura 2**

### **Ejemplo de máquina de inyección en Nave A**



Nota. Adaptado de *BMB eKW 25 Pi/1300 Máquina de moldeo por inyección* [Fotografía], por Gindumac, (s.f.), (<https://www.gindumac.com.mx>).

Algunos de los operadores se acercaban al dueño para manifestarle dudas respecto a la ejecución de sus tareas y la coordinación con el supervisor, también llamado líder de turno. El dueño explicó que la información necesaria se encontraba en el pasillo, donde se había colocado un pizarrón con los indicadores de conformidad, diagramas sobre algunas de las máquinas, número de cubetas producidas por línea, y varias anotaciones respecto a la entrada y salida de los proveedores de materia prima.

Este pasillo comunicaba con la Nave B, un sitio donde se percibió más movimiento, pues, convergían las actividades de almacén de materia prima, almacén de producto terminado y

producción. Los productos que se fabricaban en esa nave, eran cubetas de 19 l de plástico reciclado y cubetas a partir de plástico virgen, su producto estrella, cuyo precio se había encarecido a partir de la pandemia por Covid 19; ya que como lo describió el dueño ese material le pertenecía a los clientes y comprarlo requería de mucha paciencia, porque el arribo a la fábrica pasaba de 1 mes a 2 meses de espera al ser americano.

“Lo que pasa con ese material (polietileno virgen) es que no me pertenece, es del cliente, él supervisa los estándares y la calidad”. [sic].

He aquí donde el dueño y tiempo después el supervisor de turno, recalcaron que el desperdicio de material comenzaba a ser un dolor de cabeza y que mes con mes era más evidente. Incluso ya tenían quejas por incumplimiento de entregas, costos por pedidos urgentes de insumos y metas de producción que no se lograban o se cumplían en tiempos muy ajustados.

A palabras del supervisor, el pellet era el inicio del proceso de fabricación, este debía ser vaciado en tinas para que el trabajador pudiera mezclarlo a mano con el colorante como el que se muestra en Figura 3, posteriormente se vaciaba en la tolva para que la máquina pudiera pasarlo a través del usillo y directo a su inyección.

### **Figura 3**

#### **Pellets para la coloración de cubetas de polietileno**



Subsiguientemente, la nueva cubeta se enfría y es recibida por el trabajador que inspecciona que no haya defectos y se manda a otra estación donde se arma el asa metálica, se emplea y se envía a cliente. Aquí es importante señalar que es un proceso que depende mucho del trabajador, como lo indicaron, no es automatizado como en otras grandes empresas del ramo.

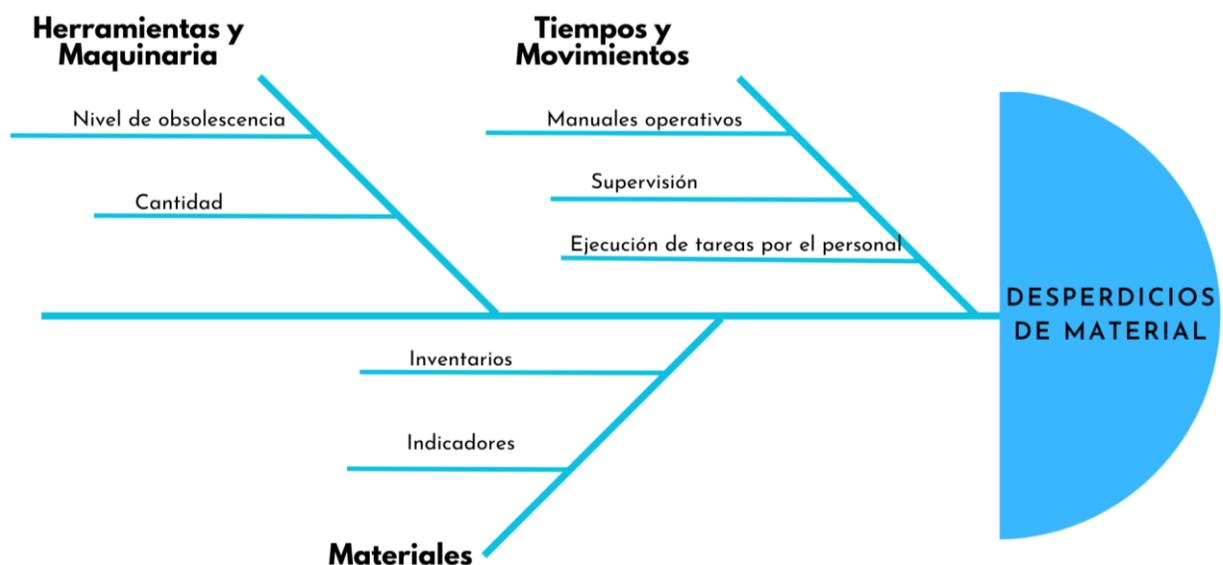
Continuando con la descripción del proceso, en caso de que existiera algún defecto en el producto final, este sería triturado para reutilizarlo en los productos elaborados a partir de material reciclado.

“No es tan recomendable utilizar el molino, porque los trabajadores se confían y dicen que por eso está la máquina. Además, eso me consume luz y dejan de hacer lo suyo para venir aquí”. [sic].

Conforme a lo observado, así como por los comentarios del personal y el mismo dueño sobre las constantes quejas en la insuficiencia de materia prima e interrupción del flujo del proceso de fabricación entre otros, se utilizó el diagrama de Ishikawa de la Figura 4 para plantear visualmente los aspectos que inciden en la problemática “Desperdicio de material”.

**Figura 4**

**Diagrama de Ishikawa, desperdicios de material y sus posibles problemas raíz.**



El diagrama muestra cuatro ramas: 1) Herramientas y Maquinaria, 2) Tiempos y Movimientos, 3) Materiales; logrando resumir que los métodos de trabajo que se emplean en el proceso productivo están acrecentando el desperdicio de material.

Es por ello que se considera necesario realizar un diagnóstico que permita identificar ampliamente la realidad sobre el desperdicio existente en el proceso de fabricación.

Ahora bien, dadas las características de la empresa MATTS y sus esfuerzos por la producción continua, existe la posibilidad de apegarse al Lean Manufacturing con la finalidad de lograr una administración de materiales y los tiempos de producción, para tener una gestión óptima en el proceso de elaboración de las cubetas.

En este sentido, fue preciso analizar diversas opciones utilizadas para describir la situación de los procesos productivos; eligiendo finalmente el Value Stream Mapping (VSM). Esta herramienta permite reconocer de manera visual los desperdicios y obtener propuestas de mejora a la problemática principal presentada.

## **1.2 Delimitación**

La empresa MATTS donde se pretende realizar la investigación, se encuentra dentro del sector manufacturero del plástico y emplea máquinas industriales de inyección. Está ubicada en la zona industrial de Temascalapa en el Estado de México, que colinda con el municipio de Tizayuca, Hidalgo.

Los datos para la realización de la investigación serán enmarcados dentro del periodo diciembre 2021 a mayo del año 2023 y derivado de la identificación del problema, el estudio de caso diagnosticará los aspectos relacionados con los métodos de trabajo en producción para entender lo que estos representan en la problemática de desperdicios, mismo que se graficó en la figura 4.

Los documentos considerados serán las órdenes de compra y reportes de producción de cubetas de 19 litros de polietileno virgen; esto debido a la alta demanda, aumento en el precio de materia prima y la relevancia que este producto tuvo en las finanzas de la fábrica.

En cuanto a los criterios de inclusión y exclusión, únicamente el dueño autorizó realizar el estudio de campo con el personal del turno matutino, ya que existen mayores posibilidades de brindar atención.

### **1.3 Preguntas de investigación**

- ¿Cuáles son las operaciones significativas que se llevan en cada una de las etapas del proceso productivo y su correspondencia con los tiempos y movimientos estandarizados para el personal?
- ¿Cuál es la logística interna del proceso productivo para el flujo de materiales y su correspondencia con los indicadores?
- ¿Las herramientas y maquinaria con las que cuenta MATTS son suficientes y adecuadas para llevar a cabo cada una de las etapas del proceso productivo?
- ¿Qué estrategias se pueden definir para minimizar los desperdicios derivados de los métodos de trabajo?

### **1.4 Justificación**

Actualmente, las empresas buscan metodologías de organización para enfrentarse a un mercado competitivo, tomando como una técnica muy valiosa por su alta efectividad el Lean Manufacturing (LM) (Sanz y Gisbert, 2017).

El LM se centra en optimizar las actividades que le añaden valor al cliente, limitar a las actividades esenciales que no añaden valor y la reducción de desperdicios, esos últimos, son descritos como actividades sin valor añadido que causan agotamiento no deseado de los recursos e impiden el flujo eficaz y eficiente del proceso de producción (Huang et al, 2022; Vinodh, 2022; Inuwa y Usman, 2022).

Es común que el interés por el LM se desarrolle para productos en específico y entre las compañías más grandes, pero la realidad es que la implementación de la manufactura esbelta

permite a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) protegerse continuamente ante las dificultades operativas y frente a la competencia de grandes corporaciones (Huang et al, 2022). Sin embargo, este tipo de administración esbelta puede ser desconocida o considerada difícil de implantar en las PYMES si no se conocen las herramientas y prácticas para establecerla (Yuik et al., 2020; Sanz y Gisbert, 2017).

El VSM es considerada como una de las principales herramientas introductorias del Lean Manufacturing y sin importar el giro o industria a la cual pertenezca la empresa, puede brindar un buen diagnóstico del sistema de producción y ayudar al entendimiento de las actividades que generan desperdicios (Meneses et al., 2019).

El estudio de caso de la empresa MATTS proyecta realizar un diagnóstico que permita conocer la forma en la que se lleva el proceso productivo e identificar a fondo las causas de los desperdicios que se derivan de los aspectos de métodos de trabajo. Es importante destacar que los desperdicios de insumos han perjudicado el cumplimiento de entregas al cliente y han desfasado los tiempos de producción considerablemente.

Añadiendo que los costos de producción se han elevado porque se tiene incertidumbre de la cantidad de material que se compra, continuamente hay compras urgentes y no alcanzan la meta de producción. De ahí la importancia de diseñar propuestas que reduzcan el nivel de desperdicios y mitigar la situación.

Así, esta investigación planea beneficiar a la empresa en cuestión, ya que los resultados podrán utilizarse por el personal directivo en la toma de decisiones, al obtener un documento que detalle y reconozca donde hay mayores desperdicios en su proceso productivo y ayudar a perfeccionar los métodos de trabajo. Además de alentar a futuros investigadores que busquen profundizar en la resolución de áreas de oportunidad relacionadas con el flujo de tiempos y movimientos.

Por último, el período establecido para llevar a cabo el estudio, los recursos materiales, técnicos, económicos y humanos, así como la bondad de la herramienta VSM hacen factible el presente estudio.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 General**

Realizar un diagnóstico del proceso productivo de la empresa MATTS a partir de la herramienta VSM con la finalidad de identificar las causas relacionadas con el desperdicio de material y aportar estrategias de mejora.

### **1.5.2 Específicos**

1. Identificar las operaciones significativas que se llevan en cada una de las etapas del proceso productivo, que permita asociarlas con los tiempos y movimientos estandarizados para el personal.
2. Conocer el flujo de materiales e inventario que utiliza MATTS en cada etapa del proceso productivo para cotejar su correspondencia con los indicadores establecidos
3. Analizar la cantidad y suficiencia de las herramientas y maquinaria con el fin de verificar que estas cubran las necesidades del proceso productivo.
4. Plantear estrategias de mejora dentro del proceso productivo con la finalidad de minimizar los desperdicios.

## **1.6 Diseño de investigación**

La metodología y el diseño utilizados para este estudio específico se basan en un enfoque cualitativo a través de uno de sus instrumentos, el estudio de caso. Ya que pretendió comprender a mayor profundidad causas del desperdicio de insumos en una empresa de plásticos en el Estado de México.

Como resultado, se realizó un diagnóstico del flujo de la fabricación a través del estudio de los tiempos y movimientos del proceso con la herramienta Value Stream Mapping con el fin de describir estados futuros del proceso productivo que aumenten la eficiencia y que posibiliten la reducción de desperdicios.

El estudio inició con una revisión de literatura que sustenta la investigación: sobre la teoría de tiempos y movimientos, las técnicas del Lean Manufacturing, los desperdicios en los procesos productivos y el mapeo del flujo de valor en la producción continua.

En un segundo paso se recopilaron datos a través de la hoja de procesos que abarca observación, así como la medición de tiempos en cada actividad del proceso productivo, esto permitió llevar a cabo la elaboración del VSM actual.

En el tercer paso, se integró un compendio de información a través de entrevistas semiestructuradas al personal involucrado con la actividad de producción para comprender e identificar las causas del desperdicio; las cuales posibilitaron el último paso, la elaboración del VSM futuro donde se detallan las propuestas de mejora y las áreas que se involucran.

Una de las muestras cualitativas para llevar a cabo esta investigación fue la discrecional, con trabajadores del turno matutino apegándose a las funciones y puestos que desempeñan dentro de la línea de producción de cubetas de 19 litros a partir de material virgen. Así mismo, una segunda muestra fue la de casos valiosos, donde se realizaron entrevistas semiestructuradas con el director y el gerente de operaciones, cuyas opiniones tienen peso en los resultados y operaciones internas.

## **II. MARCO CONTEXTUAL**

### **2.1 Antecedentes de la industria del Plástico en México**

La industria del plástico ha sido fundamental para el crecimiento económico del país y engloba a todas las empresas manufactureras dedicadas a la transformación de las materias primas fabricadas a partir de: resinas vegetales, derivados del petróleo, la síntesis de polímeros y aditivos para mejorar elasticidad y resistencia del producto final (Vargas, 2020).

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2019, existen poco más de 5 mil empresas dedicadas a la manufactura y producción de plásticos en México, de las cuales menos del 1% se dedican al reciclaje (Instituto Nacional De Ecología y Cambio Climático, 2020). Cifra que aumentó a comparación del 2017, cuando la Cámara Nacional de Industria de Transformación

(CANACINTRA) informó que la industria transformadora de plásticos en el país se conformaba por 3 mil empresas; en cuanto a estas transformadoras, 2 mil realizaba sus productos por inyección, 600 por extrusión, 300 por soplado y 100 por remoldeo (Pineda, 2017).

En el 2019, la industria del plástico empleó a un millón de personas y generó ventas por 368,000 millones de pesos al año; estuvo presente en 80% de los procesos productivos de construcción, medicina, educación, aeroespacial, automotriz, electrodomésticos, entre otros; un año más tarde, en 2020 la industria aportó 3.0% al total del PIB manufacturero (Molina, 2021).

La industria del plástico también incluye la producción de resinas, que está presente principalmente en los estados de Tamaulipas y Veracruz (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2023). A nivel nacional, la manufactura de plástico tiene presencia en más de 385 municipios de las entidades mexicanas y del total de las compañías, 60% son microempresas, el 24% pequeñas, 12% medianas y 4% grandes compañías (Aguirrezabal, 2019). Así pues, los municipios con mayor número de empresas dedicadas al plástico y hule para el 2014 fueron: León (654), Guadalajara (366) e Iztapalapa (219) (Data México, 2021).

Cabe señalar que a pesar de ser una industria que gana terreno, también enfrenta problemas relacionados con el ambiente en el que se desenvuelven sus operaciones; el Censo Económico del INEGI del año 2014, arrojó que entre las principales problemáticas que enfrentan las empresas de este sector son: Inseguridad pública, pago de servicios, altos impuestos, altos costos de materia prima y otra problemática no especificada (Data México, 2021).

No obstante, esta industria ha sido perseguida por ambientalistas y políticas del gobierno que prohíben los productos de un solo uso, obligando a integrarse al esquema de la economía circular que es una alternativa para maximizar el aprovechamiento de los productos durante su ciclo de vida y después convertir sus desechos en nuevas materias (Córdova et al., 2021).

Hasta la fecha, más de 60 países han determinado medidas para detener el plástico de más de un uso y gestionar los residuos, tal como sucede con la campaña llamada “Operation Clean Sweep” (Plastics Industry Association, 2021); adaptada en México en 2013 como “Programa Cero

Pérdida de Pellets” que promueve buenas prácticas para eliminar los desperdicios de pellets en la producción mediante la implementación de mejores prácticas y así, evitar su llegada a ríos y mares (Alcántara, 2019; Tecnología del Plástico, 2019).

Otra problemática para las empresas de plástico mexicanas es la competencia fuerte con los productores asiáticos que ofrecen mano de obra barata, alto nivel de especialización y automatización para lograr costos competitivos; pero la que resalta por el reto que representa a nivel mundial es la regulación ambiental (Alcántara, 2019).

La innovación también juega un papel importante para la adaptación a los retos; en México, la innovación en empresas se da principalmente en las de gran tamaño; según datos del Censo Económico 2019 sobre la industria del Plástico y el Hule, los estados con mayor porcentaje de unidades económicas grandes con actividades de innovación de 2016, 2017 o 2018 fueron Baja California Sur (50%), Zacatecas (50%), Tlaxcala (38.1%), Michoacán (26.5%) y Querétaro (24.6%); las actividades en las cuales se enfocaron fueron: de productos, procesos, mercado, organizacional y de adaptación y documentación tecnológica (Data México, 2021).

De acuerdo a sus propiedades, los plásticos pueden ser clasificados y separados para facilitar su reciclaje: 1) Polietileno tereftalato (PET), 2) Polietileno de alta densidad (HDPE), 3) Policloruro de vinilo (V), 4) Polietileno de baja densidad (LDPE), 5) Polipropileno (PP), 6) Poliestireno (PS) y 7) Otros. (Instituto Nacional De Ecología y Cambio Climático, 2020). El presidente del Clúster de Plásticos de Querétaro afirma que la naturaleza del plástico es noble y en una empresa de plástico, cualquiera que sea, si el producto no cumple con las especificaciones y no pasa la prueba de calidad en planta, se puede reciclar hasta el 30% de ese rechazo (Vázquez, 2020).

Como defensores del plástico y su uso racional, está presente la Asociación Nacional de Industrias de Plástico, A.C. (ANIPAC), en ella están inscritas todos los eslabones de la cadena de producción: productores, distribuidores, recicladores, distribuidores de maquinaria y transformadores de plástico; esta asociación representa al sector en cada una de las entidades

federativas y ante el poder Legislativo para tratar asuntos de interés que beneficien o perjudiquen a este ramo de la industria (Asociación Nacional de Industrias del Plástico AC, 2020).

La ANIPAC tuvo su participación crucial para la elaboración y reforma de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; que tiene como objetivo garantizar un medio ambiente sano, previniendo la generación, valorización y gestión de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial que contaminan los sitios urbanos y naturales del país (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016).

Esta asociación anualmente reúne opiniones y datos estadísticos sobre el uso y fabricación de productos derivados de los plásticos; en 2021 se celebró el octavo foro de materias primas e informó que México consumió 6 millones 933 mil toneladas; de las cuales 1 millón 373 mil toneladas fueron de polipropileno y 1 millón 202 mil toneladas de Polietileno de alta densidad y aclaró que pese a que el precio del polietileno disminuyó en Asia; en Estados Unidos y Europa se ha incrementado derivado de la oferta y demanda a nivel global a partir de la crisis sanitaria derivada del Covid-19 (Forbes, 2021).

Al desarrollar este estudio de caso en una empresa del Estado de México, es preciso señalar la situación de esta industria, sin embargo, no se cuenta con suficiente información más que algunas estadísticas. El Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2021 registró 1,074 unidades económicas en el Estado de México dedicadas a la manufactura del plástico y hule; dichas unidades registraron una producción bruta total de \$84,484 millones de pesos en 2019 (Data México, 2021).

### **2.3 Empresa Transformadora de Plásticos MATTS**

La empresa MATTS con domicilio en Calle Chimalpopoca S/N, Barrio de la cruz, Temascalapa, Estado de México; se encuentra dentro de un área industrial al norte de la Ciudad de México, en una zona provechosa por las vías del tren que aún están en función y sus operaciones corren por cuenta de la compañía Ferromex.

Como se observa en la Figura 5 y 6, alrededor de la fábrica no se encuentra algún negocio de giro similar, salvo Maquibumco, una bodega que pone a disposición venta de maquinaria para

plástico nueva y usada a 220 m de distancia y la empresa Inyección de Plásticos Alemán, S.A. de C.V. en el municipio de Tolcayuca, Hgo. A 11.3 km.

