



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**Mejoramiento de Lean Manufacturing aplicado a una  
empresa de envases de plástico.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTAN:**

**HURTADO CHINO ENRIQUE  
RAMÍREZ GÓMEZ YULIANA CATALINA**

**ASESOR:**

**M.I. SERGIO MARTÍN DURÁN GUERRERO**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2021**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Para mis padres, Piedad y Sabino;  
y para mi hermana Fernanda.*

*Para mis padres, Yolanda y Enrique;  
y para mi hermana Andrea.*

## Agradecimientos

No existen palabras suficientes para expresar lo agradecida que estoy con todas las personas que han sido parte de mi formación, quienes me han brindado su apoyo y de alguna manera me motivaron a continuar y terminar mi carrera.

Quiero agradecer a mi madre, Piedad, por estar conmigo en cada paso, por darme todo su amor y apoyo incondicional, por sus enseñanzas, cuidados, consejos y palabras de aliento. Por nunca soltar mi mano y llevarme por el mejor camino; por motivarme y exigirme siempre, porque eso me ha convertido en la mujer que soy ahora.

A mi padre, Sabino, por enseñarme que la familia lo es todo, por trabajar hasta el cansancio para darme lo necesario y un poquito más, por buscar siempre lo mejor para mí y por no rendirse, incluso cuando la situación es complicada. Gracias por apoyarme en cada locura y entender por qué hago las cosas.

A mi hermana, Fernanda, por ser mi apoyo más grande, por recordarme siempre que soy capaz de lograr todo lo que me proponga. Por ser mi confidente y la chispa que alegra mi vida. Gracias por creer en mí, por motivarme y regañarme cuando lo merezco, porque eso me ha ayudado a madurar y ser mejor persona.

A mi abuelita, Kikis, quien se adelantó en el camino dejando una herida muy grande en mí; su recuerdo me mantiene firme para lograr las metas que ambas nos planteamos. Gracias por ser una mujer admirable en todos los sentidos, por apoyarme, por confiar en que llegaría muy lejos y por enseñarme que la vida es mejor si te ríes a carcajadas. En donde quiera que estés, haré que te sientas orgullosa de mí.

También agradezco a mi abuelito, Preciliano, por ser un ejemplo a seguir, por enseñarme a ser fuerte en cada situación que nos presente la vida, por apoyarme en cada etapa, y lo más importante, por recordarme que no importa lo duro o estricto que seas, el amor siempre hará que expreses todos los sentimientos bellos que llevas en el corazón.

A Enrique, quien además de ser mi compañero de vida, realizó conmigo este trabajo, un logró más como pareja. Agradezco su amor infinito, su apoyo incondicional, por estar conmigo en los buenos y malos momentos; por su responsabilidad y dedicación a este proyecto, por soportar mis regaños, pero también, por motivarme cuando creía que no

conseguiríamos terminar nuestra tesis, sin duda fue un trabajo en equipo y aquí vemos los resultados.

Me gustaría agradecer al Maestro Sergio Durán, nuestro asesor, quien, sin dudar, confió en nosotros y aceptó apoyarnos en este proyecto. Por sus enseñanzas y dedicación durante las clases, por compartir sus experiencias, y ser un profesor excepcional. Especialmente por sus comentarios y consejos para conseguir el mejor resultado en este trabajo de tesis.

A las ingenieras María del Pilar Zepeda, Gabriela López y Carla López; y al ingeniero Víctor Álvarez, por aceptar ser parte del jurado, por tomarse el tiempo de leer este trabajo y brindarnos comentarios.

A mis compañeros de Ingeniería. Especialmente a Luis, quien, desde primer semestre, me brindó su amistad sincera y apoyo incondicional, por escucharme y darme consejos, por estar siempre conmigo, por cuidarme, por enseñarme a salir adelante, aunque la familia se encuentre lejos; por las pláticas llenas de risas y por cada anécdota que sin duda recordaré toda la vida, en resumen, por convertirse en mi hermano. A Lupita, por su amistad, por las risas compartidas y las aventuras juntas; por su apoyo y por procurarme siempre, sin duda formamos un gran equipo. A Mario, por su cálida compañía, por las pláticas y risas, por cuidarme y ayudarme en todo momento.

Finalmente, agradezco de manera muy especial a la Universidad Nacional Autónoma de México, por aceptarme, por darme la oportunidad de estudiar en ella y permitirme experimentar la sensación de ser universitaria. Gracias por todos los recursos que me brindó para formarme y convertirme en Ingeniera.

**Yuliana Catalina Ramírez Gómez**

## Agradecimientos

El amor y apoyo de mis padres no tienen fin, todos los pequeños logros a lo largo de mi corta vida son el resultado de su ayuda, ellos siempre me apoyaron desde niño para conseguir mis sueños, siempre me decían que le echara ganas a la escuela, ahora veo que sus palabras no fueron en vano, no fue en vano todas esas ocasiones en que mi mamá se levantaba a las 6 de la mañana para prepararme el desayuno antes de irme a la escuela, no fue en vano esas oraciones que hacía por mí para que regresara con bien a la casa, no fue en vano todas esas veces que mi papá se iba a trabajar antes del amanecer y regresaba anocheciendo, trabajaba de sol a sol para que no me faltara nada en la escuela y en el hogar.

Agradezco a mis padres por formar en mí una persona de bien, estudiosa y trabajadora, por inculcarme valores que son necesarios dentro y fuera de la escuela, por jalarme la correa cuando me llegaba a salir del camino, el camino no fue sencillo, aún falta mucho por recorrer, sin embargo, con el apoyo de mis padres todo es menos complicado, ojalá me alcance el tiempo para poder agradecerles todo lo que han hecho por mí. Gracias a mis padres por creer en su hijo, sé que ellos están orgullosos de mí, así como yo lo estoy de ellos. gracias a Dios por permitirme terminar una ingeniería, por permitirme vivir, ser feliz y disfrutar cada día de una hermosa familia, donde nunca falta el calor del hogar.

También quiero agradecer a mi hermana menor Andrea, porque al ser yo el mayor siempre creí que era un ejemplo para ella, no la podía decepcionar, tenía que terminar mi carrera para que ella siguiera mis pasos, y así se está escribiendo la historia, ella ya está en la universidad y sé que será una persona exitosa.

Agradezco de manera muy especial a Yuliana, mi acompañante de vida, quién ha sido más que eso, gracias a ella terminamos este trabajo, nuestra relación comenzó en los semestres finales de la carrera, sin embargo, en ese tiempo me apoyó demasiado, se preocupaba para que estudiara para mis exámenes, me ayudó a estudiar, se preocupaba porque entrara a todas las clases y obtuviera buenas calificaciones, siempre estuvo atrás de mí, pero ahora tenemos un triunfo más como pareja, aún tenemos muchas metas y sueños por cumplir, sé que juntos lo lograremos.

También agradezco de manera general a todas esas personas, familiares, amigos, vecinos, esas personas que se cruzaron en mi camino, aquellas que me dijeron que si tenía la oportunidad de estudiar la aprovechara, ya que la vida no es fácil, ahora me doy cuenta de que tenían razón, agradezco a mi tío Fidel que ya no está en este mundo, pero desde donde se encuentre, sé que está orgulloso de mí.

De igual forma quiero agradecer a todos esos profesores que compartieron clases conmigo, porque mucho o poco me dejaron enseñanzas, las cuales se fueron sumando una a una, hasta formar un pequeño gran ingeniero, cada uno aportó su granito de arena para hacernos personas más pensantes, donde desarrollamos habilidades, aprendimos técnicas y nos prepararon para enfrentarnos al mundo real, donde ahora depende de mí ser una persona exitosa.

Por último, quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México, porque por menos de 50 centavos de inscripción, te deja entrar a un mundo nuevo, donde te da todas las herramientas para desarrollarte como profesionista, la cual se convierte en tu segunda casa, donde pasas los mejores años de tu juventud, conoces muchas personas que se vuelven más que amigos, pero lo más bonito es poder estudiar en la mejor universidad de México y poder convertirme en lo que ahora soy, un Ingeniero.

**Enrique Hurtado Chino**

## **Resumen**

En esta tesis se presenta el caso de una empresa que fabrica envases de plástico, denominada empresa “E” debido a cuestiones de confidencialidad, la cual ha implementado la metodología Lean Manufacturing de una manera muy básica.