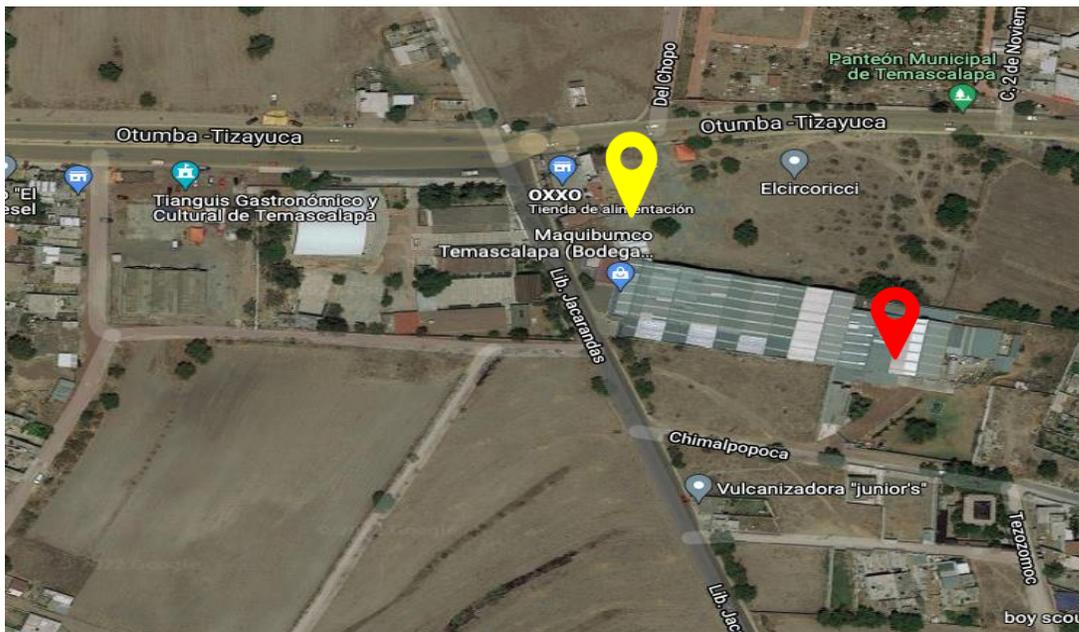
**Figura 5**

**Entrada principal de la empresa**



**Figura 6**

**Ubicación de la empresa**



*Nota.* Empresa caso de estudio MATTS marcado en rojo y bodega Maquimbuco marcada en amarillo. Fuente: Google Maps

### **2.3.1 Historia**

La historia de MATTS comenzó en el año 2001 cuando los hermanos Alejandro y Jorge Corletts Magaña ayudaban en una empresa de plásticos a cortar alambre y unirlo a cubetas y ganchos; sus patrones de origen judío vieron su entusiasmo por trabajar a pesar de las labores escolares y compromisos familiares, por lo que compartieron sus conocimientos y pensamientos sobre el arte de los negocios, para posteriormente, contratarlos como proveedores externos de alambre. Este hecho supuso el parte aguas, pues además de sus actuales clientes, se comenzaron a sumar más interesados a la lista.

Poco después de su tercer contrato, se vieron obligados a comprar una máquina de corte y torsión, además de un par de personas que pudieran agilizar el tiempo de producción, esta actividad se realizaba en el patio trasero de la casa familiar de los Corletts. Los empresarios judíos comenzaron a pedir que también se añadiera el mango, la parte plástica del asa, conocido por ellos como “hueso”; de esta forma el negocio fue reconocido y bien recomendado entre las empresas.

En el año 2010 ya se había construido la primera nave industrial en el terreno vecino que se logró adquirir y el inventario de trabajadores ascendía a los 20. Por otra parte, al cierre de la empresa de plásticos judía, los hermanos Corletts adquirieron parte de la maquinaria de inyección para producir sus propias cubetas de 4, 10 y 12 litros, producto que les abrió paso con distribuidores de plásticos para uso doméstico en el estado de Hidalgo.

Con la llegada de nuevas empresas alrededor de la zona de Tizayuca y el estado de México, MATTS logró acordar con una reconocida empresa internacional de pinturas para fabricarles cubetas de 19 litros y 4 litros. Este negocio se sostuvo por años logrando la edificación de otra nave, la adquisición de nuevas máquinas de inyección de diferentes tamaños y capacidades, así como entablar reuniones informativas que les llevaron a diversificar sus proveedores y especializarse en mantenimiento correctivo.

Sin embargo, en el 2017 el contrato más significativo que era la venta de cubetas de 19 litros llegó su fin sin posibilidad de renovación, pues el cambio de administración trajo consigo

proveedores de mano de obra barata. Este hecho motivó a los hermanos para jamás depender de un solo cliente y diversificar la cartera; poco después de la crisis pudieron pactar con Aceites Chevron y Comex Tepexpan, unos de los negocios más fuertes, además de distribuidoras plásticas locales.

### **2.3.2 Organigrama**

La fábrica, a pesar de llevar varios años en la industria, se ha mantenido entre familia, siendo que los hermanos ocupan los puestos estratégicos y las operaciones se complementan con los jefes de los tres turnos, como se ilustra en la Figura 7.

#### Director general

- Administrar gastos de operación, distribución y nómina
- Contratar personal
- Comprar materia prima
- Relaciones públicas
- Investigar y pactar con clientes
- Coordinar y planear pagos a proveedores y clientes
- Facturación

#### Gerente de operaciones

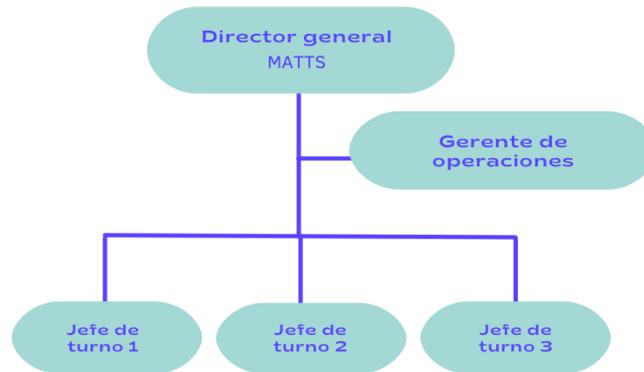
- Mantenimiento
- Coordinar flujos de materia prima
- Distribución

#### Jefe de turno

- Coordinar actividades de su turno en cuestión
- Coordinar flujos de materia dentro de la fábrica
- Capacitar nuevo personal

**Figura 7**

**Organigrama MATTS**



### **2.3.3 Productos que se elaboran**

Todos los productos se fabrican a partir de plástico rígido, polietileno de alta densidad, algunos de reciclaje y otros de plástico virgen.

- Cubetas de 19 litros de plástico virgen con tapa con vertedero
- Cubetas de 19 litros de plástico reciclado
- Cubetas de 10 litros de plástico virgen
- Cubetas 15 litros de plástico reciclado con tapa lisa
- Cubetas 4 litros de plástico reciclado con tapa lisa

### **2.3.4 Principales clientes**

Atendiendo a la dimensión y alcance de las operaciones de MATTS, tiene entre sus compradores, pequeñas y medianas empresas de ámbito nacional o regional. Por su ubicación, atiende a usuarios con instalaciones a escasos kilómetros de los municipios de Otumba, Tizayuca y Zumpango que en su mayoría se dedican al comercio y distribución de plásticos: PROLIMP S.A. de C.V., Plásticos Gómez.

O bien, clientes que del Estado de México que demandan grandes volúmenes y calidad rigurosa de materia prima como Aceites Gutiérrez S.A. de C.V. que a su vez atienden a Chevron y Mobil; y a Comex Planta Tepexpan.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Estudio de tiempos y movimientos de Taylor**

Bello et al. (2020) cita que un análisis de movimientos tiene como propósito eliminar o mejorar elementos innecesarios que podrían afectar en la productividad, seguridad y calidad de producción; además, un estudio de tiempos determina el tiempo requerido para terminar una actividad, proceso, tarea o paso específico. Estas investigaciones nacieron en el siglo XVIII, cuando se analizó la producción de alfileres en Francia, descubriendo que una libra de alfileres debía demorar 76,892 horas, Perronet llevó a cabo su análisis y contribuyó a la industria (Muñoz, 2021).

Estos análisis se fortalecieron en las ideas de Frederick Taylor a finales del siglo XIX, quien afirmaba que el éxito de la productividad requería un cambio en el pensamiento del obrero y el patrón, ambas partes deben actuar en conjunto para aumentar la producción y las utilidades (Almanza et al., 2018). De esta manera, Taylor utilizó un sistema de administración que no partía de métodos laborales tradicionales; en cambio, analizó y midió el tiempo de los movimientos de los trabajadores, posteriormente separó los trabajos en sus componentes y diseñó métodos para agilizar cada componente (Almanza et al., 2018).; así dejó clara la cantidad de trabajo que debería realizar cada obrero.

Frederick Taylor recomendó entregar las instrucciones de las tareas a cada trabajador, mismas que eran planeadas horas antes por la gerencia con la finalidad de acrecentar su productividad; estas ideas las plasmó en su trabajo titulado “Shop Management” y más tarde en su libro “Principles of the Scientific Management” estableciendo los principios de la administración científica: organización del trabajo, selección científica y capacitación, cooperación y división del trabajo (Ruiz y Vergara, 2018).

Como consecuencia, las empresas emplearon sus métodos para reducir tiempos, tomando al trabajador como una máquina más, fue hasta años más tarde que Frank y Lilian Gilberth identificaron que los movimientos corporales de cada trabajador también eran esenciales; entre ellos destacaron 18 movimientos básicos conocidos como “therbligs”, a los cuales categorizaron como eficientes e ineficientes (Ruiz y Vergara, 2018).

Así, la industria se percató de que los movimientos corporales influyen en la productividad y debe instaurarse una técnica de establecer tiempos estándares permisibles para realizar una tarea, considerando demoras personales, fatigas y retrasos inevitables; dando como resultado un estudio de movimiento que incluya el diseño del lugar del trabajo, ambiente en el cual se desarrolla, herramientas y equipo utilizado (Bello et al., 2020).

De acuerdo a Rico et al. (2005), se disponen de técnicas para el estudio de tiempos y movimientos tales como 1) registros pasados, 2) estimaciones de tiempo ejecutadas, 3) tiempos determinados, 4) análisis de película y 5) estudio con cronómetro, siendo esta la más usada; sin embargo, la tecnología ha permitido aplicar otras herramientas de punta facilitando la labor del analista.

### **3.2 Lean Manufacturing**

Rojas y Gisbert (2017) definen el Lean Manufacturing (LM) como:

Una filosofía de trabajo, articulada bajo el enfoque de la mejora continua y optimización de la cadena de producción o de servicio, que procura cumplir la disminución del desperdicio de todo tipo, ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transportes, retrabajos por parte de equipos y personas. La filosofía no es estática o radical, sino que su novedad consiste en combinar elementos, técnicas, aplicaciones y mejoras surgidas en la elaboración del trabajo (p.118).

Los autores Rajadell y Sánchez (2010) hacen énfasis en la relevancia del LM para el estudio y mejora de la dirección de operaciones:

- Porque constituyen una pieza primordial en cualquier organización y se desarrolla a la par con el resto de las funciones.
- Existe un interés en conocer cómo se producen los bienes y servicios, así como las funciones que realicen los directivos de operación.
- La producción es la actividad que genera más costes; gran parte de los ingresos se destinan a estas funciones y analizarlas proporcionará una coyuntura para mejorar la rentabilidad y su servicio (p.XI).

### 3.2.1 Contexto del LM

Los antecedentes del LM vienen de la producción en masa por el padre de las cadenas de producción modernas, Henry Ford.

La International Labour Organization et al. (2017), declara que Ford aplicó los principios de Taylor para la fabricación de su modelo T; alineó los pasos de la fabricación en secuencia de un proceso siempre que fue posible, utilizando máquinas especiales y medidores para fabricar y ensamblar componentes de los vehículos en pocos minutos, logrando insertar las piezas directamente en la línea de producción. Sin embargo, los problemas con la producción de Ford eran largos tiempos de entrega, debilidad en la respuesta al cliente, aumento de inventarios y de las actividades sin valor añadido (International Labour Organization et al., 2017).

Ya en época de la posguerra, algunas naciones como Japón y Alemania sufrían agresiones económicas y trataban de adaptarse al mundo competente resguardado por Estados Unidos; por esta razón en los años 1980, Toyota Motor Corporation desarrollaba un sistema productivo que le diera la facultad de lograr eficiencia y competitividad, lo cual se consolidó en toda la planta con la llegada del vicepresidente Taiichi Ohno (Sarria et al., 2017).

Antes de que el nombre de Taiichi Ohno se popularizara en Japón, estaba Sakichi Toyoda, famoso por patentar el telar mecánico mientras trabajaba en una empresa de tejidos, este telar frenaba la producción cuando se producía un fallo en el hilo, de modo que tenía un autocontrol de calidad (Nieto, 2019).

Fue después que su hijo Kiichiro Toyoda impulsó la comercialización de los telares de su padre, pero durante una visita a Nueva York decidió cambiar el giro del negocio para entrar a la industria automotriz fundando Toyota, y se propuso alcanzar la producción de la industria americana en tres años, por tal razón se dedicó a conocer sobre Estados Unidos y sus costumbres; en este aprendizaje logró establecer los principios del Just In Time (Pocorey y Ayabe, 2017).

Ohno y Toyoda tenían el mismo objetivo, lograr vencer los problemas que podían apreciarse de la producción del fordismo y taylorismo, con la crisis del petróleo en 1973 se

pudieron visualizar sus logros, mientras muchas empresas incurrían en pérdidas, la compañía no parecía afectarle; el gobierno japonés promovió el uso e implementación del modelo de Toyota a otras compañías, así, Japón impuso su ventaja competitiva en el mundo (Ibarra-Balderas y Ballesteros-Medina, 2017).

Su modelo se popularizó y se cree que tocó tierras americanas cuando se publicó el libro “La máquina que cambió el mundo” por Womack, Jones y Roos en 1992, ahí se lee por primera vez el término LM o producción ajustada, lo que a su perspectiva utiliza menos de todo en comparación con la producción en masa: la mitad de trabajo por hombre, mitad de tiempo, mitad de herramientas, mitad de espacio, menos de la mitad de existencias y produce con pocos errores (Fernández, 1993).

El objetivo del LM es desarrollar una cultura de satisfacer las demandas del cliente a través de una organización eficiente, así mejorar la velocidad de respuesta por medio de eliminación de costes, tiempos y desperdicios. Siendo sus principios básicos valor, cadena de valor, flujo, sistema “Pull” y mejora continua (Asturias Corporación Universitaria, 2017).

### **3.2.1 Desperdicios de la manufactura (o muda)**

Como lo menciona Galarza et al. (2020) existen diferentes tipos de actividades en la filosofía Lean:

“Las primeras son las actividades que agregan valor como la transformación de materiales o información que dan como resultado un producto que satisface las necesidades del cliente. En segundo lugar, están las actividades que no agregan valor, pero son actividades necesarias para la producción (...) no se pueden eliminar. Por último, el desperdicio (...) gastos innecesarios, cuando se invierte en algo que no se requiere o se gasta más” (p. 38).

A los desperdicios también se les puede llamar mudas y “representan todo aquello que no es la cantidad mínima de equipos, piezas, tiempos, hasta de trabajadores que son esenciales para añadir valor al producto o servicio “(Pérez et al., 2011, p. 398).

Taiichi Ohno identificó siete formas de muda en la confección de un servicio o producto: sobreproducción, inventarios, sobreprocesos, tiempos de esperas, defectos, transportes y movimientos extra (Ibarra-Balderas y Ballesteros-Medina, 2017), cuyas causas se detallan en la Tabla 1.

Si los defectos son aquello que no tiene razón de existir, esto se puede completar con los aportes de Porter en cuanto a la definición de valor agregado, que son todas aquellas actividades que el cliente atribuye a un producto o servicio que recibe; de esta manera el desperdicio será todo aquello que no aporta valor al cliente y, por lo tanto, es innecesario para el desarrollo o transformación de producto o servicio (López, 2020).

**Tabla 1****Causas de los desperdicios**

<b>1 Tiempos De Espera</b>	<b>2 Transporte y Movimientos Innesarios</b>	<b>3 Sobreprocesos</b>
1.1 Métodos de trabajo poco consistentes	2.1 Deficiencias en la distribución en planta del proceso industrial.	3.1 Cambios de ingeniería sin cambios de proceso
1.2 Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos	2.2 Gran tamaño de los lotes	3.2 Toma de decisiones a niveles inapropiados
1.3 Desequilibrios de capacidad	2.3 Programas no uniformes.	3.3 Procedimientos y políticas no efectivos
1.4 Producción en grandes lotes	2.4 Tiempos de cambio o de preparación demasiado largos.	3.4 Falta de información de los clientes con respecto a los requerimientos
1.5 Pobre coordinación entre operarios y/o y máquinas	2.5 Falta de organización en el puesto de trabajo.	
1.6 Tiempos de preparación de máquina o cambios de utillajes complejos	2.6 Excesivo stock intermedio	
1.7 Falta de maquinaria apropiada.	2.7 Pobre eficiencia de operarios y máquinas	
1.8 Operaciones “caravana”: falta personal y los operarios procesan lotes en más de un puesto de trabajo.		
1.9 Operaciones retrasadas por omisión de materiales o pieza		

**Tabla 1****Causas de los desperdicios (Continuación)**

<b>4 Exceso De Inventario</b>	<b>5 Defectos</b>	<b>6 Sobreproducción</b>
4.1 Procesos con poca capacidad	5.1 Disposición de maquinaria inadecuada o ineficiente	6.1 Procesos no capaces
4.2 Cuellos de botella no identificados o incontrolados	5.2 Proveedores o procesos no capaces	6.2 Pobre aplicación de la automatización
4.3 Proveedores no capaces	5.3 Errores de los operarios	6.3 Tiempos de cambio y de preparación demasiado largos
4.4 Tiempos de cambio de máquina o de preparación de trabajos excesivamente largos	5.4 Entrenamiento y/o experiencia del operario inadecuada	6.4 Respuesta a previsiones, no a las demandas
4.5 Previsiones de ventas erróneas	5.5 Herramientas o utillajes inadecuados	6.5 Falta de comunicación
4.6 Decisiones de la dirección general de la empresa	5.6 Proceso productivo deficiente	6.6 Procesos poco fiables
4.7 Retrabajo (volver a procesar algo por segunda vez) por defectos de calidad de productos		
4.8 Problemas e ineficiencias ocultas		

*Nota.* Adaptado de *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad* (p.22-30), por M. Rajadell y J. Sánchez, 2010.

### 3.3 Herramientas del Lean Manufacturing

El sistema Lean se conforma de varias herramientas y cada una puede abarcar diferentes objetivos, Hernández y Vizán (2013) reconocen al menos 32 y tan solo por nombrar algunas:

- Las 5 S,
- Control Total de Calidad,
- Círculos de Control de Calidad,
- Sistemas de sugerencias, SMED,
- Mantenimiento Productivo Total,
- Kanban,
- Nivelación y equilibrado,
- Just in Time,
- Cero Defectos,
- Autonomación (Jidoka),
- Prevención y Eliminación de Desperdicios,
- Control Estadístico de Procesos,
- Benchmarking,
- Análisis e ingeniería de valor,
- TOC (Teoría de las restricciones),
- Coste Basado en Actividades,
- Seis Sigma
- Cuadro de Mando Integral,
- Presupuesto Base Cero,
- Ciclo de Deming y
- Función de Pérdida de Taguchi

El uso de las herramientas Lean en ciertas ocasiones se consideran una solución simple, eficiente y de bajo costo para lograr productividad y rentabilidad, siempre centrándose en erradicar los desperdicios (Ferreira et al., 2019).