Por medio de una investigación dentro de la planta se obtuvo información acerca de la situación que se vivía antes de tener conocimiento sobre la metodología.

Se menciona la forma en cómo inició la implementación Lean dentro de la empresa, así como la iniciativa de proponer una mejora que permita reducir desperdicios y generar ahorros, por medio de herramientas y técnicas que serán aplicadas por el personal, todo gracias a los conocimientos obtenidos anteriormente sobre Lean Manufacturing.

Para lograr la recopilación de la información que compone este trabajo, se llevó a cabo una entrevista con el personal que está relacionado directamente con Lean Manufacturing, conocido como Departamento Lean; quienes compartieron la situación actual que vive la empresa con la implementación de esta metodología.

De igual manera, se realizó una observación directa dentro de la planta, para verificar lo que el personal conoce acerca de la metodología, como los beneficios que otorga y la aplicación de las técnicas de Lean Manufacturing.

Para dar uso a las herramientas Lean, se tuvo que conocer el proceso de producción de las áreas de laminación y termoformado; se hacía inspección diaria en cada una de las máquinas para detectar problemas, encontrar la causa raíz y aplicar un plan de acción.

La tesis está estructurada por seis capítulos:

El Capítulo 1 contiene la metodología que seguiremos para el desarrollo de este trabajo. Se inicia con el planteamiento del problema y los objetivos que se pretenden cumplir, así como la hipótesis y justificación.

El marco teórico se aborda en el Capítulo 2, donde se menciona, por un lado, los antecedentes de Lean Manufacturing, definición, importancia y desperdicios. Por otro lado, se explican de forma muy general los procesos de fabricación que lleva a cabo la empresa de envases de plástico, los cuales son laminación y termoformado.

El Capítulo 3 inicia con el desarrollo del trabajo, hablando del Modelo Lean actual que tiene la empresa “E”, es decir, las herramientas que ha utilizado desde que decidió implementarla.

La propuesta de mejora para el Modelo actual de la empresa se encuentra en el Capítulo 4, cada herramienta contiene su definición y los pasos a seguir para llevar a cabo su implementación, y en dado caso, su seguimiento.

Para contribuir con la mejora de procesos dentro de la empresa de envases se diseñó una propuesta de mejora utilizando las herramientas Lean, teniendo como objetivo la reducción de desperdicios y la obtención de ahorros monetarios, la cual está mencionada en el Capítulo 5.

Para finalizar, el Capítulo 6 contiene los resultados que se están obteniendo en la empresa de envases al mejorar la implementación de la metodología Lean, logrando los objetivos propuestos y comprobando la hipótesis, lo que nos permite llegar a una conclusión.

# Índice

<b>Agradecimientos</b>	<b>4</b>
<b>Resumen</b>	<b>8</b>
<b>Índice</b>	<b>10</b>
<b>Lista de Figuras, tablas y gráficas</b>	<b>13</b>
<b>Introducción</b>	<b>16</b>
<b>Capítulo 1. Metodología del trabajo</b>	<b>17</b>
1.1. Problema . . . . .	17
1.2. Objetivos. . . . .	17
1.3. Hipótesis. . . . .	19
1.4. Justificación. . . . .	20
1.5. Diagrama Gantt. . . . .	21
<b>Capítulo 2. Marco teórico</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes de Lean Manufacturing. . . . .	22
2.2. ¿Qué es Lean Manufacturing? . . . . .	24
2.3. Importancia de Lean Manufacturing . . . . .	26
2.4. Desperdicios. . . . .	26
2.5. ¿A qué se dedica una empresa que fabrica envases de plástico? . . . . .	28
2.5.1. Proceso de laminación. . . . .	29
2.5.2. Proceso de termoformado. . . . .	29
<b>Capítulo 3. Modelo Lean actual de la empresa “E”</b>	<b>31</b>
3.1. Implementación de Lean Manufacturing. . . . .	31
3.1.1. Indicadores o KPI’S. . . . .	34
3.1.1.1. Definición. . . . .	34
3.1.1.2. Implementación. . . . .	34
3.1.2. Tarjeta de mejora. . . . .	38
3.1.2.1. Definición. . . . .	38
3.1.2.2. Implementación. . . . .	38
3.1.3. Informe A3. . . . .	40
3.1.3.1. Definición. . . . .	40

3.1.3.2. Implementación. . . . .	42
3.1.4. Banco de proyectos. . . . .	45
3.1.4.1. Definición. . . . .	45
3.1.4.2. Implementación. . . . .	45
<b>Capítulo 4. Propuesta de mejora para el Modelo Lean de la empresa “E”</b>	<b>46</b>
4.1. Equipos de trabajo. . . . .	46
4.1.1. Definición. . . . .	46
4.1.2. Implementación. . . . .	47
4.2. Las 5 S’s. . . . .	51
4.2.1. Definición. . . . .	51
4.2.2. Implementación. . . . .	52
4.3. Minutas. . . . .	64
4.3.1. Definición. . . . .	64
4.3.2. Implementación. . . . .	65
4.4. Formatos Lean. . . . .	68
4.4.1. Diagrama Ishikawa o Diagrama de causa-efecto. . . . .	68
4.4.1.1. Definición. . . . .	68
4.4.1.2. Implementación. . . . .	69
4.4.2. 5 Por qué’s. . . . .	72
4.4.2.1. Definición. . . . .	72
4.4.2.2. Implementación. . . . .	73
4.5. TPM. . . . .	77
4.5.1. Definición. . . . .	77
4.5.2. Implementación. . . . .	78
4.6. Gestión visual. . . . .	84
4.6.1. Definición. . . . .	84
4.6.2. Implementación. . . . .	87
<b>Capítulo 5. Implementación de una propuesta de mejora</b>	<b>91</b>
5.1. Antecedentes. . . . .	91
5.2. Implementación de herramientas Lean. . . . .	91
5.3. Propuesta de mejora. . . . .	96

<b>Capítulo 6. Resultados</b>	<b>104</b>
6.1. Resultados. ....	104
6.2. Análisis de resultados. ....	104
<b>Discusión</b>	<b>120</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>122</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>126</b>

## **Lista de Figuras**

Figura 1. Representación de la Casa de Producción Toyota

Figura 2. Tablero de Comunicación

Figura 3. Formato Tarjeta de Mejora

Figura 4. Formato Informe A3

Figura 5. Implementación de Equipos de Mejora

Figura 6. Selección de Líder

Figura 7. Implementación de las 5 S's

Figura 8. Formato para Inventario

Figura 9. Tarjeta Roja

Figura 10. Auditoría 1 S

Figura 11. Elementos Necesarios

Figura 12. Asignación de Lugares

Figura 13. Auditoría 2 S

Figura 14. Asignación de tareas de Limpieza

Figura 15. Auditoría 3 S

Figura 16. Auditoría 4 S

Figura 17. Auditoría 5 S

Figura 18. Implementación de la Minuta

Figura 19. Formato Minuta

Figura 20. Implementación de Diagrama Ishikawa

Figura 21. Identificar el Problema

Figura 22. Clasificación de Causas Generales

Figura 23. Causas Generales del Problema

Figura 24. Identificar Sub Causas

Figura 25. Comprobación de validez lógica

Figura 26. Implementación de 5 Por qué's

Figura 27. Ejemplo de 5 Por qué's

Figura 28. Formato 5 Por qué's

Figura 29. Implementación de TPM

Figura 30. Formato Producción de Piezas en una Máquina por Turno.

Figura 31. Formato Mantenimiento Autónomo.

Figura 32. Formato De Paros de Máquina por Turno

Figura 33. Gestión Tradicional vs Gestión Visual

Figura 34. Implementación de Gestión Visual

Figura 35. Tablero Visual para cada Máquina

Figura 36. Código de Colores para Contenedores de Desechos

Figura 37. Diagrama Ishikawa

Figura 38. 5 Por qué's

Figura 39. Informe A3

Figura 40. Tarjeta de Mejora

Figura 41. Tarjeta de Mejora con Ahorros Mensuales

Figura 42. Auditoría 1 S Departamento de Laminación

Figura 43. Auditoría 1 S Departamento de Termoformado

Figura 44. Auditoría 2 S Departamento de Laminación

Figura 45. Auditoría 1 S Departamento de Termoformado

Figura 46. Minuta Elaborada

Figura 47. Producción por Turno Elaborada

Figura 48. Formato Mantenimiento Autónomo Implementado

Figura 49. Resultados de Gestión Visual

Figura 50. Tablero Visual para cada Máquina Elaborada

## **Lista de Tablas**

Tabla 1. Asignación de Tareas y Responsables

Tabla 2. Artículos Necesarios para Fabricar Lámina "X"

Tabla 3. Pesos en kg de Bobinas en una Orden de Fabricación

Tabla 4. Artículos Necesarios para Fabricar Lámina "X" (Propuesta de Mejora)

Tabla 5. Ahorro por Reducir el Número de Cores

Tabla 6. Artículos Necesarios para Fabricar Lámina “X”

Tabla 7. Pesos en kg de Bobinas en la Orden de Fabricación

Tabla 8. Artículos Necesarios para Fabricar Lámina “X” en la Orden de Trabajo

Tabla 9. Ahorro Generado

## **Lista de Gráficas**

Gráfica 1. Indicador de Productividad favorable

Gráfica 2. Indicador de Productividad no favorable

Gráfica 3. Indicador de Tiempo Disponible en Máquina de Termoformado

## Introducción

La globalización y la constante competencia ha provocado que las empresas busquen la forma de aumentar su eficiencia, ofreciendo productos o servicios de buena calidad y reduciendo los costos, con el fin de atraer clientes, satisfacer sus necesidades y mantenerse como su primera opción de compra.

Esto debido a que aumentan sus exigencias, es decir, los clientes requieren productos que cumplan sus expectativas, con costos accesibles y entregas en tiempos cortos, por lo que encuentran más de una opción para adquirir el producto o servicio que requieren.

Esto ha llevado a que las empresas implementen la metodología Lean Manufacturing, para reducir o eliminar los desperdicios que afectan sus procesos, evolucionando y satisfaciendo las necesidades de sus clientes.

No solo se trata de implementar la metodología, las empresas deben dar seguimiento para no retroceder y volver a ser lo que eran antes de Lean, incluso deben buscar mejorar y aplicar más herramientas.

La industria del plástico es una de las actividades productivas con mayor presencia en México puesto que son materia prima que abastecen a otras empresas, por ejemplo, de alimentos. Solamente en el Estado de México se encuentran 128 empresas dedicadas a la fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje, entre las cuales se encuentra la empresa “E”, que es protagonista en este trabajo.

Observando la competencia que existe solo en el Estado de México, la empresa “E” ha implementado la metodología Lean, sin embargo, se hace una propuesta para mejorar este sistema, con el fin de reducir y eliminar desperdicios que afectan sus procesos, siendo así la primera opción del cliente frente a los demás fabricantes, ofreciendo productos de calidad con costos accesibles.

# Capítulo 1.

## Metodología del trabajo

### 1.1. Problema

¿De qué manera se pueden reducir los desperdicios o actividades que no agregan valor en el proceso de producción de envases de plástico?

Debido a la globalización es frecuente encontrar a muchas empresas fabricando los mismos productos u ofreciendo servicios similares, ocasionando que los clientes sean más exigentes, ya que de todos los que brindan el producto o servicio que requiere, elegirá a quien le brinda mayor calidad y menor costo.

Por lo tanto, una empresa que fabrica envases de plástico tendrá que ajustarse a los requerimientos del cliente mediante la reducción o eliminación de los desperdicios que no brindan valor al producto o servicio que ofrecen, implementando así la metodología Lean que les permita utilizar técnicas para descubrir las causas que ocasionan problemas, con el fin de minimizar e incluso suprimir actividades que no aportan valor al proceso, generar ideas de mejora y obtener ahorros monetarios.

### 1.2. Objetivos

#### Objetivo General

Mejorar la metodología Lean Manufacturing implementada anteriormente en una empresa que fabrica envases de plástico, aplicando distintas técnicas que permitan obtener resultados como reducción de desperdicios y ahorros monetarios.

#### Objetivos específicos

- Reconocer la importancia que tiene la implementación de la metodología Lean en una empresa que fabrica envases de plástico.
- Conocer, entender y aplicar técnicas de Lean Manufacturing en el proceso de producción de la empresa de envases de plástico.

- Implementar check list, tarjetas rojas y formatos de auditoría para que el personal tenga y conserve áreas de trabajo ordenadas, limpias y seguras, optimizando las actividades durante el proceso.
- Implementar minutas, para que los líderes de equipo, enlaces y líderes de mejora conozcan y discutan acerca de los indicadores de cada área, llevando a cabo todos los días pequeñas reuniones de 10 minutos antes de iniciar cada turno.
- Identificar visualmente la causa-raíz de un problema por medio del formato 5 Por qué's, así como la relación entre un efecto y las posibles causas con el uso del Diagrama Ishikawa para que el personal pueda tener un plan de acción y generar una o más soluciones al problema.
- Ejecutar la herramienta de TPM, para lograr que los operadores realicen acciones de limpieza en las máquinas, por medio de un check list, con los cuales se conocerán los paros de maquinaria y el tiempo muerto, así como las piezas producidas por turno y el scrap producido, iniciando un mantenimiento autónomo.
- Lograr que el personal identifique a primera vista la información mediante el uso de la gestión visual, mejorando así la comunicación y el conocimiento sobre lo que realmente está pasando en el proceso.
- Aportar ideas para aplicar nuevas técnicas Lean, identificando cada una y elaborando una secuencia de pasos que permitan aplicarlas de una forma sencilla y entendible para todo el personal, desde operadores hasta jefes de departamento.
- Dar seguimiento a la implementación de Lean Manufacturing en los departamentos de laminación y termoformado pertenecientes a una empresa que fabrica envases de plástico.
- Elaborar una propuesta de mejora en el proceso de laminación, donde se pretende poner en práctica las herramientas Lean que utiliza la empresa, reduciendo desperdicios y buscando la forma de conseguir ahorros monetarios.

### **1.3. Hipótesis**

Con la implementación de check list, tarjetas rojas y formatos de auditoría, el personal identificará y clasificará los materiales que son necesarios, y los que no lo son dentro del proceso de producción, asignando un lugar para cada elemento y conservando así espacios de trabajo ordenados, limpios y seguros, optimizando las actividades dentro del proceso de producción.

La implementación de la Minuta brindará apoyo para la discusión de los distintos indicadores con los que cuenta la empresa en reuniones de 10 minutos antes de comenzar cada turno, permitiendo la comunicación entre los trabajadores y líderes, dando soluciones a los distintos problemas de cada área, buscando mejorar la producción, seguridad y calidad en el trabajo.

Identificar por medio del formato 5 Por qué's y Diagrama Ishikawa la causa-raíz de un problema, así como la relación entre un efecto y las posibles causas, dará al personal la posibilidad de tener un plan de acción y encontrar soluciones al problema que se estableció inicialmente, generando incluso propuestas de mejora.

Con la ejecución del TPM, se logrará mejorar el área de mantenimiento, llevando a cabo una serie de pasos reflejadas en distintos check list, con lo cual se identificarán los paros de maquinaria y el tiempo muerto, así como las piezas producidas por turno y el scrap, iniciando la limpieza de la maquinaria por parte de los operadores y el mantenimiento autónomo.

Implementar la gestión visual por medio de un código de colores para identificar los contenedores de basura y clasificar los desechos en orgánicos, reciclables, no reciclables o peligrosos; tableros con los datos de producción de cada máquina por turno y señalizaciones o letreros, permitirá mejorar la comunicación entre el personal y conocer lo que realmente está pasando en el proceso.

## **1.4. Justificación**

Este trabajo se enfoca en la implementación de la metodología Lean Manufacturing dentro de una empresa dedicada a la elaboración de envases de plástico, la cual busca eliminar o reducir desperdicios y obtener ahorros monetarios a través de ideas de mejora que generen proyectos. Sin embargo, esta empresa busca la manera de actualizar su implementación incluyendo otras herramientas como 5 S's, trabajo en equipo, Gestión Visual, Diagrama Ishikawa y algunas más.

En los últimos años las empresas buscan beneficios cuando implementan esta metodología, los cuales son: mejorar la productividad, cumplir con los requerimientos del cliente brindando satisfacción con el producto o servicio vendido, reducción de costos y eliminación de las actividades que no agregan valor.