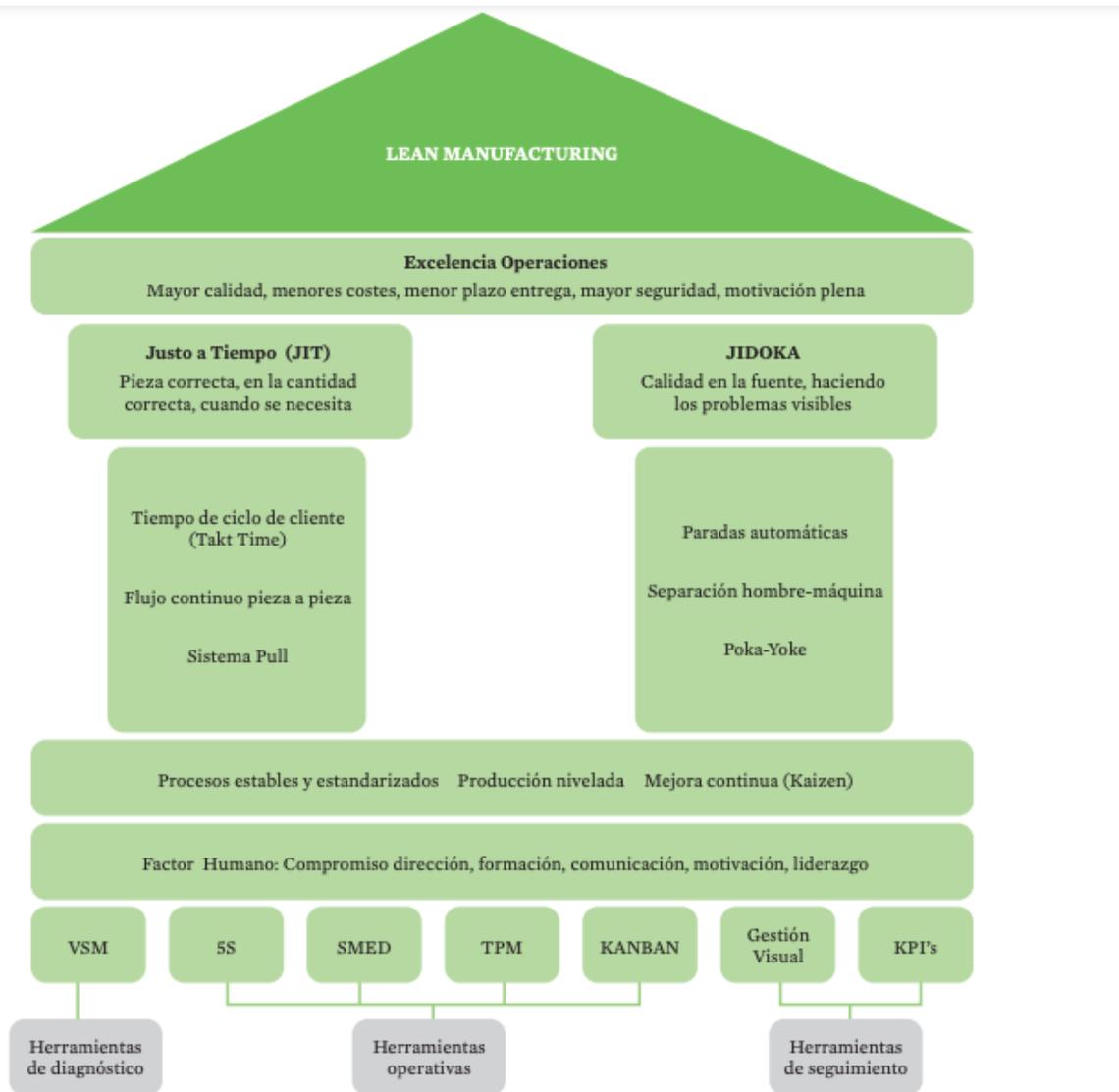
“De forma tradicional se ha recurrido al esquema de la casa del Sistema de Producción Toyota para visualizar rápidamente la filosofía que encierra en Lean y las Técnicas para su aplicación” (Hernández y Vizán., 2013, p. 17).

En la Figura 8 se representa las facetas del sistema, siendo el Value Stream Mapping (VSM) un cimiento para su desarrollo. Básicamente, los asentamientos de la construcción se conforman por herramientas de diagnóstico, operativas y de seguimiento. Los pilares son el Just in Time y Jidoka, que a su vez sostienen a la excelencia operativa y en caso de que se cumpla en calidad, reducción de costes, plazo de entrega, seguridad y motivación, se puede alcanzar el LM.

Acerca de los pilares, Rajadell y Sánchez (2010) mencionan que engloban la “filosofía de la mejora continua, el control de calidad, eliminación de despilfarro, aprovechamiento de todo el potencial de la cadena de valor y participación de los operarios” (p.1).

**Figura 8**

**Casa Toyota, representación de la filosofía Lean**



*Nota.* Adaptado de *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación* (p.18), por J. C. Hernández y A. Vizán, 2013, Fundación EOI.

### **3.3.1 Herramientas operativa 5S**

Es una herramienta básica desarrollada por Karou Ishikawa y se rige por cinco etapas para organizar, mantener un espacio limpio y de esta manera lograr productividad y estandarización de las tareas, por consiguiente, alcanzar la calidad como la que exige ISO 9001 (Proença et al., 2022; Arévalo et al., 2018).

La metodología 5S pretende facilitar el trabajo a las personas y hacerlo ameno; propone cambios de percepciones y valores, a través del uso eficiente del espacio físico, reducción de fallas en el trabajo operativo, autogestión y colaboración desde cada puesto de trabajo y cada empleado debe implementar o recomendar mejoras en lo que hace, así se propicia al empoderamiento en sus funciones y resultados eficientes (Arévalo et al., 2018).

Las 5's derivan del japonés SEIRI, eliminar lo innecesario; SEITON, ordenar cada cosa en su sitio; SEISO, limpiar e inspeccionar; SEIKETSU, estandarizar, y SHITSUKE, comprometerse. Mismos pasos que llevan a una disciplina o mantenimiento de las condiciones laborales, permiten contribuir a la seguridad de los trabajadores, clima laboral, motivación, competitividad de la empresa en el mercado y productividad. (Carrillo et al., 2019).

Esta herramienta se considera extensamente compatible con otras herramientas de mejora continua: VSM y Just In Time (Muhammad et al. 2020). Al mismo tiempo, tiene la ventaja de incluir el enfoque participativo de bajo costo y tecnológicamente poco exigente que los empleados pueden implementar, independientemente de su conocimiento técnico (Kanamori et al., 2016).

### **3.3.2 Herramienta operativa TPM**

Como lo describen Castillo-Flores et al. (2018), se refiere al Mantenimiento Productivo Total (TPM) y esta estrategia se compone de una serie de actividades que permiten mejoras de competitividad, orientado a lograr cero incidentes, cero defectos y cero pérdidas. Los ocho pilares de esta herramienta son: mejorar equipos y procesos; mantenimiento autónomo; mantenimiento planificado; relaciones personales que mejoran la capacitación, habilidades y gestión del personal de mantenimiento y operadores; asistencia de personas de mantenimiento en el empleo de nuevo equipo; gestión de calidad del proceso y eficiencia del programa de mantenimiento.

Lo relevante del TPM es aumentar la eficiencia de todos los equipos que intervienen en el productivo de la empresa para garantizar su correcto funcionamiento, evitando la pérdida de tiempo por una falla en estos y que por ende, conlleve al incumplimiento de entrega, sanciones y mayores costos a la empresa. Los programas de mantenimiento no solo son del personal que se ocupa de ello, también es obligación de los operarios dar pequeñas reparaciones y condiciones como lubricación, limpieza, ajuste de niveles o tornillos; el punto es que el trabajador se implique más en el cuidado de la máquina (Carrillo et al., 2019).

### **3.3.3 Herramienta de seguimiento KPI'S**

La medición del desempeño es fundamental para todas las empresas, dado que el resultado impacta en la ejecución de procesos y comportamiento de quienes la conforman. Los indicadores Key Performance Indicators (KPI'S) permiten obtener datos cuantitativos y cualitativos para potencializar habilidades y competencias tales como mejora continua, innovación y desarrollo. Mismos que deben alinearse con los valores, misión y visión, estrategias corporativas y factores de competitividad de la organización (Avella, 2019).

La gama de KPI's es amplia y dependen del tipo de empresa o sector en el que se desempeña; se pueden evaluar por ventas, redes sociales, retail, logística, producción, financieros, marketing, entre otros (Asociación para el Progreso de la Dirección, 2020).

### **3.4 Herramienta de diagnóstico VSM**

El término de Value Stream Mapping fue visto por primera vez en el libro “La máquina que cambió el mundo” en 1990, pero se volvió popular seis años después debido a la capacidad de recopilar, analizar y representar la información en un corto periodo de tiempo (Martin y Osterling, 2013, p.2; Manjunath et al., 2014).

Como lo describen Meneses et al. (2019), es un diagrama de flujo especializado, en el que se simbolizan los pasos de un proceso por medio de flechas mostrando el orden en el que ocurren; cada paso se califica de acuerdo al grado de valor que el cliente otorga a un producto o servicio, es una herramienta visual y se enfoca en el punto de proceso en el que se pueden obtener los

resultados; con este instrumento se tiene la capacidad de mapear no solo el flujo de material, sino también los flujos de información que señalan y controlan la producción.

Quishpe y Arroyo (2021) indican que el VSM se usa para hacer diagnóstico de problemas asociados a producción o reconocer el valor de cada proceso involucrado, de esta manera se puede diferenciar del desperdicio o bien ser empleado para planear optimizaciones. Otra característica de la herramienta es su versatilidad, por la cual es aplicada a muchas áreas donde se necesita agregar valor, especialmente en la industria manufacturera (Salwin et al., 2021).

Martin y Osterling (2013) señalan que los mapas de flujo de valor ofrecen una visión holística de cómo fluye el trabajo a través del sistema completo y se diferencian de los mapas de procesos convencionales en varios aspectos: primero, el VSM tiene una perspectiva macro y proporciona los medios para que el liderazgo defina las estrategias del flujo de trabajo, mientras un mapeo a nivel proceso solo diseña tácticas a los trabajadores; segundo, visualiza el cumplimiento de trabajo desde la solicitud del cliente hasta el cumplimiento; tercero, el lado cuantitativo del flujo de valor proporciona una base sólida para las decisiones estratégicas basadas en datos y cuarto, un VSM obliga a la organización a pensar de manera integral en términos de sistemas de trabajos multifuncionales y familias de productos.

La herramienta VSM ha demostrado ser acertada para generar y señalar propuestas a la solución de los desperdicios, de hecho, puede ser adaptado en cualquier tipo de negocio o proceso, algunas veces respaldado por otras herramientas cualitativas o cuantitativas del Lean Manufacturing para garantizar que las decisiones que se tomen tengan una base de datos objetivos (Domínguez, 2019).

Mohd y Mojib (2015) destaca que para implementar el pensamiento LM en una empresa se debe 1) definir valor desde la perspectiva del cliente, 2) determinar los flujos de valor, 3) lograr el flujo, 4) programar producción utilizando el método Pull, y 5) buscar la perfección a través de la mejora continua; y al menos las tres primeras premisas son incluidas en el VSM.

A pesar de ser identificada como la primera herramienta en el camino hacia el LM, el VSM puede generar dudas sobre su precisión; primeramente, porque algunas empresas le consideran contraproducente cuando el personal a cargo no lo ejecuta bien, ganándose mala reputación entre el resto de las herramientas Lean (Bicheno y Howlweg, 2016).

Andreadis et al. (2017) señala que la mejor herramienta para iniciar en la filosofía LM es 5s por sus capacidades de descripción y claridad que permiten regular las actividades, el espacio y estandarizar los procedimientos de la empresa. Sin embargo, otros animan que se puede llevar de la mano con las 5S, ya que esta permite profundizar en la relación de los equipos, haciendo primero a las personas con su propio trabajo y enseñar a los directivos a encaminarlos (Ballé y Ballé, 2005) hacia la mejora continua.

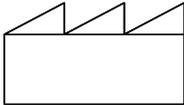
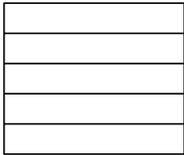
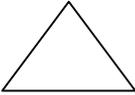
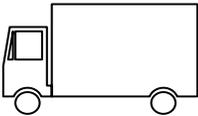
#### **3.4.1 Simbología y términos**

Para elaborar un VSM de algún proceso productivo es necesario desarrollar los pasos descritos por Manjunath et al. (2014): 1) Identificar el producto, 2) Crear un VSM actual, 3) Evaluar el VSM actual, 4) Crear el estado futuro, 5) Implementar el plan final, este último punto puede limitarse al diseño de acciones de mejora.

Especialmente en los pasos 2, 3 y 4 se tienen varios símbolos y terminologías que son necesarias de abordar, mismas que se ilustran en la Tabla 2.

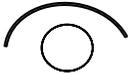
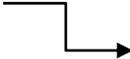
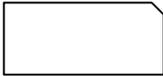
**Tabla 2**

**Simbología utilizada para la elaboración de VSM**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>	<b>Explicación</b>
	Cliente o proveedor	Representa a los clientes en el sector superior derecho y el izquierdo a los proveedores.
	Operación del proceso	Nombre de la actividad fija de un proceso.
	Casillero de datos	Datos como duración del ciclo, cambios realizados, tiempo de paradas.
	Inventarios	Inventario entre dos procesos. Cantidad y tiempo de espera.
	Flecha de empuje (push)	Traslado de los materiales entre procesos. Es el material que se adelantó antes, al siguiente proceso.
	Transporte	Transporte por el cual llega y se va el material de la planta.

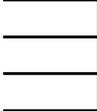
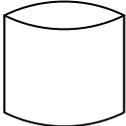
**Tabla 2**

**Simbología utilizada para la elaboración de VSM (Continuación)**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>	<b>Explicación</b>
	Información transmitida de forma manual	Muestra el flujo de información escrita o por conversaciones.
	Operador	Número de operadores requeridos para la tarea.
	Línea de tiempo	Muestra la duración de ciclos y tiempos de espera.
	Información electrónica	Información transmitida de manera electrónica.
	Tarjeta Kanban	Señalización que otorga instrucciones para producir/pedir o retirar/transportar artículos dentro del proceso.
	Enfoque de mejora continua (Kaizen)	Destacan las áreas donde se necesitan mejoras con el fin de lograr el estado de flujo futuro.
	Retirada	Eliminación física del inventario

**Tabla 2**

**Simbología utilizada para la elaboración de VSM (Continuación)**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>	<b>Explicación</b>
	Supermercado	Stock que responde a la demanda inmediata, demanda que el proveedor de la tarea anterior realice acciones para reponer los artículos tomados.
	First in - first out	Limita la entrada y capacidad máxima del inventario, indica las primeras entradas y primeras salidas de almacén.
	Requerimientos de Materiales (MRP)	Alimentación al sistema de planificación de inventarios
	Celda de trabajo	Disposición articulada y consolidada de recursos de fabricación para mejorar calidad, velocidad y costos.
	Observación	Verificación visual del inventario

*Nota.* La simbología que se utiliza en cada VSM puede variar; sin embargo, se representan los más comunes y los que se utilizan en este estudio de caso.

La simbología del VSM se divide en dos secciones:

- a) Flujo de información o comunicación: esta debe ser clara y adecuada para que todos los trabajadores puedan entender, proveedores, clientes y la misma dirección.
- b) Flujo de materiales: se deben identificar los puntos de inicio y fin del producto, esta representa el tiempo necesario para que el producto pase por el proceso de producción. La línea superior indicará el tiempo de espera y el inferior el total el ciclo (Manjunath et al., 2014).

### 3.4.2 Identificación de familia de productos

Autores (García y Gandía, 2019; Martin y Osterling, 2013) concuerdan que es necesario focalizar el VSM a una familia de productos que compartan pasos similares, equipos comunes y misma carga de trabajo; además, recomiendan la elaboración de una sencilla herramienta como la Figura 9 para identificar dichas familias.

**Figura 9**

#### Agrupación de productos dentro de una empresa

		FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	
	F	X	X	X	X			X	X
	G	X	X	X	X				X

}

Familia de productos A

}

Familia de productos B

}

Familia de productos C

*Nota.* Adaptado de “Cómo Aplicar Value Stream Mapping (VSM)” (p.72), por M. García y A. Gandía, 2019, *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(2).

Como se puede apreciar en ella, en el eje transversal se enlistan los productos que elabora una empresa y en la parte superior se enumeran las fases del proceso productivo por las que se

involucra cada uno. Al identificar los productos que en su mayoría comparten las mismas fases, se procede a agruparlos por familias; en este ejemplo se identificaron tres.

### **3.4.3 Diagrama del estado actual**

Cuando comienza a dibujarse el estado actual del valor debe seguir un procedimiento para que se capturen los datos necesarios; Manjunath et al. (2014) y Rother y Shook (1999) sugieren:

- 1.- Empezar a trazarlo desde el ícono del cliente seguido de los íconos del proveedor y control de producción.
- 2.- Introducir los requisitos del cliente basados en el mes o el día.
- 3.- Dibujar el ícono de envío de salida seguido del ícono de envío de entrada y la frecuencia de entrega del camión.
- 4.- Añadir los cuadros de proceso y datos de izquierda a derecha.
- 5.- Señalar las flechas de información.
- 6.- Recoger todos los datos y se añaden en las casillas de datos
- 7.- Se agregan los símbolos y números de los operadores.
- 8.- Añadir la cantidad de inventario que se lleva en cada proceso.
- 9.- Identificar y añadir si el proceso de producción es push o pull.
- 10.- Añadir el tiempo disponible, el ciclo y los tiempos de espera.
- 11.- Calcular el tiempo total de ciclo y el tiempo de espera.
- 12.- Calcular la ratio de velocidad.

De la misma manera, Manjunath et al. (2014) consideran al cliente como lo más importante, ya que, a función de la demanda, la empresa planificará la producción; las empresas deberían utilizar la demanda diaria para calcular el ritmo de producción del producto y es conocido como Takt Time ( $TT = \text{Tiempo neto disponible} / \text{demanda del cliente}$ ); el tiempo neto disponible significará tiempo total sin tomar en cuenta pausas, reuniones y tiempos muertos.

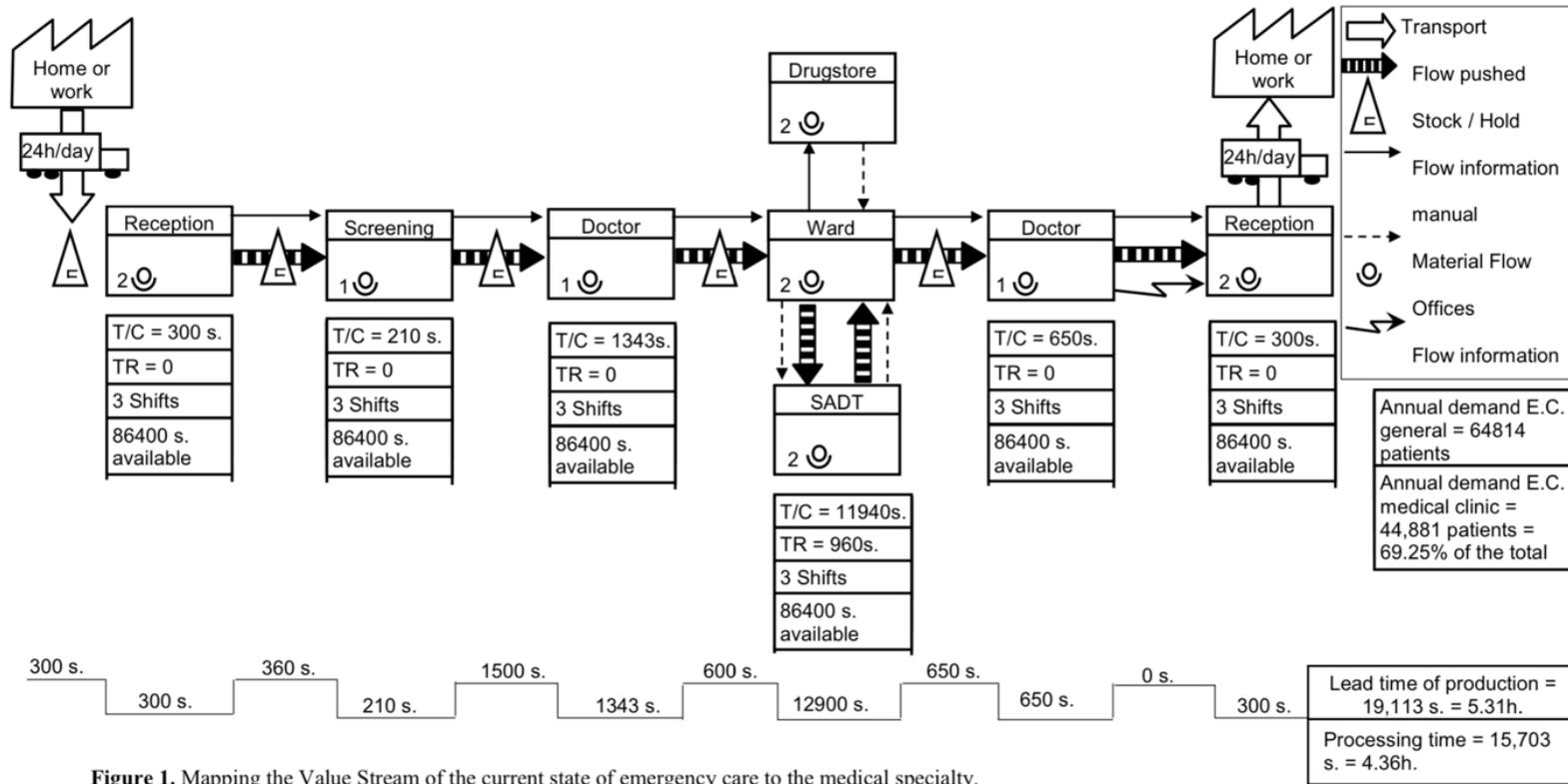
Debe considerarse que el Takt Time y el tiempo de ciclo (tiempo promedio entre la producción de dos unidades consecutivas) deben ser iguales o de lo contrario se producirán faltantes o sobreproducción (Camacaro-Peña et al., 2021).

Como ejemplo de un mapeo del estado actual se muestra la Figura 10, corresponde a un análisis VSM aplicado al área de emergencias en un hospital de Brasil, en la parte superior derecha se bosquejó el “proveedor” que en esta situación es el lugar donde se suscita el siniestro. Seguido se dispone de los pictogramas de transporte y flechas de empuje a través de las actividades que generan valor en el proceso de atención al paciente, en cada actividad se hace un cálculo y estimaciones de tiempo de ciclo, número de turnos, número de personas involucradas, y tiempo disponible, mismas que se plasman en el casillero de datos.

En la parte inferior se demuestra la línea de tiempo con los cálculos estimados de tiempos muertos 5.31 hrs y tiempo necesario para que el cliente pase por todos los procesos 4.36 hrs.

**Figura 10**

**Ejemplo de representación gráfica del proceso actual con VSM**



**Figure 1.** Mapping the Value Stream of the current state of emergency care to the medical specialty.

*Nota.* Adaptado de “Value stream mapping as lean healthcare’s tool to see wastes and improvement points: the case of the emergency care of a university hospital” (p.10), por W. Cardoso, 2019, *Journal of Innovation and Healthcare Management*, 2.

#### **3.4.4 Diagrama del estado futuro**

Después de dibujar el mapa del estado actual, es el momento de que se evalúen y enumeren todas las acciones de mejora necesarias para dibujar el estado futuro (Manjunath et al., 2014). En este mapa se plasman los pictogramas de Kanban de producción y estallido Kaizen para marcar notas y puntos de mejora.

La Figura 11 muestra el mapeo futuro del hospital brasileño con sus respectivas adecuaciones posibles, como el cambio de información en el expediente clínico de forma manual a electrónica, capacitación en recepción, implementación de la Clasificación Mánchester, compartir con el personal médico la importancia de la rapidez y calidad del servicio.

Además, se visualizó que el área de SADT (Servicio de Apoyo Diagnóstico Terapéutico) es una actividad que genera cuellos de botella y que puede mejorar empleando la metodología Kaizen.

Figura 11

Ejemplo de representación gráfica del proceso futuro con VSM

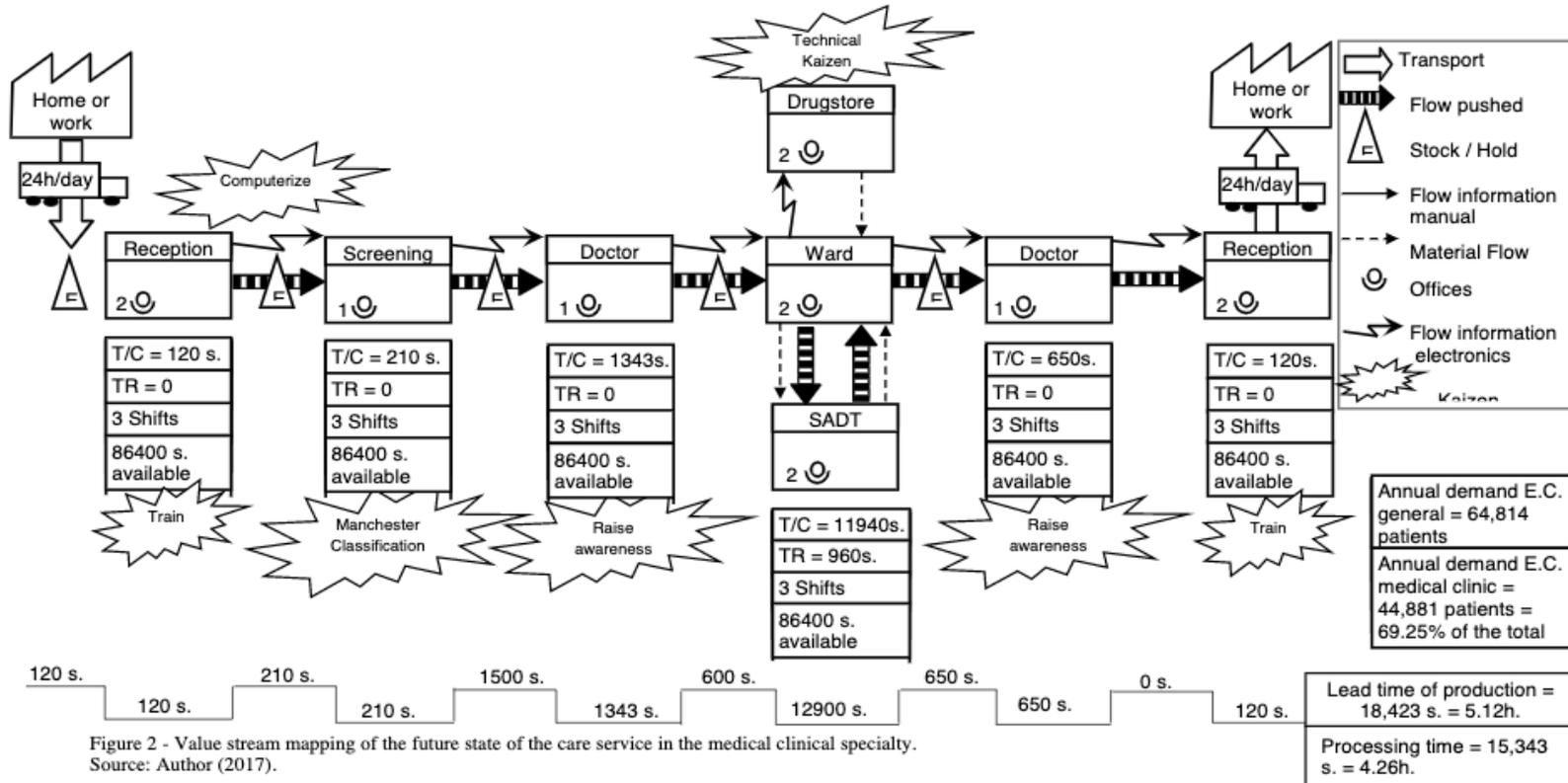


Figure 2 - Value stream mapping of the future state of the care service in the medical clinical specialty.  
 Source: Author (2017).

Nota. Adaptado de “Value stream mapping as lean healthcare’s tool to see wastes and improvement points: the case of the emergency care of a university hospital” (p.10), por W. Cardoso, 2019, *Journal of Innovation and Healthcare Management*, 2.

### **3.6 Estudios realizados**

A través de la revisión de literatura se encontraron casos de estudio que aplicaron esta herramienta Lean para detectar problemas de productividad, en su mayoría enfocados a detectar desperdicios de materia prima y tiempo; a continuación, se hace mención de algunos de ellos.

#### **3.5.1 Internacionales**

Camacaro-Peña et al. (2021) estudiaron los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña ubicada en Colombia, considerando que los procesos dentro de su operación presentaban problemas de retraso debido a la ineficiencia en el transporte interno, fallas de tiempo de entrega de la fruta, pedidos incompletos por fallas de tiempo, entre otros.

Mediante el enfoque cualitativo y de alcance diagnóstico, hicieron uso del VSM para identificar las actividades sin valor, encontrando los problemas asociados al exceso de manipulación de la fruta, falta de capacitación de los operarios y la ausencia de un programa de mantenimiento productivo y correctivo en la maquinaria.

Cabe resaltar que el método de recolección de datos se basó en la metodología VSM desarrollada en el libro de Nash y Poling (2008) que consta de cinco pasos: 1) dibujo del estado actual del proceso, identificando las actividades involucradas y un estudio de tiempo; 2) la medición de indicadores; 3) identificación de problemas; 4) selección de técnicas apropiadas y 5) dibujo del estado futuro.

Para el dibujo del mapa futuro utilizaron una tabla comparativa donde se indicó el problema identificado, los desperdicios que existen dentro de este y la técnica Lean a aplicar para solucionarlo (5's, Standard Work, jidoka y TPM); en este último paso se decidió simular el proceso por medio del Software Flexsim con efecto de validar la efectividad de las mejoras propuestas donde se logró un 25% de crecimiento de producción. Además, se concluyó que el VSM puede aplicarse en cualquier entorno de producción, incluso en los procesos hospitalarios que son rigurosos y tienen sus propias reglas.

Kazancoglu et al. (2021) estudiaron el método productivo en una de las empresas cárnicas más grandes de Turquía que se enfoca particularmente en productos de carne de pavo; con el objetivo de eliminar los desechos de manera sostenible. La empresa presentaba muchas limitaciones relacionadas con la capacidad de carga, bienestar del animal, turnos productivos, además de que no existían controles de primeras-entradas-primeras-salidas, que en conjunto y como resultado aumentaban los tiempos de espera.

Siguiendo los pasos delimitados por Rother y Shook (1998) se llevó a cabo la representación del VSM actual, dejando claro que los sistemas de almacenamiento son un punto débil en la empresa. Añadiendo que deben considerarse mejoras en el equipo de manejo para eliminar las lesiones que ocurren durante la captura de animales, y que los procesos de transporte adecuados conducen a mejoras en la capacidad actual, reduce los inconvenientes de la carga y descarga.

Quishpe y Arroyo (2021) examinaron el proceso productivo de una empresa ecuatoriana dedicada a la producción de envases de cartón mediante la investigación cualitativa y descriptiva-explicativa, en la que se detectaron fallas que afectaban la productividad. Los datos se obtuvieron desde la fuente principal del proceso de producción a través de la observación directa y posteriormente analizados con un Value Stream Mapping como herramienta diagnóstica. Para desarrollar la técnica VSM, se tomaron las fases propuestas por García y Gandia (2019): Selección de un área crítica productiva, preparación del mapa del estado actual, análisis del mapa del estado actual, mapa del estado futuro.

Una vez desarrollado el mapeo actual del valor, se identificaron los cuellos de botella en el área de etiquetado y empaque que incrementan los tiempos de espera; además de que parte de la maquinaria había quedado obsoleta y los mantenimientos resultaron costosos y tardíos. Las cinco soluciones propuestas abarcaron mantenimiento y adquisición de maquinaria, capacitación de trabajadores para ciertas áreas, supervisión a empleados y cambio de la distribución en planta para acortar recorridos.

Paredes-Rodríguez (2017) analizó los procesos de recepción, unificación, almacenamiento y alistamiento de papel corrugado en una empacadora de vidrio; los problemas que se suscitaban eran constantes paradas en la producción por falta de corrugado y a su vez representaban un bajo nivel de servicio al cliente final, esto a razón de la inexactitud entre el inventario físico y el virtual que generaban reprocesos. Primeramente, tomaron una muestra representativa de cartonería, definieron las tareas del proceso y mediante el método estadístico calcularon el número de observaciones necesarias de cada tarea. Como segundo paso, desarrollaron la técnica VSM, tomando como referentes los pasos de Barcia y De Loor (2007) y las pautas de Nash y Poling (2008).

Con este estudio se logró establecer un plan de acción que se llevó a ejecución y que en corto tiempo ya había generado ahorros considerables a la compañía. Para la implementación de las mejoras el VSM se acompañó del sistema 5's; con esta herramienta se logró tener una bodega limpia y ordenada, controlar el inventario a través de colores y estibas y lograr un efecto positivo en los encargados del área.

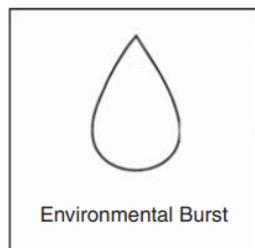
Muñoz-Villamizar et al. (2019), publicaron un artículo donde se examinó una empresa de automoción en España con el propósito de fusionar los conceptos de valor agregado y desempeño ambiental en el contexto de la empresa mediante un mapeo del flujo de valor.

Mediante un estudio de caso, los autores llevaron a cabo su investigación en cinco pasos: en primera instancia, identificación de la familia de productos para el diagrama VSM actual; el segundo paso fue la identificación de los puntos que generan desperdicios “tradicionales” (mudas) y desperdicios de energía; tercero, se realizó el dibujo del mapa futuro señalando las implementaciones Lean para acabar con los desperdicios encontrados; cuarto, un análisis del impacto ambiental de las implementaciones Lean sugeridas y quinto, se definieron las alternativas para mantener en balance la productividad y el desempeño ambiental.

La simbología de este VSM fue la de Braglia et al. (2006) y Rother and Shook (1998), pero los autores propusieron el ícono de la Figura 12 denominado “environmental burst” para marcar los puntos de rendimiento y mejora ambiental.

## Figura 12

### Icono propuesto para indicar residuos medioambientales



*Nota.* Adaptado de “Green value stream mapping approach to improving productivity and environmental performance” (p. 618), por Muñoz-Villamizar et al. (2019), *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(3).

Entre los hallazgos relevantes fueron el diseño de una célula de trabajo que combine la pintura y el pulido, eliminando así el transporte y mejorando la productividad; recalculando el tamaño del lote para el carrusel de pintura; de esta forma, se consigue una mejora significativa en la flexibilidad de la fábrica, al tiempo que se define un tamaño de lote capaz de optimizar el consumo de energía.

### 3.5.2 Nacionales

Los estudios sobre la herramienta VSM en la república son escasos, sin embargo, a continuación, se muestran algunos de los estudios de caso donde se aplicó recientemente; destacando que la región de Tamascalapa y alrededores no hay indicio alguno de estudio similar o propiamente dentro de una fábrica de plástico, haciendo más enriquecedora la aportación de este proyecto.

Pérez-Pucheta et al. (2019), implementaron las herramientas VSM y un informe A3 con la finalidad de reducir el tiempo de entrega de repuestos en la industria automotriz en la Ciudad de México. En un primer momento, se aplicó el VSM para mapear el estado actual del proceso, enfocando la atención en la recopilación del tiempo para cada una de las tareas. La segunda etapa constó de entrevistas y reuniones para discutir los puntos de mejora encontrados y plasmarlos en el mapa de estado futuro.

Por último, con la elaboración del informe A3, se dio seguimiento a la implementación del proyecto, esperando que los tiempos de espera de 8.3 semanas se redujeran a 2.53 días para sus clientes nacionales, además de eliminar 12 tareas que no aportaban valor significativo al proceso.

Bello et al. (2020) en su trabajo, identificaron inconvenientes en la productividad por parte de los operadores de una empresa generadora de energías limpias en la región de Perote, Veracruz. Para conocer cuál es la causa que está provocando el problema de producción se utilizó el diagrama de Ishikawa de las 6M's para agrupar las causas en las categorías de mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente, para determinar la causa del problema y relacionarla con alguna de las 6M's.

Posteriormente, se aplicó un estudio de tiempos y movimientos mediante la técnica de cronómetro a vuelta cero para realizar una medición del trabajo de manera sistemática. Para la evaluación de la productividad se tomó como referencia los tiempos de operación, de inspección, transporte, esperas y almacén, empleando un Diagrama de flujo de procesos.

Estos resultados obtenidos permitirán la conformación de una propuesta de mejora, mismos que se reflejarán en el Mapa de Flujo de Valor Futuro construido mediante datos reales. En la fase de recopilación de datos que se obtuvo de los operarios que ejecutan el recorrido no cuentan con un control de recopilación de datos debido a que no cuentan con una ruta especificada ocasionando retrasos y por consecuencia hay ocasiones en las que no se recopila la información y se presentan los errores de paralaje.

Estrada-González et al. (2020), aplicó un estudio similar en una granja avícola semi-tecnificada de Jalisco, para disminuir el impacto ambiental derivado de las emisiones de los contaminantes y desperdicios de insumos. La primera herramienta utilizada fue el VSM, solo para evaluar el consumo energético, mortalidad de las aves, agua ocupada en la tarea y alimento, con fines de descubrir el nivel de desperdicio y aprovechamiento de estos insumos, especialmente en la etapa de cría del ave, equivalente a las tareas de producción, incluso permitió reconocer el total de consumo energético durante el ciclo, así como el costo en dólares del mismo.

El VSM en conjunto con el Análisis de Ciclo de Vida que permite conocer la responsabilidad de la fabricación con el medio ambiente; esta investigación permitió garantizar mejores prácticas de responsabilidad social y satisfacer las necesidades de eficiencia de insumos dentro de la granja.

En una PYME de manufactura Textil de Guaymas, Sonora; Olachea et al. (2019), procedió a identificar los residuos en el proceso de elaboración de uniformes, con la intención de identificar los cuellos de botella y las tareas donde se observa un mayor desperdicio de insumos o defectos; con la herramienta VSM se observó la secuencia que sigue el proceso de confección y se señalaron los desperdicios, así como indicar entre que tareas se hace necesario implementar mejoras de gestión Lean.

Los desperdicios más relevantes del proceso de confección fueron viajes innecesarios o lagos dentro de la planta, posiblemente por una mala planeación por parte de gerencia, rollos de materia prima obsoleta que ocupa espacio y ya no está en buenas condiciones, costuras extra, tiempos de espera generados por almacén y múltiples movimientos innecesarios.

Además, los autores identificaron un plazo de entrega de 4.4 días del procesamiento. Entre las mejoras que se sugirieron ser implementadas fueron: equilibrio en líneas para que los trabajadores mostraran eficiencia, además de reordenar los espacios para que los operadores no se vieran en la necesidad de moverse de su zona de trabajo.

Garza-Reyes et al. (2018), aplicaron el VSM a través de un estudio de caso basado en la investigación acción realizado en un proceso de laminación helicoidal de una de las empresas mineras del país. Este trabajo propone un enfoque basado en el ciclo de mejora Planificar-Hacer-Verificar-Actuar de Deming para la aplicación del mapa de flujo de valor medioambiental.

Los resultados de este estudio de caso indicaron que el ciclo de mejora es una alternativa eficaz para mejorar el rendimiento ecológico de las operaciones. A comparación del VSM tradicional, se llevó a cabo la recolección de otros indicadores relativos al consumo de energía y

agua, tasa de uso de los dispositivos en función, nivel de toxicidad de agua y grado de pureza, grado de reciclaje y biodegradación de los materiales utilizados y por último la cantidad y fuentes de emisiones totales.

#### **IV. DIAGNÓSTICO DEL ESTUDIO DE CASO: MATTS**

El enfoque de este estudio es cualitativo y se apoyó de dos técnicas. La primera, observación no participativa directa, para lograr los objetivos específicos de 1) identificar las operaciones que se llevan en cada una de las etapas del proceso productivo, que permita asociarlas con los tiempos y movimientos estandarizados para el personal y 2) conocer el flujo de materiales e inventario para cotejar su correspondencia con los indicadores establecidos. Para identificar la logística de producción y desperdicios seguirán los pasos propuestos por Rother y Shook (1999).

La segunda técnica fue la entrevista semiestructurada para respaldar y complementar con los resultados de la observación. Para esta parte, la muestra fue discrecional, con trabajadores del turno matutino apegándose a las funciones y puestos que desempeñan dentro de la línea de producción. Así mismo, una segunda muestra de casos valiosos, con el director y el gerente de operaciones, cuyas opiniones tienen peso en los resultados y satisfacción al cliente.

Se utilizó el paquete Atlas.ti<sup>9</sup> para el tratamiento de las entrevistas, con el fin de analizar las frases testimoniales por medio de codificación e ideas fuerza sobre las causas de cada desperdicio, aspectos referentes con los métodos de trabajo identificados en la observación, todo esto con el fin de desarrollar una propuesta que sirva a la parte directiva para futuras decisiones.

#### **4.1 Observación no participativa**

##### **4.1.1 Familia de productos**

La fábrica MATTS cuenta con máquinas de inyección, en las cuales se producen entre tapas y cubetas, 4 productos con pellets de alta densidad virgen y 6 productos a base de pellets de alta densidad de plástico reciclado; esta última materia prima en ocasiones es hecha por la misma empresa sometiendo los envases al molino con el fin de homogeneizar el material y alimentar la inyectora.

Para la realización del VSM actual, se debe seleccionar una familia de productos a evaluar; por lo cual se revisaron las órdenes de compra y los datos de producción, así como los contratos con clientes de los últimos dos años, encontrando que el embalaje con más venta son las cubetas de 19 L como la que se muestra en la Figura 13 a base de polietileno virgen de tapa con vertedero (C-19I-0.95 VRT), con una demanda mensual de 13,000 unidades, lo que representa un ingreso de \$1,690,000 MXN.