Por lo que este trabajo mostrará el avance que ha tenido la empresa de envases al implementar algunas herramientas Lean, así como lo que puede lograr al incluir más técnicas que permitan la mejora continua, buscando siempre aumentar la eficiencia de la empresa y el personal, entregando al cliente el producto que satisfaga sus necesidades.



## **Capítulo 2.**

### **Marco teórico**

#### **2.1. Antecedentes de Lean Manufacturing**

Cuando se escucha hablar de Lean Manufacturing, viene a la mente el Sistema de Producción Toyota y todas las ideas de mejora provenientes de Japón.

Y si bien es cierto que las bases de Lean Manufacturing son japonesas, no todo se centra en estas, Henry Ford y Frederick Taylor aportaron más de lo que se cree.

Antes de lean manufacturing, la producción era totalmente artesanal, es decir, la fuerza de trabajo estaba conformada por recurso humano que requería de gran esfuerzo físico y mental, la maquinaria (si llegaba a utilizarse), era de uso general, los volúmenes de producción eran bajos y, por el contrario, los precios muy altos.

Actualmente existen empresas que manejan este tipo de producción, usualmente artículos de lujo como automóviles.

Sin embargo, fue Frederick Taylor quien revolucionó los procesos de producción, identificando el mejor camino para hacer el trabajo, basado en el estudio de tiempos y movimientos, estandarizando así los procesos con la producción en masa, mejor conocida como producción por lotes, donde el recurso humano realizaba operaciones repetitivas en ciclos de tiempo más cortos, es decir, fabricando mayor número de artículos en menos tiempo y con un costo más bajo.

Por otro lado, Henry Ford diseñó un automóvil (Modelo T), basado en la línea de ensamble y la estandarización, es decir, las actividades llevarían una secuencia realizada en una estación, y no se podría pasar a otra si la anterior no era finalizada. Como el proceso aún no estaba balanceado y existían cuellos de botella, en donde los trabajadores lentos eran sobrepasados por los más hábiles, Ford decidió disminuir la cantidad de actividades que cada trabajador debía realizar, reduciendo así el tiempo de fabricación.

En general, este Sistema de Producción se enfocaba en producir grandes cantidades de pocos artículos a elegir.

La historia Toyota se inicia con el inventor japonés, Sakichi Toyoda, quien se dedicaba a la fabricación de telares manuales, los cuales eran baratos, pero requerían de un gran trabajo. Él tenía la idea de crear una máquina que pudiera tejer tela, lo cual logró conseguir después de muchos experimentos. Gracias a su gran visión inventó un mecanismo que detenía de forma automática el telar cuando se rompía un hilo, indicando con una señal visual al operador que la máquina necesitaba de su atención. Este dispositivo fue nombrado “Jidoka”, que significa automatización con toque humano.

Más tarde, junto a su hijo Kichiro, fundan Toyota Motor Company; para este momento, ambos tenían la idea de aprender haciéndolo por sí mismos en la planta de producción. El Sistema de Producción Toyota empezó con la técnica Just in Time, el cual evita desperdicios produciendo el artículo que se requiere en el momento adecuado y en la cantidad necesaria.

Debido a que Japón perdió la Segunda Guerra Mundial, las empresas japonesas tenían problemas con la economía, sin embargo, Eiji Toyoda, primo de Kichiro, quien tomó el control de la compañía, junto a Taiichi Ohno, terminaron de desarrollar el Sistema de Producción Toyota, buscando una calidad mayor, con bajos costos, flexibilidad y un tiempo de entrega menor. Esto se podría obtener con la mejora continua, “Kaizen” en japonés, la cual busca la perfección y también forma parte de las ideas Toyota.

Con el paso del tiempo, Shigeo Shingo se unió a las aportaciones del Sistema de Producción Toyota, destacando los dispositivos “poka yoke”, los cuales se encargan de evitar errores o defectos. Un ejemplo muy común es el cable USB, el cual tiene un tope en el medio del puerto con la única función de impedir que se conecte de forma incorrecta, en caso de que se cometa este error, chocará la barrera y obligará a introducirlo adecuadamente, por lo que es imposible hacerlo mal.

Por otro lado, creó lo que hoy se conoce como SMED (Single Minute Exchange of Die), que en español se traduce como cambio de herramientas en un solo dígito de minuto), el cual

consiste en una serie de actividades para realizar las operaciones de preparación en menos de diez minutos.

A pesar de que Lean Manufacturing se basa mayormente en ideas japonesas, no quiere decir que son los únicos inventores, ya que, como se mencionó anteriormente, pensadores americanos como Ford y Taylor aportaron ideas esenciales; sin embargo, los japoneses supieron unir esfuerzos para trabajar y coordinar de manera disciplinada algunas técnicas, con el fin de reducir y/o eliminar los desperdicios dentro de los sistemas de producción.

## **2.2. ¿Qué es Lean manufacturing?**

Lean Manufacturing, traducida al español como Manufactura Esbelta, y conocida también como Manufactura de Clase Mundial, o en algunos casos Sistema de Producción Toyota, se define como un método para la identificación y eliminación de los desperdicios, excesos, o actividades que no agregan valor en un proceso, pero que sí reflejan costo y trabajo. En pocas palabras es hacer más con menos.

La eliminación de estos desperdicios se lleva a cabo con equipos de trabajo compuestos por personas bien organizadas y capacitadas, buscando siempre oportunidades de mejora y aumentar la productividad, es decir, reducir costos, recurso humano, maquinaria, tiempo y almacenes.

Cuando una empresa quiere implementar el pensamiento Lean, debe ser capaz de adaptarse rápidamente a los cambios. Mientras el pensamiento tradicional se enfoca en el operario, el pensamiento Lean se enfoca en los procesos, los cuales deben ser analizados para eliminar los desperdicios.

Lean Manufacturing tiene tres primicias:

1. + calidad
2. – costo
3. Entregas a tiempo

Y toma en cuenta solo las actividades que agregan valor, es decir, aquellas que cambian la forma o agregan componentes aumentando el valor económico. El punto es reducir el tiempo que se gasta en operaciones que no agregan valor, y esto se puede lograr acomodando de la mejor manera las herramientas, máquina y equipos lo más cerca posible del proceso de producción.

El Sistema de Producción Toyota, inspiración para conformar lo que hoy se conoce como Lean Manufacturing, ha compartido su filosofía, la cual se resume en la famosa Casa Toyota que se muestra a continuación:

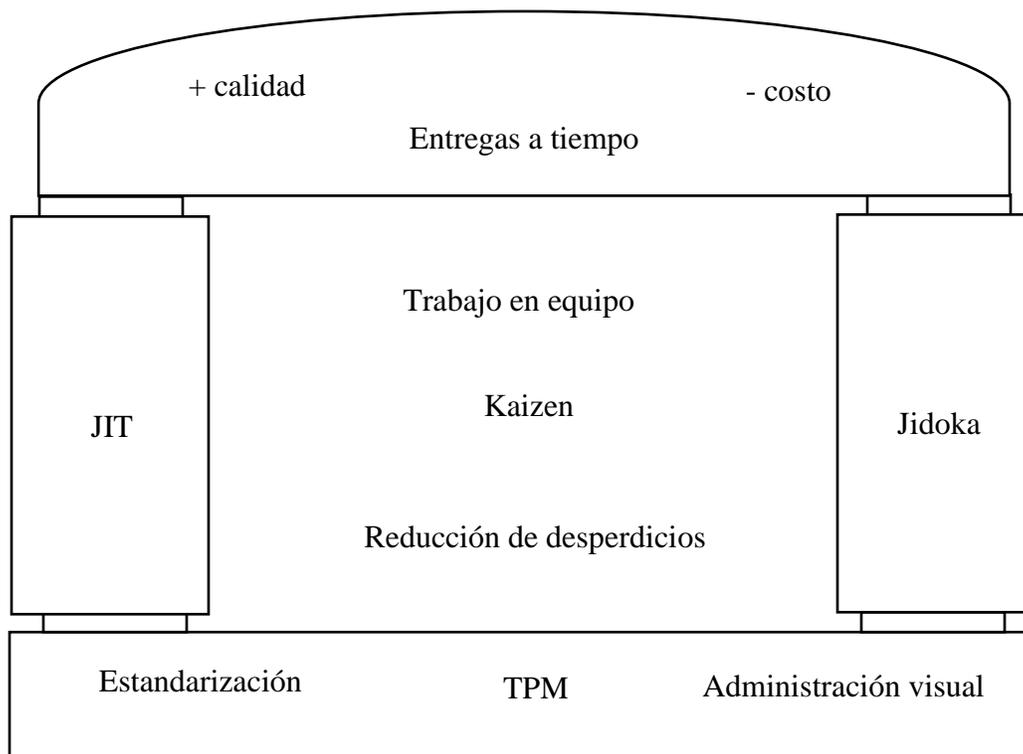


Figura 1. Representación de la Casa de Producción Toyota

¿Por qué decidieron establecer su filosofía dentro de una casa?