**Figura 13**

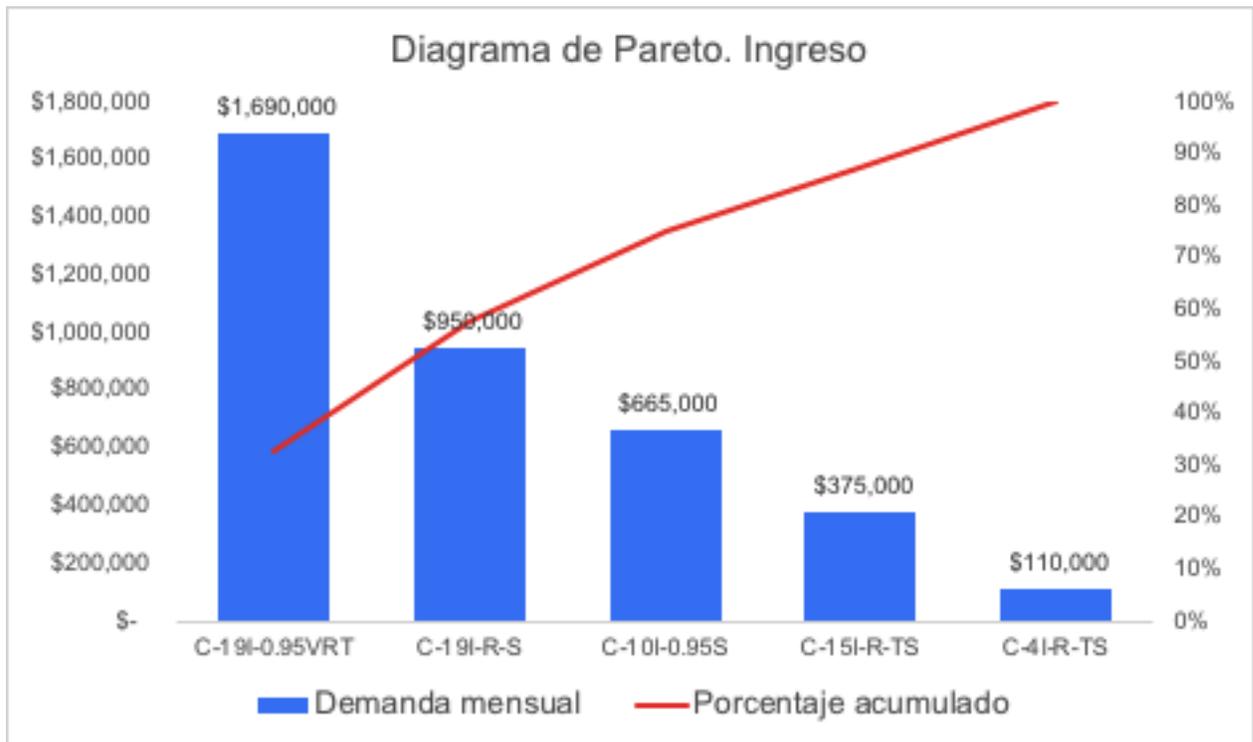
**Cubeta C-19I-0.95VRT negra**



Le siguen las cubetas de 19L de polietileno reciclado (C-19I-R-S) con demanda de 10,000; cubetas de 10L de polietileno virgen (C-10I-0.95 S) 7,000 unidades, cubetas de 15L de polietileno reciclado con tapa lisa (C-15I-R-TS) 5,000 unidades y cubetas de 4L de polietileno reciclado con tapa lisa (C-4I-R-TS) 5,000 unidades. Debido al ingreso que representa en sus estados financieros, se procedió a representar su ingreso en el siguiente diagrama de Pareto de la Figura 14.

**Figura 14**

**Diagrama de Pareto de ingresos mensuales en MATTS**



Sin embargo, y apegándose a la literatura de Rother y Shook (1999), se identificó en la Figura 15 una familia de productos que comparten los mismos pasos dentro del proceso de producción, para esto se tuvo que descomponer el producto en tapa y en cubeta para aquellos que lo necesitaban, mismo que se puede observar en la siguiente figura. Por lo tanto, el mayor número de ítems se reúnen en la familia A y comparten cinco pasos dentro del proceso de producción.

**Figura 15**

**Familias de productos**

Familia	PRODUCTOS / TAREAS	Mezclado y pesado de materia prima	Inyección	Limpieza e inspección de defectos	Ensamble boquilla	Inspección de boquilla	Ensamble asa plástica	Ensamble asa metálica	Embolsado	Embalaje
A	Cubetas de 19 litros de plástico virgen	X	X	X				X		X
	Cubetas de 19 litros de plástico reciclado	X	X	X				X		X
	Cubetas de 10 litros de plástico virgen	X	X	X				X		X
	Cubetas 15 litros de plástico reciclado	X	X	X				X		X
	Cubetas 4 litros de plástico reciclado	X	X	X			X			X
B	Tapa de 19 litros de plástico virgen con vertedero	X	X	X	X	X			X	
C	Tapa lisa de 15 litros de plástico reciclado	X	X	X	X				X	
	Tapa lisa de 4 litros de plástico reciclado	X	X	X	X				X	

**4.2 Flujo del proceso**

Continuando con la elaboración del VSM actual, se procedió a medir los tiempos en las actividades involucradas en el proceso de producción del ítem C-19l-0.95 VRT, que es la que mayor venta tuvo, a la vez que se permitió identificar las actividades de valor añadido, mediante la observación no participante.

Las actividades de valor añadido, según Galarza et al. (2020) se encuentran dentro de transformación de materiales o transferencia de información entre clientes externos-internos o internos-internos; de esta manera, en el diagrama de la Figura 16 son: Mezcla de materia prima, Inyección, Limpieza e inspección, Ensamble de alambre y Embalaje.

Figura 16

Flujo del proceso de producción

HOJA DEL FLUJO DE PROCESO GENERAL											
DIAGRAMA NO. 002	HOJA NO. 001	OPERARIO:	MATERIAL:	EQUIPO: X	RESUMEN						
OBJETIVO. Plasmar las tareas que se llevan a cabo en el proceso productivo para identificar demoras.											
PROCESO ANALIZADO. Proceso general ítem C-19I-0.95VRT en la empresa MATTS											
MÉTODO. Observación no experimental											
ACTUAL: X			PROPUESTO:					NOTAS			
OPERARIO:			FECHA			VA= Valor agregado					
ELABORADO POR: Alicia Martínez			08-jun-22			Operarios por turno					
APROBADO POR: Jorge Luis Magaña			10-jun-22			Cantidad expresada en toneladas, kg, unidades y pallets					
Área	No.	Descripción	Transformación	transporte	control	stock	Tiempo (min)	Cantidad	Distancia (mts)	Operarios (no.)	Observaciones
Almacén MP	9	Traslado de Almacén MP				X	0	600 kg	12		Inventario 600 kg de pellets, un aproximado de 645 cubetas para producir
Producción / Inyección	10	pesado de pellets a tina	X				20	240 kg	0	3	inventario de 240 kg para una producción aproximada de 258 cubetas
	11	Pesado de colorante	X				10		0		
	12	Mezclado de pellets en tina (VA)	X				0.47 min/u		0		
	13	llenado de tolva	X				8		0		
	14	ajuste de comandos en máquina			X		2		0		
	15	Inyección VA	X				0.52 min/u	60 kg	3	4	
	16	recepción de cubeta			X		0.07		0		
	18	limpieza e inspección (VA)		X			0.51 min/u	140 u	0	4	Inventario 140 cubetas para ensamble
	19	apilamiento de cubetas con defecto			X		0.85 min/u		0		
	20	apilamiento de cubetas sin defecto				X	0.85 min/u		0		
	21	movimiento de cubetas para armado de asa		X			27 min/u		20		
	22	ensamble de alambre (VA)	X				0.72 min/u	230 u	0	2	Inventario 230
	23	apilamiento de cubeta				X	0.5 min/u		0		
	24	traslado de material a embalaje			X		3 min/u	270 u	40	2	Inventario 270 cubetas en producto terminado
25	almacen de producto terminado				X	0	0				
26	Embalaje (VA)			X		0.45 min/u	0				
Almacén PT		movimiento de cubetas a producto terminado		X			45 min/palet	9 palets	1	3	9 pallets para embarque

La previa toma de tiempos se realizó a través de la técnica cronómetro cero, sin embargo, en algunas tareas fue imposible conocer en un primer momento el tiempo de producción por una

sola unidad (entiéndase unidad como cubeta) tal como lo marca la literatura de Rother y Shook (1999), tales tareas fueron: mezclado de pellets en tina, y embalaje. No obstante, para la elaboración de una cubeta es necesario 0.93 kg de pellet, con este dato se obtiene que el tiempo para las cinco tareas de valor son: 0.47 min, 0.52 min, 0.51 min, 0.72 min y 0.45 min.

Como resultado de esta hoja de flujo del proceso, se pueden definir el número de trabajadores involucrados en las tareas de elaboración de cubetas; para la primera tarea de valor agregado se requieren dos operadores que se encargan de pesar y mezclar la materia prima, esta mezcla depende de las especificaciones del cliente, pero por lo general se hace uso de 60 gramos de colorante por cada 10 kilos de pellet virgen o blanco. Al no contar con máquinas mezcladoras, la materia prima se mezcla en tinas con capacidad de 110 litros y los operarios mezclan con pala alrededor de 630 minutos al día, un total de 1700 kilos para las cuatro máquinas.

En la segunda y tercera tarea de valor se involucra un cuarto operario para atender las 4 máquinas de inyección destinadas al ítem C-191-0.95 VRT, cada trabajador se encarga de recibir la cubeta e inspeccionar si existe algún defecto en la coloración, en las paredes o en el punto de inyección, ejemplo ilustrado en la Figura 17.

**Figura 17**

**Cubeta con defecto de coloración**



La cuarta tarea se lleva a cabo por 2 operarios, su estación de trabajo se encuentra a 10 metros de la maquinaria de inyección, aquí puede darse una segunda inspección del producto.

Por último, la quinta tarea reside en el cuidado del producto para su embalaje, dos trabajadores forman grupos de 120 cubetas en tarimas estándar, son empaquetadas y se etiqueta el pallet con el logo de MATTS.

#### **4.3 VSM actual**

Para trazar el mapa de la Figura 18 se comenzó por el cliente, con los datos referentes al producto C-191-0.95 VRT. Se incluyeron las cantidades entregadas semanalmente, la demanda mensual y el cálculo del Tak Time de acuerdo a esta.

El cálculo del Tak time se considera como el tiempo para producir una sola pieza o la frecuencia con la que el mercado compra una unidad, este número es dado por el cliente. El ítem C-191-0.95 VRT, mantuvo una producción constante de 13,000 piezas mensualmente, desde enero 2020 hasta la fecha final del último contrato, enero 2023.

Matts ha establecido un tiempo de trabajo de 8 horas para los tres turnos, 60 minutos de comida. Por lo tanto, tiene una demanda diaria de 481 cubetas, mientras que un tiempo disponible de 1260 minutos para producción.

$\text{Tak Time} = \text{Tiempo disponible para producción} / \text{demanda diaria}$

$\text{Tak Time} = 1260 \text{ min} / 481 \text{ unidades} = 2.62 \text{ min} / \text{unidad}$

El segundo paso consistió en colocar las tareas de valor para el cliente registradas en la hoja “Flujo de proceso de producción” junto con los datos referentes al tiempo e indicadores tomado en cada una de ellas. Cada tarea queda representada en un ícono Operación del proceso, con su respectivo Casillero de datos que se detallan en la siguiente Tabla 3.

**Tabla 3**

**Indicadores del casillero de datos y su significado**

<b>Indicador</b>	<b>Significado</b>
T/D	Tiempo disponible para producción
T/C	Tiempo de ciclo, tiempo que pasa entre la salida de una pieza y otra.
%TF	Tiempo en función del operario o de la máquina a lo largo del día
%PNC	Porcentaje de producto no conforme, defectos
N/M	Número de máquinas o herramientas.

Después de cada operación se representa una flecha indicando hacia donde corre el flujo de valor y la existencia de inventarios entre cada una (triángulos), ya sean cubetas (u) o materia prima (kg). Es importante que se señalen estos inventarios porque indican dónde puede estar detenido el flujo.

El tercer paso fue la representación del proveedor en la parte posterior izquierda, que al igual que el cliente, tiene indicada la cantidad y la frecuencia de entrega de material en planta.

Una vez representadas las tareas de valor y sus respectivos números, se procedió a representar el flujo de información.

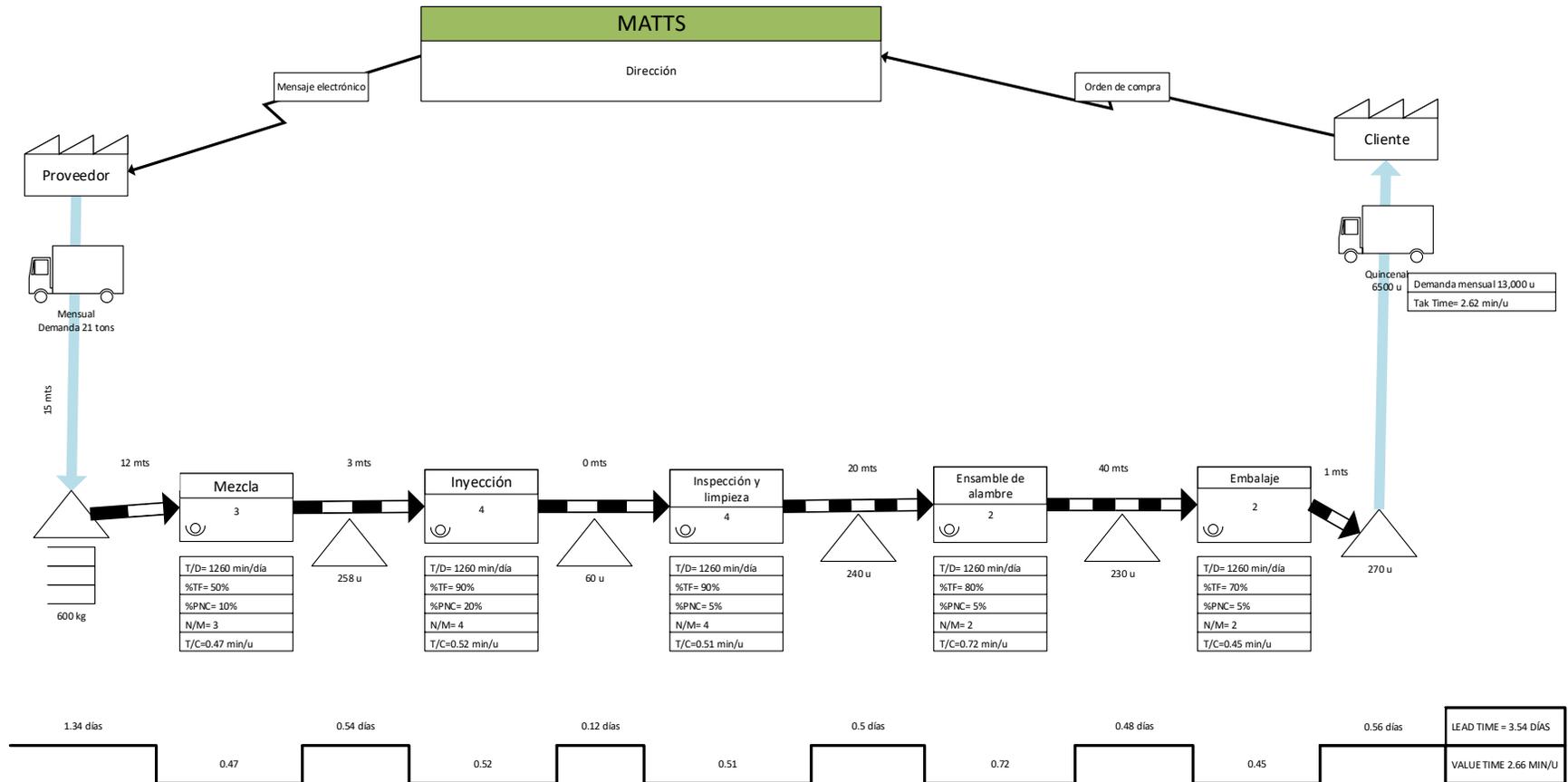
La empresa Matts no maneja ningún sistema de planificación de materiales, es decir, las compras se realizan de manera empírica, pero manteniendo un stock mínimo en planta de 600 kg; esta información llega al proveedor de manera electrónica o por medio de chats en tiempo real, esta forma de comunicación se replica con el cliente para enviar especificaciones, facturas y formalizar contratos de producción. La información en el resto de la planta no es formal y generalmente las indicaciones provienen de la misma dirección.

Con los datos obtenidos a partir de la observación de las operaciones plasmadas en el mapa de flujo de valor, se analizan los tiempos a partir de una línea en la parte inferior. La línea del

tiempo será la suma de los plazos de ejecución y almacenamiento, entre más corto sea la producción, más corto será la entrega de materia prima y más corta será la entrega al cliente, así como el pago que se efectúe de este. En caso de que la producción sea corta, el inventario dará una rotación frecuente.

Figura 18

VSM actual del proceso de producción



### 4.3.1 Identificación de los desperdicios

Una vez culminado el dibujo del estado actual, se comienza a analizar las zonas de desperdicio.

En la producción del ítem C-19L-0.95VRT, se obtuvo un Value Time de 2.66 min, es decir el tiempo total que una pieza pasa por cada tarea, y el Lead Time de 3.54 días, que corresponde al número de piezas en inventario entre demanda diaria. Como lo indica la teoría, habrá ciertos momentos esenciales para no crear desgaste en el proceso, por lo que estos valores pueden no empatarse, pero sí reducirse.

Se señala en la Tabla 4, que al comparar los tiempos de ciclo (TC) de las actividades de valor, se mostró que no existen actividades por si solas mayores al Tak Time. Sin embargo, pueden surgir cambios para mejorar los tiempos de producción y ajustar el Value Time para que logre compararse al Tak Time. Esto debido a que se recomienda que el Takt-Time sea igual al tiempo de ciclo, de no ser así, significarían costos de faltante o sobreproducción (Paredes-Rodríguez, 2017).

**Tabla 4**

**Comparación Tiempo de Ciclo vs Tak Time**

<b>Tarea/Actividad</b>	<b>T/C min/unidad</b>	<b>Tak Time min/unidad</b>
Mezcla	0.47	
Inyección	0.52	
Limpieza e inspección	0.51	2.62
Ensamble de asa	0.72	
Embalaje	0.45	
<b>TOTAL</b>	<b>2.66</b>	

Durante el registro de las observaciones al proceso estudiado, se evidenciaron actitudes y momentos de los trabajadores hacia la interrupción de los recursos. Como primer punto, las herramientas para mezclar el pellet son muy elementales y aunque se tiene un excelente ciclo por pieza, los trabajadores mostraron molestias de espalda para vaciar la mezcla a las tolvas de las

inyectoras; en muchas ocasiones interrumpieron esta labor para consultar al jefe de producción o al mismo dueño para que revisara las condiciones de esta mezcla y pudieran echar a andar la máquina.

El segundo punto, corresponde al problema de calidad y un día de retraso por las pruebas de coloración por configuraciones erróneas de los comandos de las máquinas. También, los paros de las estas eran repetitivos y aunque fueran breves, el sobrecalentamiento puede hacerlas parar para evitar accidentes.

El tercer punto se suscita entre la Inspección-limpieza y el Ensamble del alambre; los trabajadores son lentos y hay un espacio muy limitado porque mantienen inventario alto. La interrupción de las actividades es recurrente debido a que necesitan llevar las cubetas al área de producto terminado, donde existe una confusión para determinar el número de cubetas a embarcar.

Además, se observó que, en Almacén de Materia prima y Mezcla, durante la manipulación de la resina y traslado, existió pérdida de pellets y colorante, los trabajadores no atendieron el desecho enseguida y continuaron con sus labores. Al cabo de pocos minutos, la resina se perdió entre los costales y las máquinas, lo que lo convierte en un factor de posibles accidentes. Durante el resto del turno, la limpieza de la planta se hizo una sola vez utilizando escoba y recogedor, sin mover bultos de material o piezas grandes de maquinaria que interrumpían en paso.

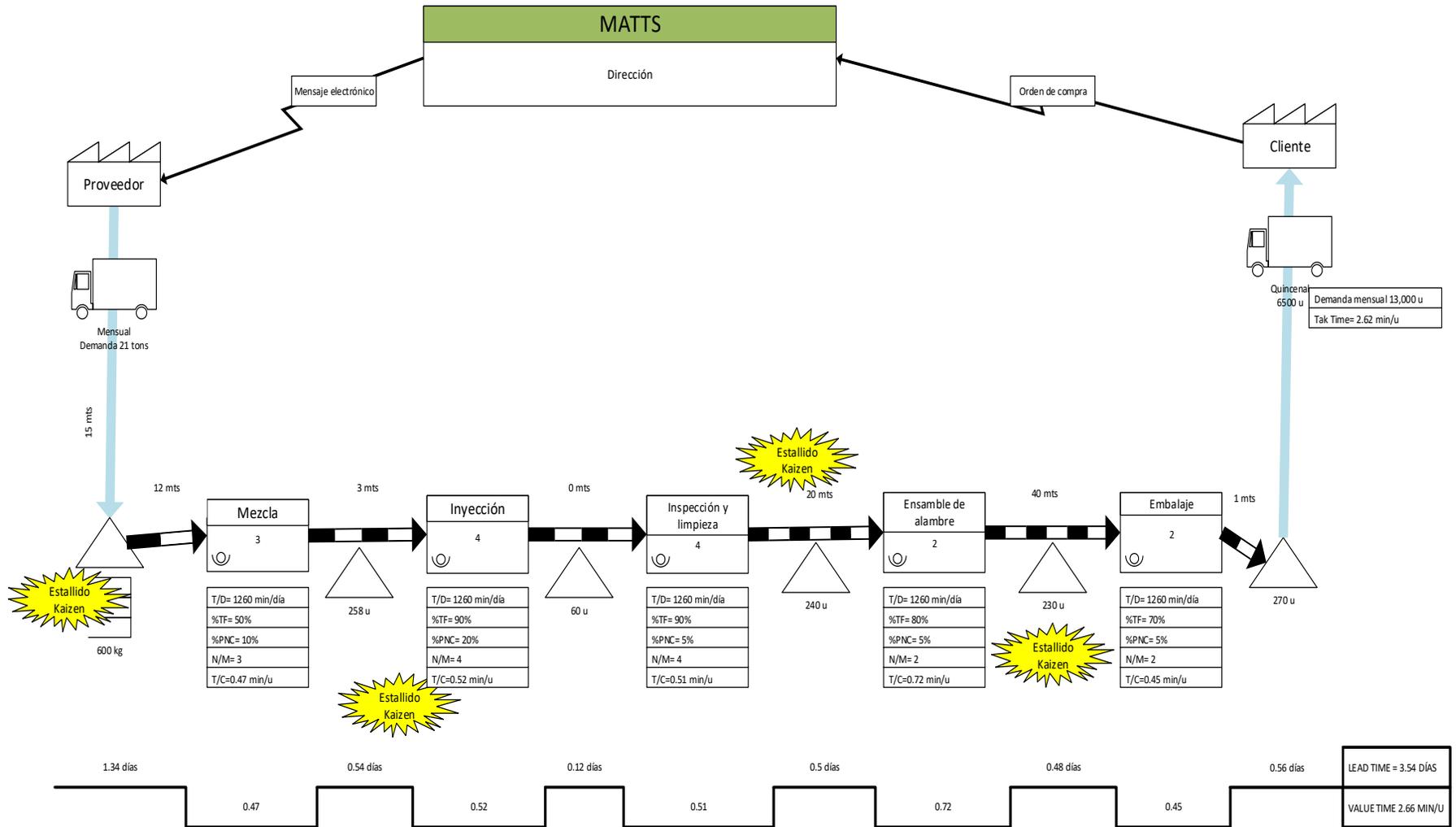
Con lo anterior se ha logrado señalar en la Figura 19 los Estallidos Kaizen que apuntan hacia las áreas de oportunidad para ser corregidas y donde se identificaron los desperdicios de exceso de inventario, movimientos innecesarios, sobreprocesos y largas esperas.