Porque la casa se mantiene fuerte si los pilares y las bases también son fuertes. Además de que representa a la empresa.

La meta siempre serán las tres primicias, colocadas en el techo de la casa, para conseguirlas existen los cimientos conformados por la estandarización, TPM y administración visual, dos pilares, uno contiene el sistema JIT y Jidoka establecidos desde el inicio de Toyota Motor

Company, y en medio se encuentra el trabajo en equipo, la mejora continua y la reducción de desperdicios.

Este sistema brinda las herramientas necesarias para que la empresa mejore continuamente en las actividades que realiza, creando hábitos en el personal para lograr un cambio de cultura.

### **2.3. Importancia de Lean Manufacturing**

El objetivo principal de Lean Manufacturing es la creación de empresas más efectivas, innovadoras y eficientes, identificando oportunidades de mejora, ya que se enfoca en los procesos.

Las empresas que implementan el método Lean, con la intención de obtener el mejor y mayor beneficio, deben tener la mentalidad para adaptarse rápidamente a los cambios. Para ello se apoyan de herramientas de mejora, prevención, solución de problemas, liderazgo y autocrecimiento.

Otro de los objetivos de Lean Manufacturing es minimizar los desperdicios mediante la aplicación de diferentes técnicas que permitirán mejorar los procesos productivos.

Aplicar Lean Manufacturing es una base fundamental para la implementación y el éxito de los sistemas en las empresas, ya que es una herramienta que genera valor al mismo tiempo que reduce los desperdicios.

El implementar este sistema también nos ayuda a luchar contra el despilfarro de recursos en actividades que no añaden valor, logrando así el mayor aprovechamiento de la experiencia e inteligencia del personal a través de la mejora continua.

### **2.4. Desperdicios**

La productividad es la relación que existe entre lo que se obtiene y los insumos.

Para medir este indicador se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

En donde las salidas se refieren a los productos generados por la empresa y las entradas a los recursos utilizados para su elaboración. Debe medirse constantemente para observar si existen mejoras.

Veamos un ejemplo:

Una empresa que fabrica tornillos cuenta con una producción de 800,000 piezas mensuales. Cuentan con 100 empleados que trabajan 8 horas diarias durante 25 días al mes. ¿Cuál es su productividad mensual?

DATOS

Producción = Salidas = 800,000 tornillos

Recursos empleados = Entradas = 100 trabajadores x 8 horas diarias x 25 días

OPERACIÓN

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} = \frac{800,000}{100 \times 8 \times 25} = \frac{800,000}{20,000} = 40$$

Por lo tanto, la productividad será de 40 tornillos por hora/hombre.

Así como existen actividades que agregan valor, existen otras que no y que limitan la productividad, estas se conocen como desperdicios o mudas (palabra japonesa que se traduce como “exceso” o “desperdicio”).

Dentro de Lean existen 7 desperdicios o mudas que limitan la productividad dentro de una empresa, y por lo tanto deben ser detectados para minimizarlos, o bien, eliminarlos.

1. Sobreproducción.

Producir sin respaldo de una orden de trabajo, es decir, elaborar productos antes de que el cliente lo requiera, provocando incremento de inventario que se refleja en el costo por mantenerlo.

2. Espera.

Tiempo perdido por parte de un operador cuando solo observa las máquinas trabajar o espera herramientas, materiales o ajustes. Esto puede deberse a una mala

programación de producción o incluso emplear más personal del que se requiere en la operación.

3. Transporte.

Traslados innecesarios dentro de la empresa, de materiales durante la producción que pueden llegar a poner en riesgo al producto.

4. Sobreprocesamiento.

Realización de procesos que no son necesarios dentro de la producción, debido a que no se comprenden correctamente los requerimientos del cliente.

5. Sobreinventario

Exceso de materiales, producto en proceso o producto terminado en relación a lo que necesita el cliente.

6. Movimientos innecesarios

Traslados de personas o búsqueda de material o herramientas que no son indispensables en el proceso de producción y no proporciona beneficio al cliente.

7. Retrabajo

Fabricación de productos defectuosos que reflejan pérdida de materiales, tiempo, uso de máquinas y de personal, que a pesar de que puedan ser corregidos, implican la repetición de actividades, y por lo tanto aumento de gastos.

## **2.5. ¿A qué se dedica una empresa que fabrica envases de plástico?**

La empresa “E” que se dedica a la elaboración de envases de plástico, divide sus procesos de producción en varios departamentos, sin embargo, los que se mencionarán en este trabajo son:

- Laminación
- Termoformado

### **2.5.1. Proceso de laminación**

La laminación es un proceso que reduce el grosor de un material por medio de su paso por rodillos cilíndricos que giran en sentido opuesto, uniendo dos o más capas de material por medio de calor y presión.

El proceso de laminación inicia con la extrusión, donde primero se carga la tolva con pellets del material que se va a ocupar (material). Por medio de un husillo que se encuentra en un cilindro, se transporta el material que es fundido en el trayecto por efecto de las altas temperaturas, plastificándose y formando una masa homogénea.

El material plastificado pasa a través de unos filtros en forma de mallas metálicas, las cuales se encargan de eliminar contaminantes sólidos presentes en la materia prima.

Ahora, el laminado consiste en pasar la masa plastificada a través de un par de rodillos refrigerados que le dan la forma deseada, de acuerdo con las especificaciones que previamente se tienen, como ancho y espesor.

Conforme la lámina va saliendo de los rodillos, se enfrían y solidifican el material, llevando la lámina lista a embobinar, lo cual consiste en enrollarla en cilindros de cartón.

### **2.5.2. Proceso de termoformado**

El termoformado es un proceso de transformación de plástico que involucra una lámina de plástico que es calentada y que toma la forma del molde sobre el que se coloca. El termoformado puede llevarse a cabo por medio de vacío, presión y temperatura.

Algunas de las ventajas del termoformado son: la utilización de pocas herramientas, costo de ingeniería bajo y menos tiempo, lo que lo hace ideal para el desarrollo de prototipos y un bajo volumen de producción.

Los materiales que se utilizan en el termoformado son numerosos y van a depender de la aplicación y las propiedades que se requieran. Por ejemplo, para los empaques flexibles, se utilizan el nylon o el polipropileno, que ofrecen una gran capacidad de formabilidad y rigidez. Para empaques semirrígidos, se utiliza el PVC, poliéster y polipropileno. El EVOH ofrece una excelente barrera al oxígeno y la resina EVA ofrece un sellado a baja temperatura y buena adhesión.

El proceso de termoformado es muy simple, el material se suministra en rollos de lámina, esta lámina de plástico se introduce en la termoformadora, la cual se transporta al área de calentamiento en las cadenas, la lámina avanza por el horno de calentamiento. Una vez que el material alcanza la temperatura de formación adecuada en el horno, es transportada a la estación de formación, los tapones fuerzan el material en las cavidades del molde, se utiliza un aire aspirado para que el plástico sea arrastrado sobre el molde y hacia las cavidades. Cuando la hoja o lámina de plástico se ha formado en piezas, avanza a la estación de corte, es ahí donde se extrae con una prensa de corte de metal o con alguna matriz de acero, el plástico sobrante es recolectado y puede ser reutilizado.

## Capítulo 3.

### Modelo Lean actual de la empresa “E”

#### 3.1. Implementación de Lean Manufacturing

Cuando la empresa “E” se dio cuenta de los grandes desperdicios que se generaban en sus procesos de producción, decidió mandar a una parte del personal a tomar una certificación en la metodología *six sigma*, (basada en la asignación de metas alcanzables a corto plazo enfocadas a objetivos a largo plazo, para reducir la variabilidad en los procesos, mejorar la satisfacción del cliente, reducir el tiempo de ciclo y los defectos).