Por último, el porcentaje de producto no conforme en la tarea de Mezcla e Inyección, duplican (10%) y cuadruplican (20%) respectivamente al resto de los indicadores de las tres tareas restantes (5%), esto supone un problema grave de calidad.

Respecto al registro de los indicadores establecidos por la empresa sobre porcentaje de tiempo en función, estos no se han actualizado desde finales del 2019, lo que hace difícil un

seguimiento la comparación del rendimiento del proceso productivo; no obstante, por lo presenciado se infiere que el porcentaje en función de las máquinas de inyección es menor que el 90%.

**Figura 19**  
**Estallidos Kaizen**



Nota. Las áreas de oportunidad relacionadas con el desperdicio se marcan con los estallidos Kaizen en amarillo.

#### **4.4 Entrevistas semiestructuradas**

Para complementar los resultados del VSM que recaen sobre los objetivos específicos 1 y 2, así como lograr el objetivo 3) analizar la cantidad y suficiencia de las herramientas y maquinaria con el fin de comprobar que estas cubran las necesidades del proceso productivo; se creó un cuestionario de preguntas y respuestas cualitativas.

Las entrevistas constaron de catorce preguntas y fueron respondidos por un total de siete empleados que trabajan en la línea de producción del producto C-19L-0.95VRT (cubetas de 19L de plástico virgen). Así mismo, se entrevistó al director y el gerente de operaciones como muestra valiosa, con la finalidad de ahondar y enriquecer evidencia registrada en el diagrama VSM actual.

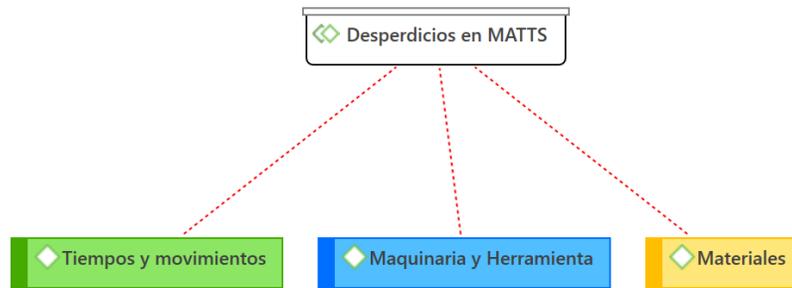
##### **4.4.1 Descripción de las familias y dimensiones de la entrevista**

Las entrevistas se codificaron en tres familias, correspondiendo a las ramas representadas en el diagrama de Ishikawa:

1. Maquinaria y herramienta: correspondiente al nivel de obsolescencia y correspondencia conforme al proceso de producción, además de que si la cantidad con la que cuentan en planta es suficiente.
2. Tiempos y Movimientos: tratan del desempeño y ejecución de tareas por parte del personal operativo, la consulta de manuales operativos, la supervisión por parte de los encargados de turno y la propia dirección.
3. Materiales: en esta categoría se contemplan el empleo de los inventarios y el seguimiento a los indicadores como: producto no conforme, tiempo de ciclo, tiempo en función de la tarea, ilustrados anteriormente en el VSM actual.

Dichas familias fueron base del análisis en Atlas.ti9, misma que se muestra en la figura 20.

**Figura 20 Dimensiones de la entrevista**



#### **4.4.2 Enraizamiento de las familias del análisis cualitativo**

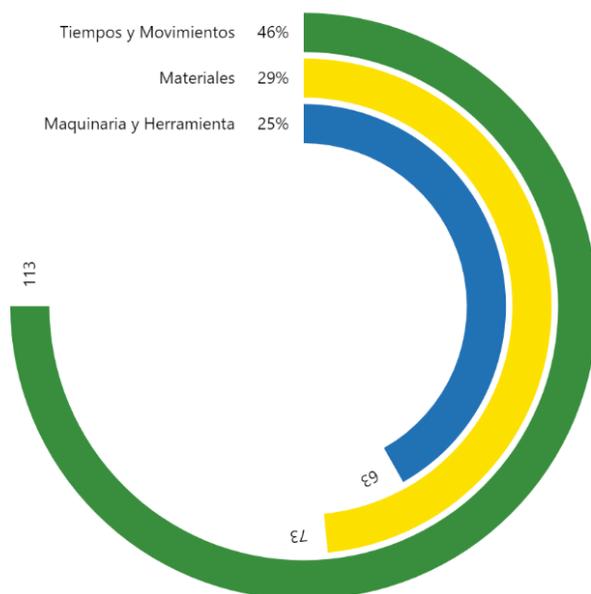
Las familias antes mencionadas se manifiestan en distintos momentos y recurrencias. A continuación, en la Figura 21 se exponen los enraizamientos y el peso porcentual de las familias analizadas mediante Atlas.ti9.

Los resultados indican que el 46% de las 249 frases testimonio corresponden al rubro de Tiempos y Movimientos, en esta parte se entiende que el desempeño y la preocupación por el trabajo predomina. Siguiendo el orden descendente, se tiene a Materiales que influyen en la calidad del producto final y los estándares que el cliente espera recibir.

Detrás, la tarea de Maquinaria y Herramienta con 25% y 63 frases, bien se puede inferir que va de la mano con el rubro anterior y que la ejecución de estas puede ser o no controladas por el personal.

**Figura 21**

**Participación general de las familias**



<b>Código</b>	<b>Enraizamiento</b>	<b>Participación</b>
Tiempos y Movimientos	113	46%
Materiales	73	29%
Maquinaria y Herramienta	63	25%
<b>TOTAL</b>	<b>249</b>	

Si guiendo con el análisis, se han examinado las participaciones de subcódigos de las familias, agrupando cada frase registrada y organizando el nivel porcentual de los posibles orígenes de los desperdicios.

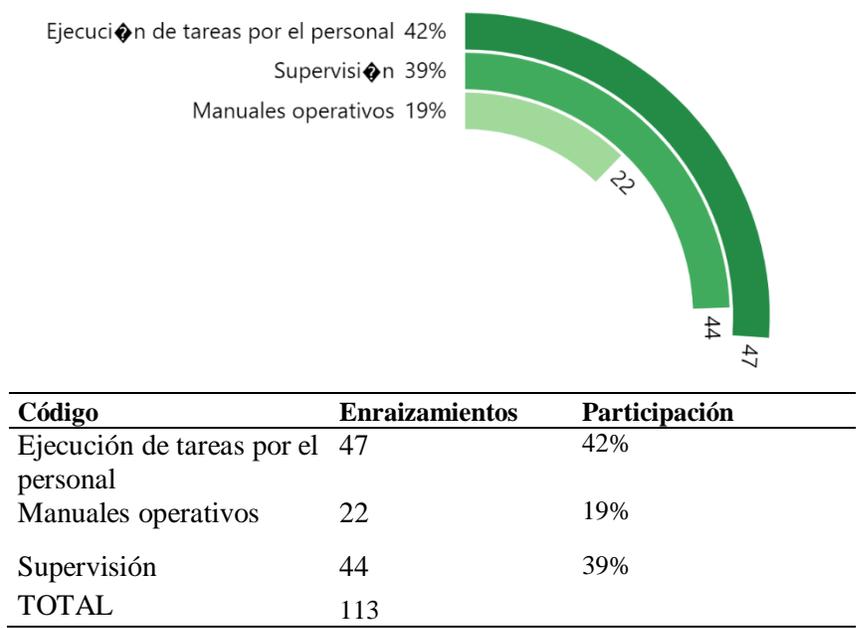
En el orden de participación, se tiene en primer lugar a Tiempos y Movimientos de la Figura 22. El código Ejecución de tareas por el personal constata que la prioridad del trabajador es hacer bien su labor, el desempeño que este tenga influye sobre el desperdicio en su área de trabajo; refieren que, aunque la labor es noble y sencilla deben tener cuidado.

En cuanto, la Supervisión se relaciona con el desperdicio de la espera, ya que algunas funciones deben estar validadas por el dueño o por la jefa de turno. Por último, los Manuales

operativos pueden asociarse a una mala instrucción de los procesos, los colaboradores narran ignorancia ante conocimiento explícito.

**Figura 22**

**Frecuencia de enraizamientos de la Familia Tiempos y Movimientos**

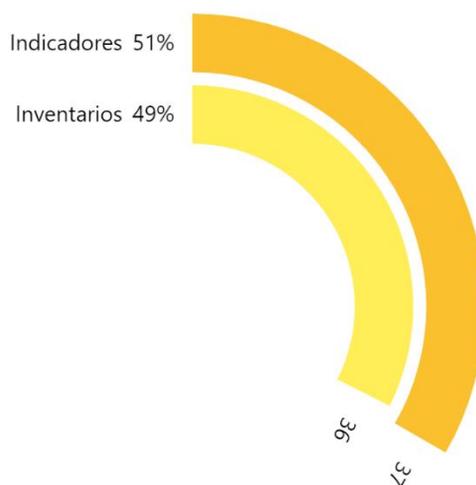


A estos códigos prosigue los de la familia Material, como se ilustra en la Figura 23; los aspectos relacionados con Indicadores para medir el progreso de los objetivos de producción se relacionaron con la baja comunicación de estos, por lo tanto, una dirección a la deriva sobre el control de aspectos contenidos en producción.

Si bien los inventarios dentro de las empresas tienen sus propios indicadores, en este código se enfrasaron los problemas relacionados con la falta de orden tanto de insumos como de herramientas de apoyo. Para esta dimensión, se esperaba que Inventarios tuviera más representación, sin embargo, se cree que tienen más relación con el área de almacén y que los indicadores que en algún momento se llegaron a manejar si pueden interferir en la mejora de producción.

**Figura 23**

**Frecuencia de enraizamientos de la Familia Materiales**

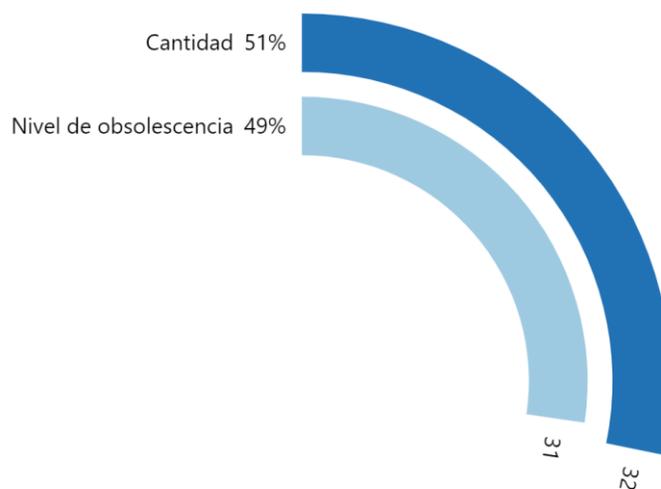


<b>Código</b>	<b>Enraizamientos</b>	<b>Participación</b>
Indicadores	37	51%
Inventarios	36	49%
TOTAL	73	

A continuación, se encuentra Maquinaria y Herramientas por la Figura 24. La cantidad de estas es la principal razón de la interrupción de flujo del proceso en esa tarea, predomina con un 51%. Por detrás está Nivel de obsolescencia con 49%, refiriéndose al insuficiente funcionamiento a comparación de nuevas tecnologías, cuyo desempeño es inferior a las máquinas más recientes que hay en otras líneas, lo que supone que la producción se somete a largas esperas y los procesos son anticuados para la exigencia que supone ese producto.

**Figura 24**

**Frecuencia de enraizamientos de la Familia Maquinaria y Herramienta**

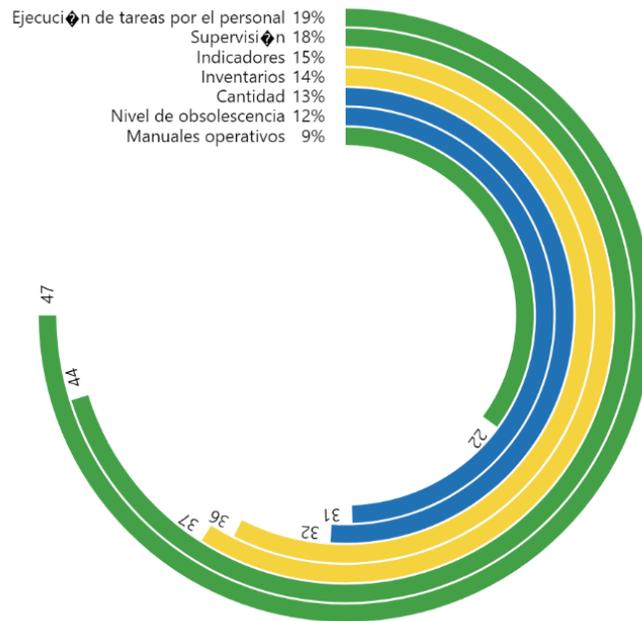


<b>Código</b>	<b>Enraizamientos</b>	<b>Participación</b>
Cantidad	32	51%
Nivel de obsolescencia	31	49%
TOTAL	63	

Por último, la Figura 25 deja en claro que la prioridad del trabajador es el desempeño en su área de trabajo, así pues, esto incide directamente en el desperdicio de insumos al requerir una perfección y condiciones óptimas para la de ejecución de tareas. El trabajador en su conocimiento tácito, no están informados sobre manuales operativos.

**Figura 25**

**Concentrado de codificaciones**



*Nota.* En la parte superior las codificaciones utilizadas en Atlas.ti, y participación del total de 310 frases y en la parte inferior el número de enraizamientos.

#### 4.4.3 Análisis cualitativo nube de palabras

Para analizar los conceptos más destacados en cada familia de códigos, se recurrió a la herramienta nube de palabras mediante el software Atlas.ti9 siendo estos los resultados.

En la familia de la Figura 26, en Tiempos y Movimientos han sobresalido las palabras: cubetas, máquina, turno, y tiempo. Dichas palabras, no emiten mensajes negativos respecto a la tarea, pero se percata que la gestión del tiempo, material y las máquinas son primordiales para la producción de las cubetas. Sin embargo, las palabras turno, compañeros, jefa y patrón pueden indicar que existe una participación importante por parte de las figuras de autoridad y que definen la calidad del trabajo.

Una cuestión que se mencionó en ocasiones es que la tarea de Ensamble de asa resulta ser cansada y repetitiva, incluso considerada como superflua.

**Figura 26**

**Nube de palabras de Tiempos y Movimientos**







#### 4.4.4 Ideas fuerza

Para finalizar con el análisis cualitativo se muestra en la Tabla 5; una lista de frases testimonio correspondiente a cada subcódigo, con la finalidad de exponer de forma breve el contenido de las entrevistas.

**Tabla 5**

#### **Ideas fuerza de la codificación**

<b>Familia</b>	<b>Subcódigo</b>	<b>Idea fuerza</b>
Tiempos y Movimientos	Ejecución de tareas por el personal	“A veces vienen los ayudantes, pero cuando están ocupados hay si nos esperamos hasta que pueda o qué otro compañero me ayude” [sic]
	Manuales operativos	“En lo personal conozco muy poco qué los lineamientos y manuales de las máquinas”. [sic]
	Supervisión	“Me cuesta trabajo entender esto de las mezclas, si la jefa de turno está ocupada debemos esperar mucho para que llegue”. [sic]
Materiales	Indicadores	“Nunca he visto que establezcan objetivos anuales o mensuales, solo de producción. Sería mejor”. [sic]
	Inventarios	“Casi siempre el problema es para completar el inventario al final de la producción, dicen que faltan cubetas”. [sic]

**Tabla 4**

**Ideas fuerza de la codificación (Continuación)**

<b>Familia</b>	<b>Subcódigo</b>	<b>Idea fuerza</b>
Maquinaria y herramienta	Cantidad	“Considero que las herramientas que nos dan son insuficientes para mezclar”. [sic]
	Nivel de obsolescencia	“Supongo que teniendo máquinas más nuevas o planeando los mantenimientos que deben cumplirse”. [sic]

**4.4.4 Análisis del enfoque cualitativo**

La interpretación de los resultados de las entrevistas y el bosquejo del VSM se integra en los siguientes párrafos con la finalidad de plasmar la relación y complemento de estas etapas.

Comenzando con Tiempos y Movimientos, los trabajadores de la línea de producción de cubetas de 19 litros reflejan un desconocimiento puntual del proceso de producción, especialmente en la tarea de Mezcla de materia prima e Inyección, coincidiendo con los dos primeros estallidos Kaizen del VSM. Además, que hubo frases sobre tareas repetitivas que podían suprimirse para agilizar la producción.

La supervisión por parte del jefe/líder de turno es efectiva, pero no eficiente porque solo se cuenta con una sola persona para vigilar la producción en planta, los trabajadores esperan que esta acuda personalmente y configure las máquinas o dé luz verde para continuar con el proceso.

El inexistente acceso a manuales sobre coloración y del funcionamiento de las máquinas generan un cuello de botella, ya que el operador busca asistencia de otros compañeros. Aquí se puede añadir que los trabajadores consideran no conocer concretamente las actividades de su puesto de trabajo por la rápida capacitación que reciben al ingresar a la planta; a lo que estos

asumirán actividades que no le competen y terminan con sobrecarga de trabajo para recuperar el tiempo perdido.

La materia prima también puede verse afectada, dado al desconocimiento de porciones en mezcla, una instrucción que no está descrita o no es saber de los involucrados. De esta familia se puede concluir que es el primer factor de desperdicio, en este caso el desperdicio de inventario, espera y movimiento de personal, lo que genera desgastes en la cadena de proceso interno.

En la categoría Materiales, en el VSM se encontró un exceso de inventario entre los procesos de Limpieza y Ensamble de Asa, así como una falta de una correcta gestión de despacho en los embarques que se empaquetan. Para MATTS, esta familia es el segundo factor que influye en los desperdicios de inventarios y sobreprocesos.

Como lo narran los entrevistados, no solo la cantidad de pellets se ve afectada por no tener un seguimiento y analítica del uso de los insumos, lo mismo pasa con las herramientas y piezas de mantenimiento, lo que genera un desorden en los pasillos, bodegas y almacenes. Otro punto importante fueron los comentarios sobre buscar metas y objetivos para establecer en sus áreas de trabajo, así como comparación del desempeño entre turnos.

Maquinaria y herramienta generan un desperdicio de esperas, incluso de defectos en Mezcla e Inyección, en consecuencia, desmotiva a los empleados. Una cuestión que no fue demasiado evidente en el mapeo VSM fue el tiempo efectivo de funcionamiento de la máquina, si bien se tuvo que se mantienen en función el 90% del turno, esto no coincide con los señalamientos de constantes fallas inesperadas y el sobreesfuerzo al cual es sometido la máquina. Por ende, al preguntar al director sobre estos indicadores, comentó que en su momento realizó un seguimiento similar, pero no vio provecho a su utilidad.

Finalmente, en esta familia reluce nuevamente la tarea de Mezcla como un punto de conflicto, ya que las tinas y palas con las cuales se revuelven los pellets no son suficientes, por lo que se dedujo que no se respetan los tiempos de mezcla, de igual manera, se manifestó el deseo de adquirir mezcladoras sencillas, adaptar moldes en las máquinas que se mantienen desocupadas o efectuar mantenimientos.

## V. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el estudio de caso, se logra concluir que el VSM sirve a las PYMES siempre y cuando se tenga el conocimiento previo de simbología y pasos propuestos por los autores originales Rother y Shook (1999). Dada la bondad de esta herramienta, se reafirma la opinión de Domínguez (2019), Salwin et al. (2021), de Martìn y Osterling (2013) sobre que puede ser adaptada a cualquier industria, en especial en manufactura, y que la representación integral facilita la visualización en la interrupción del flujo del proceso y definir estrategias para reducir toda acción que le afecte.

De acuerdo a la literatura respecto a los tipos de desperdicio (Ibarra-Balderas y Ballesteros-Medina, 2017), en la empresa MATTS se detectaron desperdicios de: espera, movimientos, sobreprocesos, inventarios y en menor recurrencia defectos; entiéndase que en inventarios se incluía al stock entre tareas y la materia prima, principal razón de este estudio. Los datos recopilados de las entrevistas ayudaron a descifrar con mejor exactitud las deficiencias ocultas que perciben los trabajadores desde su área. Esto lleva a pensar que los trabajadores de producción se están convirtiendo en trabajadores del conocimiento y su inclusión mejora el ritmo de trabajo y reducir cuellos de botella (Hannola et al., 2018 y Armbruster et al., 2007).

Si bien, la industria del plástico, específicamente la inyección, se ha caracterizado por su costo/beneficio razonable, ser el principal proceso de producción a gran escala, excelente precisión y alta productividad (Carrupt y Piedade, 2021); se deduce que en MATTS este pensar se comparte, sin embargo, llega a ser malinterpretado como una fabricación fácil que solo depende del tiempo y el buen estado de las máquinas.

De esta manera, se ignora que el desperdicio se asocia a situaciones externadas por los trabajadores tales como: una desinformación en la ejecución de las tareas, falta de supervisión efectiva y el seguimiento de indicadores. Este trabajo sostiene que una buena integración de al menos estos tres puntos logrará frenar los desperdicios identificados, antes de que estos comiencen a desaparecer entre los costos ocultos de la empresa y sean difíciles de rastrear.

Los resultados de este estudio de caso ofrecen la oportunidad de futuros estudios relacionados con tiempos y movimientos, balance de línea y productividad. Por otro lado, la revisión de la literatura invita a reflexionar a nuevas investigaciones sobre el tratado de la resina plástica como un desecho que contamina los suelos, mares y que las acciones que las pymes puedan implementar para su contención como las que propone “Operation Clean Sweep”, contribuyen a la producción responsable (Plastics Industry Association, 2021; Schneider, 2021).

## **VI. PROPUESTA**

Dado que esta investigación se desarrolló siguiendo la gestión Lean, se sugiere implementar la herramienta 5S que según Proença et al. (2022) se puede extender a la mayoría de las situaciones en un corto periodo de tiempo debido a su simplicidad. Como consecuencia de estas adaptaciones, se proyecta el VSM futuro (estado futuro) que se describe más adelante.

### **6.1 Adoptar las 5S**

Al efectuar las 5S, Manzanares-Cañizares et al. (2022), expone que se necesita de un grupo multidisciplinario conformado por los gerentes, el cual será responsable de compartir la información respecto a las etapas 5S, establecer un plan de trabajo, ejecutar y dar seguimiento de evaluación. Ahora bien, por la organización de MATTS, se propone que en el equipo se involucren el gerente de operaciones y los supervisores quienes se encargarán de informar al resto del personal en los tres turnos.

Conforme a los estallidos Kaizen del primer VSM y las entrevistas, se describen en la Tabla 6 las actividades sugeridas en cada etapa. Las áreas que se involucran en las 5S contemplan: producción que señala las tareas previamente analizadas y los almacenes. Igualmente, se aclara que cada etapa tiene su evaluación (auditoría interna) y que estas se agendan según el plan de trabajo que el equipo multidisciplinar pacte.

**Tabla 6**

**Implementación de las etapas 5S**

ÁREA	SEIRI Organizar	SEITON Ordenar	SEISO Limpiar	SEKETSU Estandarizar	SHITSUKE Mantener
<b>Almacén de materia prima</b>	Etiquetar los insumos, día de llegada y línea de producción en la cual se va a ocupar; esto permitirá que se distribuya de mejor manera la materia prima.	Establecer un lugar a cada material recibido de acuerdo al etiquetado. Dar preferencia sobre el material con mayor rotación. Bitácoras de entradas y salidas para contabilizar el material utilizado y obtener un registro histórico.	Realizar una limpieza integral como una actividad diaria. Mantener una correcta circulación de aire fresco e iluminación	Mantener stocks de colorante, así como se mantiene el stock de pellets blancos. Dar prioridad a primeras entradas, primeras salidas. Comparar el inventario de materia prima y el número de cubetas producidas para estandarizar el cálculo de materia por millar.	Continuar con indicadores de stock y rotación. Compartir a dirección la cantidad de material recibida y entregada mensualmente (reportes de inventario).
<b>Almacén de herramienta y refacciones</b>	Rotular racks para una visualización y localización de las herramientas y piezas de máquinas. Identificar piezas que no pertenezcan al almacén con una etiqueta roja y especificar el área donde pertenecen.	Disponer de los lugares vacíos en los racks para el acomodo de material, se sugiere un acomodo donde se prioricen los lugares más cercanos a la salida para las herramientas y piezas con mayor rotación.	Realizar una limpieza integral como una actividad diaria.	Hacer uso de una libreta para registrar entradas y salidas de refacciones o herramienta, especificando área que va a utilizarla y nombre de del trabajador. Al devolver las herramientas o refacciones, colocarlas en el mismo lugar que se tomaron.	Continuar con indicadores de stock y rotación de refacciones. Compartir a dirección y gerencia de operaciones la cantidad de herramientas recibida y entregada mensualmente. Generar reportes de inventario.

**Tabla 6**

**Implementación de las etapas 5S (Continuación)**

ÁREA	SEIRI Organizar	SEITON Ordenar	SEISO Limpiar	SEKETSU Estandarizar	SHITSUKE Mantener
<b>Almacén de materia prima</b>	Etiquetar los insumos, día de llegada y línea de producción en la cual se va a ocupar; esto permitirá que se distribuya de mejor manera la materia prima.	Establecer un lugar a cada material recibido de acuerdo al etiquetado. Dar preferencia sobre el material con mayor rotación. Bitácoras de entradas y salidas para contabilizar el material utilizado y obtener un registro histórico.	Realizar una limpieza integral como una actividad diaria.	Mantener stocks de colorante, así como se mantiene el stock de pellets blancos. Dar prioridad a primeras entradas, primeras salidas. Comparar el inventario de materia prima y el número de cubetas producidas para estandarizar el cálculo de materia por millar.	Continuar con indicadores de stock y rotación. Compartir a dirección la cantidad de material recibida y entregada mensualmente (reportes de inventario).
<b>Almacén de herramienta y refacciones</b>	Rotular racks para una visualización y localización de las herramientas y piezas de máquinas. Identificar piezas que no pertenezcan al almacén con una etiqueta roja y especificar el área donde pertenecen.	Disponer de los lugares vacíos en los racks para el acomodo de material, se sugiere un acomodo donde se prioricen los lugares más cercanos a la salida para las herramientas y piezas con mayor rotación.	Realizar una limpieza integral como una actividad diaria.	Hacer uso de una libreta para registrar entradas y salidas de refacciones o herramienta, especificando área que va a utilizarla y nombre de del trabajador. Al devolver las herramientas o refacciones, colocarlas en el mismo lugar que se tomaron.	Continuar con indicadores de stock y rotación de refacciones. Compartir a dirección y gerencia de operaciones la cantidad de herramientas recibida y entregada mensualmente. Generar reportes de inventario.

**Tabla 6**

**Implementación de las etapas 5S (Continuación)**

ÁREA	SEIRI Organizar	SEITON Ordenar	SEISO Limpiar	SEKETSU Estandarizar	SHITSUKE Mantener
<b>Mezcla</b>	Identificar material para mezclar en el turno	Disponer del equipo de protección y manuales de procedimientos actualizados* para el conocimiento de todo el personal.  <i>*De acuerdo a las pruebas previamente realizadas por el personal, compartir con tarjetas visibles en el área la cantidad de colorante por cada costal de pellet blanco.</i>	Realizar una limpieza integral (de husillos y espacio) como una actividad diaria.	Asegurar que todo el personal en esta tarea sabe dónde encontrar las tarjetas con las porciones de mezcla.	El equipo de las líneas de producción conoce las raciones de colorante por pellet y no recurren a la supervisión sino hasta la tarea de inspección y limpieza.
<b>Inyección</b>	Identificar las mezclas de material destinadas a la línea de producción en el turno	Dar a conocer los rubros más destacados sobre el buen funcionamiento de la máquina; de ser necesario, contratar a un asesor externo para establecer estos parámetros.	Generar un calendario para la limpieza y mantenimiento de máquinas	Asegurar que el personal sabe reconocer los indicadores de la máquina, además de los estándares permitidos.	El personal reconoce los parámetros y avisa cuando estos no se cumplan o esté próximo el siguiente mantenimiento.
<b>Inspección - Ensamble de asa</b>	Delimitar espacio entre pasillos para evitar accidentes laborales. Etiquetar todo aquel material o refacción que obstruya el paso con etiquetas rojas y señalar a que área pertenecen.	Se fusionan las tareas crear una celda de trabajo que permita optimizar el traslado y tiempos de espera Ordenar el producto de acuerdo a las características.	Limpiar espacios de trabajo, mantener una correcta circulación de aire fresco e iluminación.	Asegurar que el personal sabe identificar los defectos y donde dirigirlos. La supervisión debe asegurar que la cantidad de inventario disminuya.	Se comparten los resultados sobre calidad y defectos a gerencia de producción y dirección.

**Tabla 6**

Implementación de las etapas 5S (Continuación)

ÁREA	SEIRI Organizar	SEITON Ordenar	SEISO Limpiar	SEKETSU Estandarizar	SHITSUKE Mantener
<b>Embalaje</b>	Delimitar espacio entre pasillos para evitar accidentes laborales.	Ordenar el producto de acuerdo a la cantidad de entrega y señalar con etiqueta algún número de referencia.	Retirar todo el plástico que se ha desechado y se despejan los pasillos.	La supervisión debe asegurar que los grupos de producto se contabilicen y cumplan con las especificaciones.	Mantener el orden para despachar los embarques. Se respetan los espacios destinados a ciertos embarques de urgencia.
<b>Almacén de producto terminado</b>	Delimitar espacio entre pasillos para evitar accidentes laborales. Etiquetar todo aquel material que obstruya el paso con etiquetas rojas y señalar a que área pertenecen.	Ordenar el producto de acuerdo a la cantidad de entrega y señalar con etiqueta algún número de referencia.	Limpiar espacios de trabajo, mantener una correcta circulación de aire fresco e iluminación	Establecer indicadores sobre tiempo estándar de producción, número de lotes producidos, defectos encontrados y entrega de producto en tiempo y forma.	Se comparten los indicadores de producción y existe un midfulness funcional de los resultados de su desempeño al personal.
<b>Área de residuos y contaminantes</b>	Rotular contenedores para clasificar residuos en: a) cartón, b) playo, c) mermas y d) papel, plástico, aluminio y empaques, e) orgánico y f) sanitarios.	Separar aquel material que se encuentre en un contenedor incorrecto. Cuidar que no exista exposición de residuos sólidos al aire libre o fuera del sitio destinado a estos. Rotular el área destinada.	Clasificar y depositar los residuos generados a partir de la limpieza diaria. En caso de recibir pellets, vaciar al contenedor de mermas. Mantener este espacio limpio y ordenado para el fácil acceso del recolector de basura.	Comunicar la importancia de la separación de los residuos e involucrar a los empleados en la clasificación.	Se comparte la cultura de sensibilización por la clasificación e importancia de su labor para evitar la contaminación y facilitar la tarea de la industria del reciclaje

Se menciona que los almacenes cobraron importancia porque los resultados de las entrevistas expusieron aspectos que 1) intervenían en el desperdicio de inventarios dado a la mala gestión de materia prima y herramientas; 2) movimientos, por la molestia de buscar instrumentos y 3) sobreprocesos, al destruir los pallets para armar nuevos grupos y despachar los embarques.

En el caso de Inspección y limpieza, Ensamble de asa; se recomienda que estas tareas se fusionen para dar paso a una celda de trabajo que optimice los tiempos y traslados, de acuerdo a la opinión de los trabajadores, el ensamble es una tarea sencilla que genera cuellos de botella.

Por último, en la etapa SHITSUKE (mantener) se pretende que las actividades anteriores se desarrollen en la empresa como un hábito en busca de la mejora continua y que las normas se respeten en todos los niveles, de tal forma que justo en ese punto se cumpla con la proyección del VSM futuro.

En cuanto al costo beneficio de la implementación de las 5S, no se tiene una certeza de este estudio porque requiere un tratado adicional que involucra datos desconocidos para el propio dueño y serían objeto de una futura investigación.

## **6.2 VSM Futuro**

A continuación, la figura 29 señala los aspectos que derivan de la adopción de las 5S y de derecha a izquierda se describe el estado futuro de la producción del ítem C-191-0.95VRT; haciendo un énfasis que, de acuerdo a la literatura, estas mejoras se pueden expandir hacia otras líneas producción en MATTS.

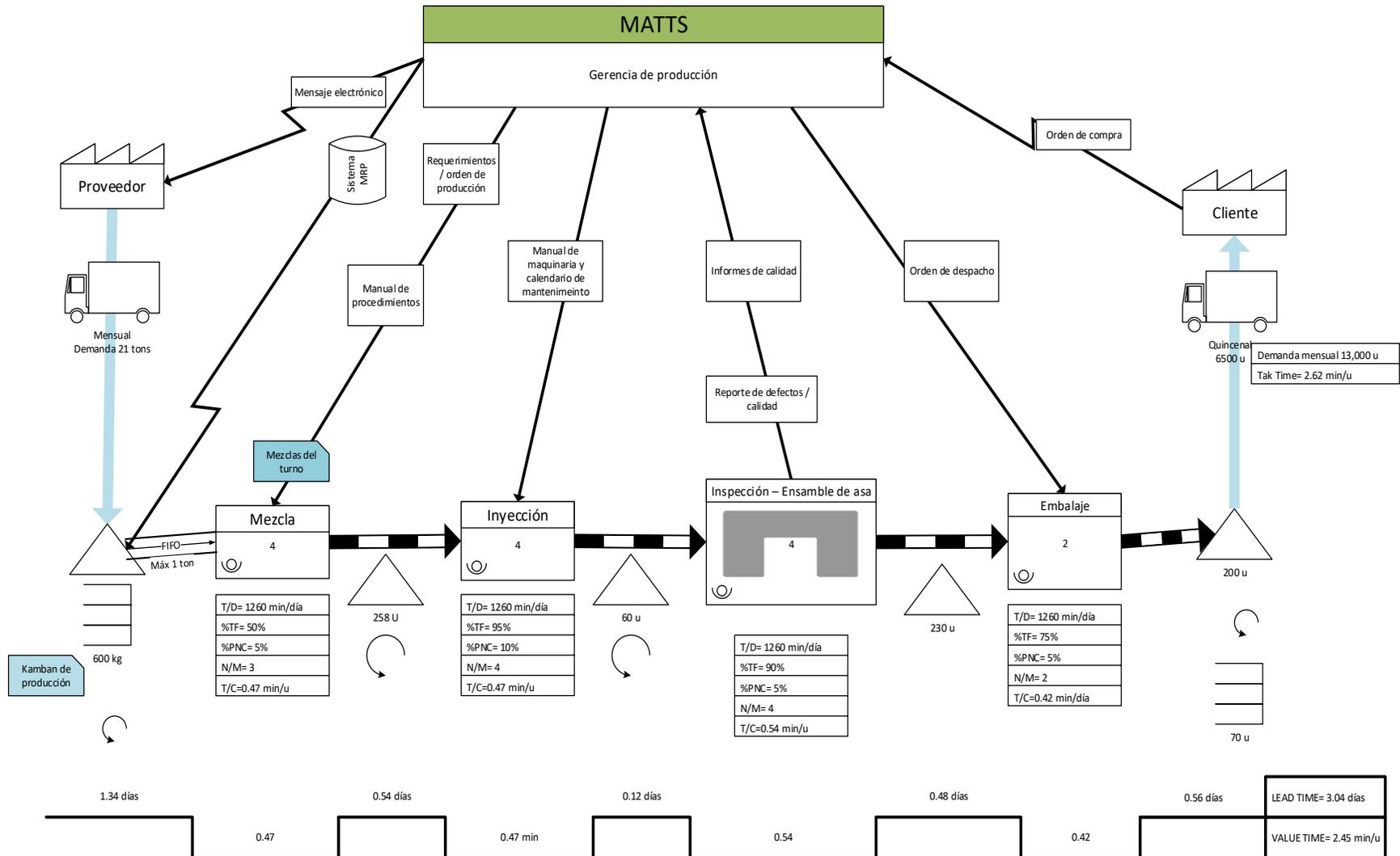
- 1) Iniciando con el proveedor, se espera que MATTS logre analizar los registros históricos de compras para elaborar pronósticos de materia prima y ciclos de ventas. Estos registros colaborarán al sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) y se compartirán a almacén con el propósito de seguir el flujo de la materia prima a través de la producción y comparar con el inventario del almacén de producto terminado.
- 2) En la tarea de Mezcla, las tarjetas Kanban proporcionará información sobre las cantidades de colorante y pellet blanco a producir en cada turno con aras de cumplir con los estándares de

colorimetría; se tendrá la disposición de manuales de procedimientos y requerimientos de producción.

- 3) De acuerdo a las primeras etapas SEIRI (Organizar), SEITON (Ordenar) y SEITO (Limpiar), se contempla un calendario de mantenimiento preventivo sobre la maquinaria, de esta acción derivará una disminución del Producto No Conforme (PNC) de 20% que se obtuvo de los datos proporcionados para Inyección en el primer VSM.
- 4) Con la creación de la celda de trabajo Inspección - Ensamble, se disminuirán los cuellos de botella que los inventarios generen, y se eliminará un traslado de 20 mts dentro de planta. Dado que la detección oportuna de defectos es crucial para el valor que el cliente percibe, se espera que sea en este paso donde se generen informes de calidad y sean compartidos con gerencia de producción, cuyo puesto debe ser redefinido y agregar a las actividades la interpretación de datos y generar estrategias de mejora continua.
- 5) En Embalaje se desea que las órdenes de despacho sean compartidas con anticipación. Se tiene la expectativa que generar informes sobre piezas recibidas durante la producción y contar con la asistencia de supervisión para ello, evitará destruir pallets de cubetas listas para venta, una vez que estén en almacén.
- 6) En caso de que la empresa siga con venta al menudeo, se recomienda que una parte del almacén de producto terminado se convierta en supermercado; esta forma de almacenamiento se basa en la demanda al instante y no por la programación del despacho, una vez tomada esa pieza, se procurará su reposición desde producción.

Con el involucramiento oportuno de los trabajadores y tareas en cada etapa de las 5S, MATTS logrará reducir los inventarios, por ende, los desperdicios detectados en producción. Inevitablemente, esto conlleva a disminuir el tiempo de Valor Añadido (VA) de 2.66 min/pieza a 2.45 min/pieza, y el Lead Time de 3.54 a 3.04 días/pieza.