Actualmente este personal se encuentra en el nivel Green Belt, trabajando para llegar a máster black belt, (el máximo grado en la estructura six sigma).

Su interés por mejorar los procesos, llevó al personal a presentar una propuesta de todo lo aprendido durante su educación six sigma para comenzar la implementación de la metodología Lean.

Esto logró conformar un grupo de Lean Manufacturing, que, junto con el corporativo, definieron los puntos más críticos que se podrían atacar a través de una metodología, desarrollando un “Modelo Lean” para esta agrupación.

Aproximadamente, dos años atrás, la empresa “E” decidió implementar Lean Manufacturing porque esta metodología ayuda a mejorar la eficiencia, fomenta el trabajo en equipo, reduce gastos, mejora el costo, mejora la productividad y reduce e incluso elimina desperdicios, sin embargo, solo han puesto en práctica algunas herramientas: KPI'S, Tarjetas de Mejora, Informe A3 y Banco de Proyectos.

Para comenzar la implementación, parte del personal tomó certificaciones en Six Sigma para empezar a conocer la metodología.

En términos generales, la metodología Six Sigma se trata de un análisis estadístico con el fin de lograr ahorro de dinero y tiempo sin descuidar la satisfacción del cliente; todo basado en datos reales y dirigido a proyectos que proporcionan resultados cuantificables.

Para poder lograr una certificación en esta metodología, se debe presentar un proyecto real y exámenes exitosamente.

El proyecto seleccionado debe ser sobre algún problema o algún procedimiento que no está funcionando de manera adecuada y dependiendo del nivel de certificación será un mínimo de ahorros posibles, considerando el tamaño de la empresa y la inversión.

Se utiliza un método como apoyo:

- DMAIC. Consiste en 5 pasos:
  - Definir. Concretar el objetivo.
  - Medir. Entender el funcionamiento del problema.
  - Analizar. Averiguar lo que ocasiona realmente el problema.
  - Mejorar. Determinar mejoras.
  - Controlar. Garantizar la continuidad de la mejora y valorar en términos económicos y de satisfacción de especificaciones del cliente.

Los niveles de certificación son los siguientes:

- White belt.  
Se logra una comprensión básica de la metodología como la mejora de procesos y variabilidad para prestar apoyo en la implementación de proyectos; además obtienen una introducción a las técnicas y herramienta como el método DMAIC.
- Yellow belt.  
Se logra una comprensión más profunda en la mejora de procesos ya que se inicia con la gestión de proyectos. Su panorama es más amplio para detectar mejoras en la calidad y tiempo, así como la reducción de desperdicios. Recopilan datos reales sobre el problema y son capaces de identificar y controlar las posibles pérdidas dentro del proceso para informar a un Green o Black belt. Además, obtienen capacitación en herramientas como diagrama de causa y efecto.
- Green belt  
Se logra el desarrollo de habilidades críticas para participar en proyectos de mejora como los que buscan reducción de tiempo en los procesos o la estandarización. Se adquiere además la capacidad de identificar desperdicios e implementar mejoras que los reduzcan, incluyendo análisis estadísticos y gráficos.

- Black belt.  
Se logra liderar proyectos de alta calidad y dirigir a los Green belt. Se profundiza en los conocimientos obtenidos en la certificación anterior y se amplía la visión. Las herramientas estadísticas aplicadas poseen una complejidad mayor.
- Máster Black belt.  
Las herramientas estadísticas permiten un mayor nivel de comprensión, una visión global de los problemas y desarrollando una mayor conciencia estadística siendo capaces de tomar decisiones difíciles dentro de los proyectos.

Después de la capacitación de una parte del personal dentro de la empresa “E,” decidieron aplicar las técnicas y herramientas en todas las áreas, formando un nuevo grupo conocido como “Departamento Lean”.

Primeramente, el personal que contaba con la certificación Lean Six Sigma capacitó a jefes de departamentos, coordinadores y supervisores sobre la metodología Lean, quienes compartieron con los operadores y ayudantes generales la forma en cómo se implementaría esta nueva idea en el proceso diario de la fabricación, esto gracias a reuniones semanales.

Algunas empresas que aplican Lean Manufacturing, van enfocadas en los procesos de elaboración de productos, sin embargo, es conveniente que se tomen en cuenta todos los aspectos, es decir, no solo las áreas de Manufactura, sino también las áreas de Calidad, Finanzas, Desarrollos, etc.

Como se mencionó anteriormente, la población operativa fue capacitada en la metodología para que comenzaran a familiarizarse con cada herramienta y buscaran en conjunto la mejora continua de los procesos de producción.

Pero ¿en qué consiste el Modelo Lean de la empresa “E”?

## **3.1.1. Indicadores o KPI'S**

### **3.1.1.1. Definición**

Por sus siglas en inglés, KPI significa Key Performance Indicator, que traducido al español es Indicador Clave de Desempeño. En términos generales, son indicadores que sintetizan información sobre la productividad dentro de una empresa, con el objetivo de medir el desempeño y tomar decisiones sobre los procesos, definiendo acciones para mejorar.

Dependiendo de las necesidades de cada negocio, se eligen los KPI'S adecuados, sin embargo, se debe tomar en cuenta que cada indicador debe ser específico, periódico, medible, realista y coherente.

### **3.1.1.2. Implementación**

La empresa “E” eligió los siguientes indicadores: seguridad, productividad, calidad, mantenimiento, disciplina, los cuales se describirán más adelante.

Como se mencionó anteriormente, el personal fue notificado sobre los puntos que se evaluarían mensualmente, entendiendo así a qué se refería cada uno y qué es lo que buscaban,

En cada departamento se colocó un Tablero de Comunicación, el cual contiene información sobre el total de ahorros y los indicadores que miden su rendimiento mensualmente:

- *Total de ahorros:* Si en el departamento se generó un proyecto que ha dado ahorros a la empresa, estos son registrados.  
Normalmente estos proyectos son generados por los jefes de departamento apoyados por los ingenieros de procesos, quienes presentan su idea en una Tarjeta de Mejora (explicada más adelante), al equipo Lean, para llevar la gestión de todos los proyectos y calcular cuáles serán los ahorros.
- *Seguridad:* Mide los días sin accidentes. La meta es lograr 365 días libres de accidentes, y como se sabe que no siempre se puede lograr, se ha establecido tener un mes sin accidentes.

Este indicador es medido por el departamento de Seguridad e Higiene, quienes llevan el registro de los accidentes y personas con incapacidades; esta relación debe mandarse al Departamento Lean.

- *Productividad:* Toneladas producidas en el mes. Cada departamento tiene una meta que lograr. Este registro lo lleva el departamento de Finanzas quienes lo envían también al Departamento Lean, pero son apoyados por el departamento de Planeación, Termoformado y Laminación.
- *Calidad:* Cantidad de rechazos internos y externos. Los rechazos internos son entre departamentos, es decir, laminación manda la bobina de plástico a termoformado, pero si estos detectan algo mal, levantan un dictamen para señalar la razón por la cual no puede ser utilizada, y este rechazo se carga al departamento de laminación. Por otro lado, un rechazo externo viene directamente del cliente, quien identifica que las especificaciones de su producto no están cumpliendo con las requeridas. La meta es lograr cero rechazos durante el mes.

El departamento de calidad es encargado de llevar el registro de los rechazos e informar al Departamento Lean.

- *Mantenimiento:* Disponibilidad de equipos. La meta es mantener las máquinas disponibles para producir a su capacidad máxima, sin tiempos muertos debido a mal estado. Se grafica el promedio de máquinas que trabajaron durante el mes, siendo lo ideal tener todas las máquinas en funcionamiento.

Este indicador es medido por el departamento de Mantenimiento, quien brinda la información al equipo Lean.

- *Disciplina:* Buenas prácticas de manufactura. Portar limpio y de forma correcta el uniforme, usar equipo de protección, lavar y sanitizar constantemente las manos, no utilizar celular sin permiso. En caso de que estas actividades no se realicen de forma correcta, se pueden levantar amonestaciones que deben ser notificadas a los jefes de departamento, por lo que la información que se grafica muestra la cantidad de amonestaciones por departamento. La meta es lograr cero.

El departamento de Seguridad e Higiene tiene la misión de realizar inspecciones diarias en la planta para verificar que las buenas prácticas se lleven a cabo, de igual

forma son los encargados de levantar las amonestaciones en caso de no realizarse correctamente.

- *Tarjetas de Mejora*: Conteo de las tarjetas generadas. Ideas de mejora registradas en un formato. Este apartado no muestra una gráfica, sino una copia de las tarjetas de mejora realizadas durante el mes; la meta es tener dos.

Para tener una mejor idea, tomemos como ejemplo el indicador de Productividad; en conjunto, el departamento de Producción, Planeación y Finanzas hacen una evaluación para fijar una meta mensual de las toneladas que serán producidas en cada departamento, dependiendo del número de órdenes, máquinas disponibles y algunos otros factores que se consideran.

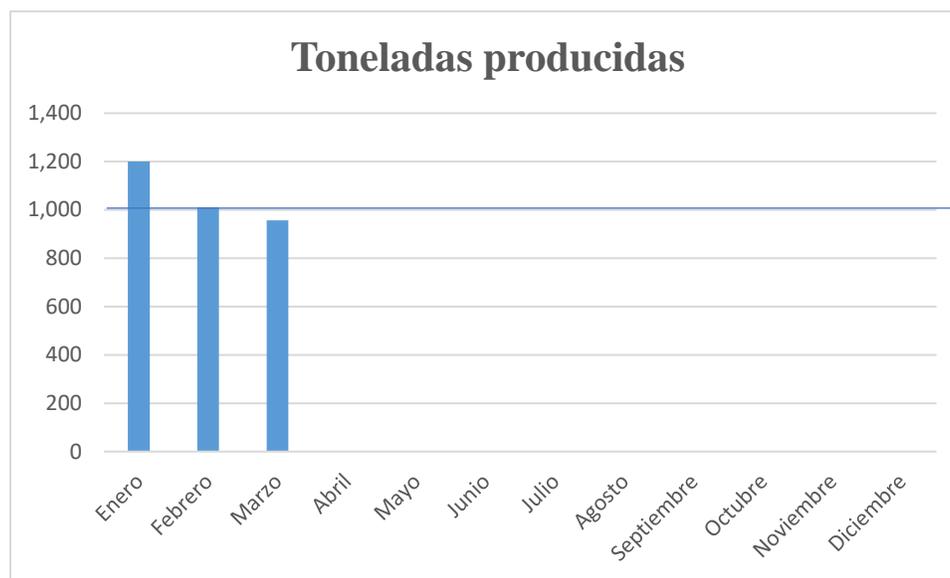
Entonces supongamos que la meta mensual de toneladas producidas por el departamento de Laminación es de 1,000.

Como se puede observar en la Gráfica 1, en los meses de enero, febrero y marzo se llegó a la meta, es decir, se superaron las 1,000 toneladas estimadas, por lo que el indicador de productividad es favorable.



Gráfica 1. Indicador de Productividad favorable

De igual manera, en la Gráfica 2 que expresa el mismo indicador, se puede observar que durante los meses de enero y febrero se logró la meta mensual, sin embargo, en el mes de marzo, la producción de toneladas disminuyó y no alcanzó las 1,000 estimadas, por lo que este indicador no fue favorable.



Gráfica 2. Indicador de Productividad no favorable

Esta es la forma en la que se deben dar a conocer los datos de cada indicador en el tablero de comunicación de cada departamento, si se encuentran graficados, es mucho más fácil y rápido entender la información.

De esta manera el personal puede conocer el estado de la empresa, observar en qué aspectos se ha fallado y encontrar formas para mejorar.

Al finalizar el mes se actualiza el Tablero de Comunicación con la información recopilada, es decir, los datos de cada indicador se exponen en gráficas, y si se logran los objetivos se coloca una paloma a lado del indicador, en caso contrario, se coloca un tache. Así, se puede observar qué departamento cumplió con la meta.

La siguiente Figura muestra un ejemplo de la forma en que el Tablero de Comunicación se muestra en los departamentos:

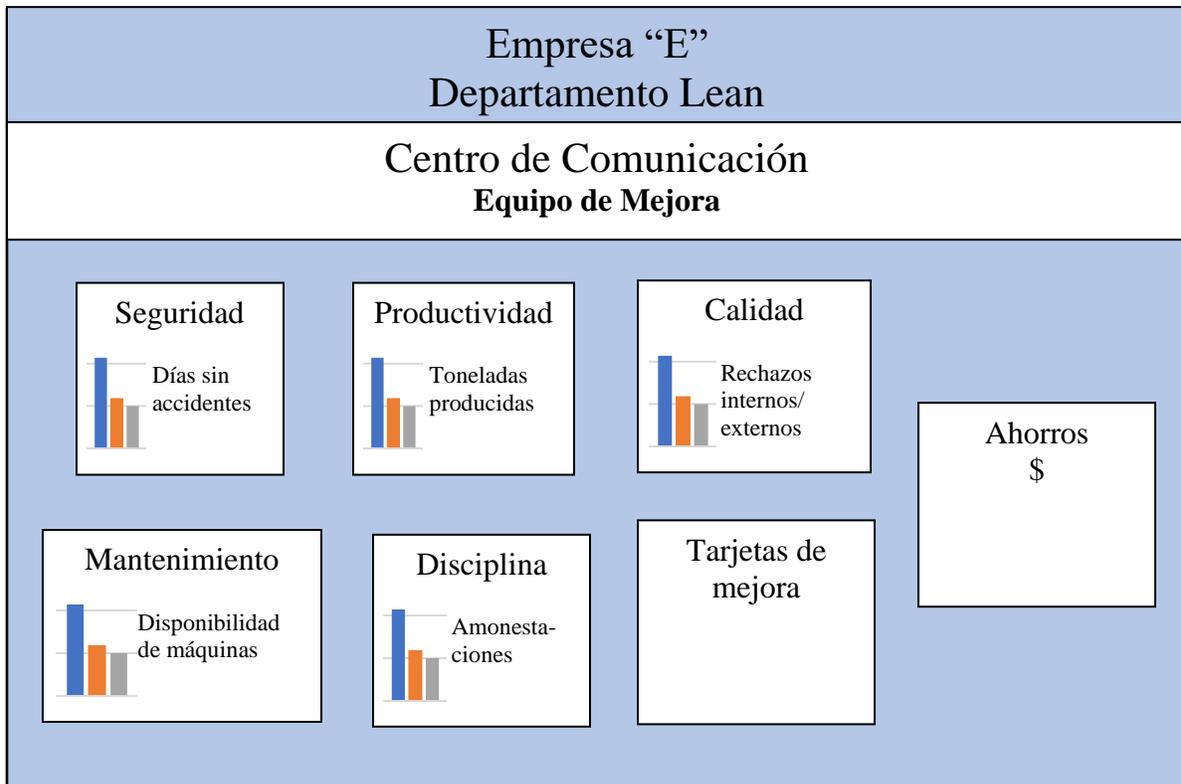


Figura 2. Tablero de Comunicación

### 3.1.2. Tarjeta de mejora

#### 3.1.2.1. Definición

Una Tarjeta de Mejora es un formato donde se documentan ideas de mejora con respecto al área de trabajo donde se desarrolla la actividad, no solo en el proceso de producción, sino también en calidad, seguridad, mantenimiento, finanzas, etc., ya que todo lo que se mide se puede mejorar.

#### 3.1.2.2. Implementación

Para la empresa "E" es importante la participación de todo el personal en la mejora de los procesos, es por eso que estas ideas pueden ser propuestas por cualquier miembro de la empresa, en caso de encontrar alguna situación que pueda ser mejorada, se toma una tarjeta y se llena con la información solicitada.

El siguiente formato muestra la forma en que se registran las ideas de mejora:

<b>Empresa “E”</b> <b>Departamento Lean</b>	
<b>Tarjeta de Mejora</b>	
<b>Fecha:</b>	
<b>Departamento:</b>	
<b>Desperdicio detectado:</b> <input type="checkbox"/> Sobreproducción <input type="checkbox"/> Sobreinventario <input type="checkbox"/> Espera <input type="checkbox"/> Mov. innecesarios <input type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Retrabajo                      Otro _____ <input type="checkbox"/> Sobreprocesamiento	
<b>Explicación:</b>	
<b>Ahorros e inversión:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">             _____              \$Inversión           </div> <div style="text-align: center;">             _____              \$Ahorros           </div> </div>	
<b>¿Se aprueba el proyecto?</b> <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
_____ Líder de Área	_____ Líder Lean

Figura 3. Formato Tarjeta de Mejora

La información que debe llenarse en la Tarjeta de mejora es la siguiente:

- Fecha.
- Departamento.
- Desperdicio detectado
- Explicación: detallar el desperdicio detectado.
- Posible inversión y ahorro: hacer un análisis sencillo de cuánto costaría la implementación de la nueva idea y cuáles serían las posibles ganancias mensuales.