**Figura 29**  
**VSM Futuro**



## VII. REFERENCIAS

- Aguirrezabal, I. (2019). *Ficha sector. Plástico en México 2019* (1.<sup>a</sup> ed.). ICEX España Exportación e Inversiones. <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-otros-documentos-de-comercio-exterior/DOC2019826983.html>
- Alcántara, V. (2019, 24 julio). Innovar o morir: el reto de la industria del plástico. *Vanguardia Industrial*. <https://www.vanguardia-industrial.net/innovar-o-morir-el-reto-de-la-industria-del-plastico/>
- Almanza, R., Campos, P., y Vargas, J. G. (2018). Teorías Clásicas de las organizaciones y el Gunh Ho. *Revista Científica «Visión de Futuro»*, 22(1), 1–12. <https://www.redalyc.org/journal/3579/357959311001/357959311001.pdf>
- Andreadis, E., Garza, J. A., y Kumar, V. (2017). Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: an investigation of managerial factors. *International Journal of Production Research*, 55(23), 7073–7095. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1347302>
- Asociación Nacional de Industrias del Plástico AC. (2020). *¿Quiénes somos? – ANIPAC / La voz de la industria del plástico*. Recuperado 2021, de <https://anipac.org.mx/quienes-somos/>
- Arévalo, F., Castillo, P., Aguayo, J., Hernández, R., León, A., y Martínez, C. (2018). Las 5's como herramienta para mejora continua en las empresas. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 5(6), 1–10. <http://www.reibci.org/publicados/2018/dic/3200888.pdf>
- Armbruster, H., Erceg, P. J., Pandza, K., & Dreher, C. (2007). Managing knowledge in manufacturing: results of a Delphi study in European manufacturing industry. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 3(3), 256. <https://doi.org/10.1504/ijfip.2007.014010>

- Asociación para el Progreso de la Dirección. (2020, 24 noviembre). *Los diferentes tipos de KPIs y su gran impacto en las empresas*. APD España. Recuperado 2021, de <https://www.apd.es/tipos-de-kpis/>
- Asturias Corporación Universitaria. (2017). *Definición y principios del Lean Management* (1.<sup>a</sup> ed.). Red SUMMA. [https://www.centro-virtual.com/recursos/biblioteca/pdf/aseguramiento\\_calidad/unidad3\\_pdf3.pdf#page3](https://www.centro-virtual.com/recursos/biblioteca/pdf/aseguramiento_calidad/unidad3_pdf3.pdf#page3)
- Avella, M. C. (2019). Importancia de los KPI en la logística y su impacto en el servicio al cliente. *Universidad Santiago de Cali*, 1, 1–19. <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/1016/IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20KPIs.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ballé, M., & Ballé, M. (2005). *The Gold Mine: A Novel of Lean Turnaround*. Lean Enterprise Institute.
- Bello, D., Murrieta, F., y Cortes, C. A. (2020). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Ciencia Administrativa*, 1, 1–9. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf>
- Bicheno, J., y Holweg, M. (2016). *The Lean Toolbox 5th Edition: A Handbook for Lean Transformation* (5th ed.). Picsie Books.
- Camacaro-Peña, M. A., Paredes-Rodríguez, A. M., Aulestia-Potes, C. D., y Henao-Guerrero, M. G. (2021). Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña. *Entramado*, 17(02), 226–242. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.7636>

- Cardoso, W. (2019). Value stream mapping as lean healthcare's tool to see wastes and improvement points: the case of the emergency care of a university hospital. *Journal of Innovation and Healthcare Management*, 2, 1–18. <https://doi.org/10.20396/jihm.v2i0.11805>
- Carrillo, M. S., Alvis, C. G., Mendoza, Y. Y., y Cohen, H. E. (2019). Lean manufacturing: 5s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS- Investigación en sistemas de gestión*, 11(1), 71–86. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6786515.pdf>
- Carrupt M y Piedade A.P. (2021). Modification of the Cavity of Plastic Injection Molds: A Brief Review of Materials and Influence on the Cooling Rates. *Materials*. 2021; 14(23):7249. <https://doi.org/10.3390/ma14237249>
- Castillo-Flores, A. L., Fernández-García, L. G., y Ángeles-Resendiz, L. A. (2018). Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur de Tamaulipas. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2(4), 29–35. [https://www.ecorfan.org/republicofperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Industria/vol2num4/Revista\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_Industrial\\_V2\\_N4\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industria/vol2num4/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N4_4.pdf)
- Córdova, M. L., Salgado, L., y Bravo, B. (2021). Economía circular y su situación en México. *INDICIALES*, 1(1), 1–13. <https://indiciales.unison.mx/index.php/Indicial/article/view/7>
- Data México. (2021). *Industria del Plástico y del Hule: Salarios, producción, inversión, oportunidades y complejidad*. Recuperado enero de 2022, de <https://datamexico.org/es/profile/industry/plastics-and-rubber-products-manufacturing>
- Domínguez, Z. (2019, abril). *Implementación de un modelo de simulación híbrida empleando lean six sigma en la industria aeronáutica: caso de estudio ramp up disco fan leap 1b* (TFM). CIATEQ. <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/311/1/DominguezCoelloZuleyma%20MMANAV%202019.pdf>

- Estrada-González, I. E., Taboada-González, P. A., Guerrero-García-Rojas, H., & Márquez-Benavides, L. (2020). Decreasing the Environmental Impact in an Egg-Producing Farm through the Application of LCA and Lean Tools. *Applied Sciences*, *10*(4), 1352. <https://doi.org/10.3390/app10041352>
- Fernández, Z. (1993). J. P. Womack, D. T. Jones y D. Ross La máquina que cambió el mundo. *Revista de Economía Aplicada*, *1*(3), 219–222. <https://www.revecap.alde.es/revista/numeros/03/pdf/fernandez.pdf>
- Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., Ferreira, L. P., y Silva, F. J. G. (2019). iLeanDMAIC – A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, *41*, 1095–1102. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>
- Forbes. (2021, 27 agosto). Consumo de resinas en México supera 6 millones de toneladas en 2020: Anipac. *Forbes México*. <https://www.forbes.com.mx/consumo-de-resinas-en-mexico-supera-6-millones-de-toneladas-en-2020-anipac/>
- Galarza, M., Donneys, W., y Lodoño, I. M. (2020). Una mirada integral de las didácticas activas en la enseñanza aprendizaje del Lean Manufacturing. *Revista Loginn*, *4*(1), 31–49. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG/article/view/3135>
- García, M., y Gandia, A. (2019). Cómo aplicar «Value Stream Mapping» (VSM). *3C Tecnología\_Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, *8*(2), 68–83. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.68-83>
- Garza-Reyes, J. A., Torres Romero, J., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner Production*, *180*, 335-348. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121>

- Gindumac (s. f.). *BMB eKW 25 Pi/1300 Máquina de moldeo por inyección*. GINDUMAC. [https://www.gindumac.com.mx/producto/bmb-ekw-25-pi-1300\\_MX-INJ-BMB-2015-00001](https://www.gindumac.com.mx/producto/bmb-ekw-25-pi-1300_MX-INJ-BMB-2015-00001)
- Hannola, L., Richter, A., Richter, S., y Stocker, A. (2018) Empowering production workers with digitally facilitated knowledge processes – a conceptual framework. *International Journal of Production Research*, 56(14), 4729- 4743, DOI: 10.1080/00207543.2018.1445877
- Hernández, J. C., y Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Concepto , técnicas e implantación* (1.<sup>a</sup> ed.). Fundación EOI. <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Huang, C.-Y., Lee, D., Chen, S.-C., y Tang, W. (2022). A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. *Processes*, 10(5), 835. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/pr10050835>
- Ibarra-Balderas, V. M., y Ballesteros-Medina, L. L. (2017). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, 53, 1–4. <https://www.redalyc.org/journal/944/94453640004/html/>
- Instituto Nacional De Ecología y Cambio Climático. (2020). *Panorama General de las Tecnologías de Reciclaje de Plásticos en México y en el Mundo*. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/608513/89\\_2020\\_Documento\\_Plastico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/608513/89_2020_Documento_Plastico.pdf)
- International Labour Organization, Exports Project. Partners for Competitiveness Decent Work, & Competitive Industries. (2017). *Lean Manufacturing Techniques For Textile industry* (1.<sup>a</sup> ed.). ILO Cataloging in Publication Data. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---africa/---ro-abidjan/---sro-cairo/documents/publication/wcms\\_621441.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---africa/---ro-abidjan/---sro-cairo/documents/publication/wcms_621441.pdf)

- Inuwa, M., y Aisha Usman. (2022). Prospects and Challenges of Lean Manufacturing Deployment within Manufacturing SMEs in Nigeria: A Literature Review. *Journal of Social Sciences and Management Studies*, 1(3), 51-64. <https://doi.org/10.56556/jssms.v1i3.159>
- Kalne, P. S., & Mehendale, A. M. (2022). The Purpose of Time-Motion Studies (TMSs) in Healthcare: A Literature Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.29869>
- Kanamori, S., Shibamura, A. y Jimba, M. (2016). Aplicabilidad del método de gestión 5S para la mejora de la calidad en los establecimientos de salud: una revisión. *Trop Med Health* 44(21). <https://doi.org/10.1186/s41182-016-0022-9>
- Kazancoglu, Y., Ekinici, E., Ozen, Y. D. O., y Pala, M. O. (2021). Reducing food waste through lean and sustainable operations: a case study from the poultry industry. *Revista de Administração de Empresas*, 61(5). <https://doi.org/10.1590/s0034-759020210503>
- López, X. N. (2020). *V. S. M: herramienta clave de la mejora continua metodología y aplicación* (TFM). Universidad Católica de Córdoba. [http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2805/1/TM\\_Lopez\\_Ximena.pdf](http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2805/1/TM_Lopez_Ximena.pdf)
- Manjunath, M., Shiva, H. C., Keerthesh, K. S., y Deepa, P. (2014). Value Stream Mapping: A Lean Tool. *The International Journal Of Business & Management*, 2(4), 100–104. <http://www.internationaljournalcorner.com/index.php/theijbm/issue/view/7919>
- Manzanares-Cañizares, C.; Sánchez-Lite, A.; Rosales-Prieto, VF; Fuentes-Bargues, JL; González-Gaya, C. (2022). Una estrategia Lean 5S para un proceso de soldadura sostenible. *Sustentabilidad* , 14 . <https://doi.org/10.3390/su14116499>
- Martin, K., y Osterling, M. (2013). *Value Stream Mapping: How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation* (1.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.

- Meneses, Y. D., Suárez, J. R., y Sánchez, F. J. (2019). Impacto del Value Stream Mapping (VSM) en diferentes compañías del sector económico y productivo. *Ingeniería Industrial*, 1(1), 1–10. <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/3795>
- Mohd, J., y Mojib, S.. (2015). Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry. *Procedia Manufacturing*, 2, 6-10. <https://pdf.sciencedirectassets.com/306234>
- Molina, I. (2021, julio). *Sector plástico, aliado de la industria manufacturera*. MexicoIndustry. Recuperado 2021, de <https://mexicoindustry.com/noticia/sector-plastico-aliado-de-la-industria-manufacturera>
- Muhammad, A. K., Shakeel, A. S., Tahir, H. L., & Usama, K. M. (2020). Potential of Lean Tool of Value Stream Mapping (VSM) in Manufacturing Industries. *Proceedings of the 2nd African International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 3064-3074. <http://www.ieomsociety.org/harare2020/papers/698.pdf>
- Muñoz, A. M. (2021). Estudio de tiempos y su relación con la productividad. *Revista Enfoques*, 5(17), 40–54. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v5i17.104>
- Muñoz-Villamizar, A., Santos, J., Garcia-Sabater, J. J., Lleo, A., y Grau, P. (2019). Green value stream mapping approach to improving productivity and environmental performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(3), 608–625. <https://doi.org/10.1108/ijppm-06-2018-0216>
- Nieto, P. (2019, julio). *Lean Manufacturing: Revisión histórica*. (TFG). Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37752/TFG-I-1227.pdf?sequence=1>
- Olachea, L. F., Ramírez, E., Naranjo, A. A., López, M., García, M. L., y Valenzuela, R. (2019). *Lean Manufacturing: Improvement Actions to Increase Performance in a Textile*

- Manufacturing Company Based in Guaymas, Sonora. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 1, 307–309.  
[https://www.ijsr.net/search\\_index\\_results\\_paperid.php?id=ART20203274](https://www.ijsr.net/search_index_results_paperid.php?id=ART20203274)
- Paredes-Rodríguez, A. M. (2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *Entramado*, 13(1), 262–277.  
<https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25103>
- Pérez, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., Vanegas, J., y 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://www.redalyc.org/pdf/772/77221486009.pdf>
- Pérez-Pucheta, C. E., Olivares-Benitez, E., Minor-Popocatl, H., Pacheco-García, P. F., y Pérez-Pucheta, M. F. (2019). Implementation of Lean Manufacturing to Reduce the Delivery Time of a Replacement Part to Dealers: A Case Study. *Applied Sciences*, 9(18), 3932.  
<https://doi.org/10.3390/app9183932>
- Pineda, M. (2017, 3 enero). *Industria del plástico: escenario regional*. *Plastics Technology México*. Recuperado 2021, de <https://www.pt-mexico.com/columnas/industria-del-plastico-escenario-regional>
- Plastics Industry Association. (2021). *Operation Clean Sweep*. <https://www.opcleansweep.org/>
- Pocorey, L. F., y Ayabe, M. (2017). Sistema de Producción Toyota (TSP), eficiencia en la producción a través de la reducción de improductividad en todos sus niveles. *Revistas Bolivianas*, 13(19), 28–31.  
[http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v13n19/v13n19\\_a09.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v13n19/v13n19_a09.pdf)

- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (2016, septiembre). *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos-62914-integral-de-los-residuos-62914>
- Proença, A., Gaspar, P., y Lima, T. (2022). Lean Optimization Techniques for Improvement of Production Flows and Logistics Management: The Case Study of a Fruits Distribution Center. *Processes*, 10(7), 1384. <http://dx.doi.org/10.3390/pr10071384>
- Quishpe, F. J., y Arroyo, F. (2021). Análisis y optimización en la producción de envases de cartón, empleando el Value Stream Mapping. *Universidad Y Sociedad*, 13(3), 536–542. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2130>
- Rajadell, M., y Sánchez, J. L. (2010). *Lean manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de <http://ediciones.diazdesantos.es>.
- Rico, L., Maldonado, A., Escobedo, M., y de la Riva, J. (2005). Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: un Análisis Comparativo. *CULCyT*, 2(11), 9–18. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7291331.pdf>.
- Rojas, A., y Gisbert, V. (2017). Lean Manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *3C empresa, Edición Especial*, 116–124. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.116-124/>
- Rother, M., y Shook, J. (1999). *Learning to see value stream mapping to add value and eliminate muda* (1.2 ed.). Lean Enterprise Institute.
- Ruiz, J. L., y Vergara, C. J. (2018). Enfoques, Teorías y Perspectivas de la Ingeniería Industrial y sus Programas Académicos. En C. Vergara y L. Gómez (Eds.), *historia de la ingeniería industrial* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 1, pp. 9–35). CECAR Editorial. <https://doi.org/10.21892/9789588557694.1>

- Salwin, M., Jacyna-Gołda, I., Bańka, M., Varanchuk, D., y Gavina, A. (2021). Using Value Stream Mapping to Eliminate Waste: A Case Study of a Steel Pipe Manufacturer. *Energies*, *14*(12), 3527–3556. <https://doi.org/10.3390/en14123527>
- Sanz, J., y Gisbert, V. (2017). Lean Manufacturing en PYMES. *3 Ciencias Empresa*, *1*, 101–107. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.101-107>
- Sarria, M. P., Fonseca, G. A., y Bocanegra, C. C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN*, *83*, 51–71. <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1825/1704>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2023). Inventario nacional de fuentes de contaminación plástica [Press release]. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/817333/INFCP\\_RE\\_2023.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/817333/INFCP_RE_2023.pdf)
- Schneider, E. (2021, 11 octubre). *La marea de plástico causada por el COVID-19 también es un peligro para la economía y la naturaleza*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2020/07/1478011>
- Tecnología del Plástico. (2019, 13 marzo). Anipac ratifica su compromiso con la iniciativa «Cero Pérdida de Pellets». *Tecnología del Plástico*. <https://www.plastico.com/es/noticias/anipac-ratifica-su-compromiso-con-la-iniciativa-cero-perdida-de-pellets>
- Vargas, N. (2020, 9 diciembre). *La industria del plástico y su importancia*. Clúster de Plásticos Querétaro. Recuperado 2021, de <http://www.clusterplasticos.org/la-industria-del-plastico-y-su-importancia/>

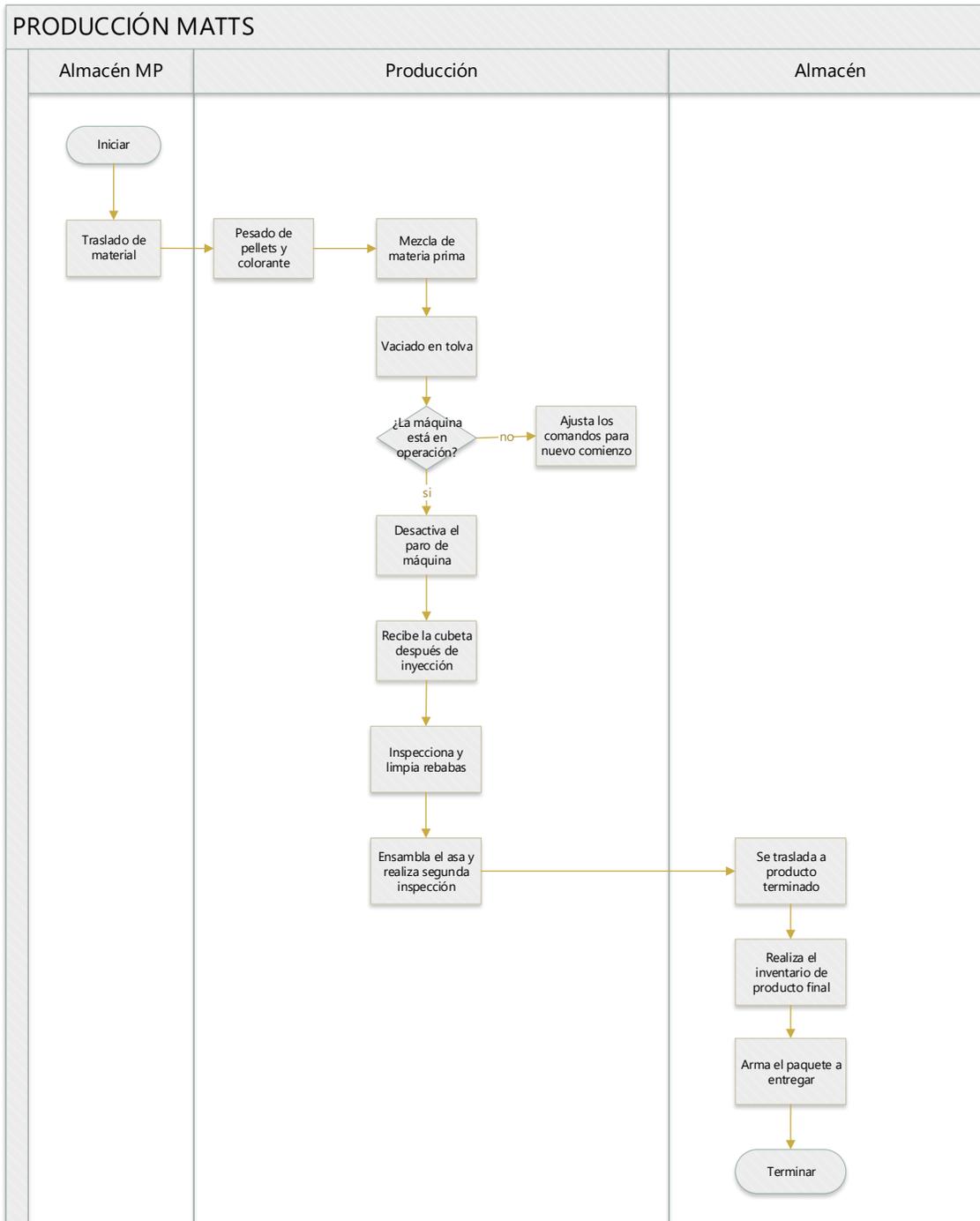
Vázquez, V. (2020, abril). *Sector plástico se diversifica para crecer*. MexicoIndustry.

Recuperado 2021, de <https://mexicoindustry.com/noticia/sector-plastico-se-diversifica-para-crecer-->

Vinodh, S. (2022). *Lean Manufacturing: Fundamentals, Tools, Approaches, and Industry 4.0 Integration*. CRC Press.

Yuik, C. J., Perumal, P. A., y Feng, C. J. (2020). Exploring critical success factors for the implementation of lean manufacturing in machinery and equipment SMEs. *Engineering Management in Production and Services*, 12(4), 77-91. <https://doi.org/10.2478/emj-2020-0029>

# ANEXOS



## Guía de observación

HOJA DEL FLUJO DE PROCESO GENERAL											
DIAGRAMA NO.	HOJA NO.	OPERARIO:	MATERIAL:	EQUIPO: X	RESUMEN						
OBJETIVO.											
PROCESO ANALIZADO.											
MÉTODO.											
ACTUAL: X			PROPUESTO:				NOTAS				
OPERARIO:			FECHA			VA= Valor agregado					
ELABORADO POR:						Operarios por turno					
APROBADO POR.						Unidad de medida					
Área	No.	Descripción	Transformación	transporte	control	stock	Tiempo (min)	Cantidad	Distancia (mts)	Operarios (no.)	Observaciones
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
	11										
	12										

## Guía de Entrevista

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO INSTITUTO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN	
Fecha:	Entrevista no.:	Puesto:

1. Describa brevemente el proceso y sus etapas para la elaboración de una cubeta.
2. De las etapas y actividades previamente mencionadas. ¿Cuáles son las actividades o etapas donde usted presenta más dificultades y cuáles son esas dificultades?
3. ¿Cómo ha resuelto esas dificultades y quién vino a su asistencia?
4. Además de la asistencia recibida, ¿Cómo es el apoyo de los documentos y herramientas visuales elaborados para ese fin?
5. ¿Qué aspectos cambiaría de los tiempos y actividades que se disponen en el proceso productivo?
6. ¿Es suficiente el tiempo y herramientas para la elaboración de las cubetas?
7. ¿Cómo afectan las condiciones de más máquinas al resultado y desempeño de su trabajo?
8. ¿Los parámetros programados de la máquina son los adecuados?
9. ¿Qué aspectos cambiaría de las máquinas y herramientas que se disponen en el proceso productivo?
10. Dentro del área de producción, ¿encuentra materia prima, herramienta o producto terminado que usted considere no debe encontrarse ahí?
11. ¿Qué acciones ha pensado respecto a la disposición de materiales para la elaboración de las cubetas?
12. ¿Cómo comunican la disposición de materia e inventario entre cada etapa de producción?
13. ¿Cómo miden el progreso en cada etapa del proceso productivo?
14. ¿Qué aspectos cambiaría de la disposición de materiales, el compartir de la información e indicadores en cada etapa de producción?