- Aprobación de idea: indicar si la idea fue aprobada o no.
- Firma de gerente de área y jefe lean.

Cada departamento debe proponer al menos una idea por mes, si alguna de estas es aprobada, se convertirá en un proyecto que generará ahorros en la empresa.

Cuando se tiene la Tarjeta de Mejora con la información solicitada, se lleva con el jefe de departamento, quien es el primer filtro para valorar la idea; si él da su consentimiento, se lleva a gerencia de producción para solicitar la firma de aprobación.

El siguiente paso es platicar la idea con el Departamento Lean, quienes tienen un enfoque económico, es decir, revisan de cuánto será la inversión y si será redituable a futuro.

Si el Departamento Lean considera que la idea de mejora se puede implementar y se obtendrán buenas ganancias, se genera un proyecto que será gestionado a través de un banco.

El responsable del proyecto será el jefe de departamento, quien se encargará de verificar los ahorros mensuales y plasmarlos en la plataforma para darle seguimiento durante un año.

Se debe mencionar que un 70% de las ideas de mejora salen de las personas involucradas directamente en la operación, como operadores, ayudante generales y empacadores, por lo que el Departamento Lean se asegura de que estas ideas se conviertan en proyectos.

### **3.1.3. Informe A3**

#### **3.1.3.1. Definición**

El Informe A3 es un modelo de reporte que consiste en una sola página (one page), llamado así por el tamaño de papel conocido en todo el mundo de 11x17 pulgadas. Este documento contiene en una página, información crítica sobre un tema, como los datos para la solución de un problema o el desarrollo de un proyecto de mejora.

Es considerado una práctica de Toyota, puesto que es capaz de desarrollar un problema, un análisis, una acción correctiva, y un plan de acción por escrito en una sola hoja, a menudo con el uso de gráficos simples, pero con pura información de valor.

El Informe A3 obliga a captar y difundir una gran cantidad de hechos y datos en una sola página, esto es mucho más práctico que una gran presentación de PowerPoint.

Toyota menciona que al usar el A3, crea empleados comprometidos y analíticos a través de la solución de problemas propuesto en una estructura simple.

### **Pasos para resolver problemas utilizando un Informe A3**

- I. **Antecedentes.** Se define un problema particular para su solución. Tras su selección, se debe establecer cuál será el impacto de solucionar el problema.
- II. **Planteamiento del problema.** Se detallan las características del problema, se puede incluir la magnitud, dónde y cuándo se generó dicho problema, y el impacto que tiene en la empresa.
- III. **Planteamiento del objetivo.** Se plantea el estado de lo que estás tratando de lograr mediante el inicio del Informe A3 para resolver el problema. Se definen las metas a las que se quieren llegar y se establecen plazos para alcanzar el objetivo.
- IV. **Análisis de Causa Raíz.** Después de definir completamente el problema, se lleva a cabo un análisis de causa raíz para encontrar las razones al problema, siendo lo más preciso posible.
- V. **Contramedidas.** Una vez determinadas las causas fundamentales del problema, se plantean las contramedidas que se van a utilizar para llegar al objetivo en la solución del problema. Se elabora un plan detallado de las medidas de prevención para erradicar el problema y cuándo se completará o se implementará dicho plan.
- VI. **Comprobación de los resultados.** Después de haber implementado las medidas de acción, se evalúan los resultados, se determina si las contramedidas fueron eficaces para erradicar el problema y cumplir con el objetivo.
- VII. **Seguimiento de las acciones.** Después de haber logrado los resultados, implementa la infraestructura para mantener los logros, se pueden emplear auditorías, tableros de control y revisiones. Asegurándose que los resultados sean permanentes y se mejoren en toda la organización.

### **3.1.3.2. Implementación**

La empresa “E” decidió elaborar su propio Informe A3 de acuerdo a sus necesidades, tomadas de la mano con las recomendaciones que comparten los expertos, es por eso que el formato se compone de los siguientes elementos:

#### *1. Descripción de la mejora.*

Descripción de la nueva idea, pudo haber sido generada por una Tarjeta de Mejora. Se debe anexar el departamento donde se llevará a cabo y el nombre del equipo de mejora.

#### *2. Desperdicio identificado.*

Se debe elegir: tiempo de espera, retrabajo, sobreproducción, transporte, movimientos innecesarios, variación, sobreinventario, sobrecarga y talento, de acuerdo a lo se haya identificado.

#### *3. Causas*

Identificar todo lo que pueda estar ocasionando el problema.

#### *4. Situación actual de la empresa.*

Se describe el problema en el cual se va a trabajar y mejorar.

#### *5. Propuesta de solución*

Ubicar una posible solución al problema.

#### *6. Plan de acción.*

De las posibles causas que generan el problema y que conforman el Diagrama Ishikawa, se eligen las más relevantes y se pregunta el porqué de cada una, las acciones que se tomarán (posible solución), el responsable y la fecha en que se implementará la acción.

#### *7. Validación.*

Firma del gerente de planta.

En ocasiones el Informe A3 es utilizado para buscar un plan de acción, dar solución a los problemas que se presentan en la empresa “E” y respaldar las ideas de nuevos proyectos registradas en las Tarjetas de Mejora. El Departamento Lean invita al personal para que elabore por lo menos un Informe A3 al mes basados en las Tarjetas de Mejora, no necesariamente para desarrollar un proyecto, también pueden ser utilizadas para realizar un plan de acción para combatir los desperdicios encontrados.

La Figura 4 muestra el ejemplo del Informe A3 que es utilizada en la empresa “E”.

<b>Empresa “E”</b> <b>Departamento Lean</b> <b>A3</b>		Departamento:	5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	
		1. DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA		
2. DESPERDICIO IDENTIFICADO Sobreproducción <input type="checkbox"/> Sobreinventario <input type="checkbox"/> Tiempo <input type="checkbox"/> Mov. innecesarios <input type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Retrabajo <input type="checkbox"/> Sobreprocesamiento <input type="checkbox"/> Otro _____		4. SITUACIÓN ACTUAL		
3. ¿QUÉ OCASIONA ESTE PROBLEMA?				
6. PLAN DE ACCIÓN				
Causa	Por qué	Acciones	Responsable	7. VALIDACIÓN  _____ Gerente de Planta

Figura 4. Formato Informe A3

## **3.1.4. Banco de proyectos**

### **3.1.4.1. Definición**

El Banco de proyectos es un sistema digital donde todos los involucrados con la mejora continua, de todas las áreas administrativas, equipos de mejora, certificaciones, homologaciones de materiales, y proyectos Lean, están obligados a reportar cada peso que generan sus proyectos mes a mes. Los proyectos inician con la elaboración de la Tarjeta de Mejora, y buscan disminuir desperdicios y obtener ahorros monetarios.

### **3.1.4.2. Implementación**

Este banco muestra una breve explicación de cada proyecto, el monto que se ahorra mensualmente y el ahorro potencial que tendrá a un año, así como el porcentaje de avance de cada proyecto, y la persona responsable del mismo.

El personal que tiene una certificación Six Sigma está obligado a tener por lo menos un proyecto registrado y darle seguimiento durante un año.

La función específica del banco es mostrar los avances de los ahorros que están ligados a los proyectos que buscan la mejora en los procesos.

## Capítulo 4

# Propuesta de mejora para el Modelo Lean de la empresa “E”

Mejorar la metodología que la empresa “E” ha implementado no significa que exista algo mal en ella, al contrario, lo que se busca es llegar a la excelencia, y si se ponen en práctica más técnicas Lean, los beneficios aumentarán.

A continuación, se mencionan las técnicas que se proponen para mejorar el Modelo Lean:

### 4.1. Equipos de trabajo

#### 4.1.1. Definición

El éxito de cualquier empresa es el resultado del trabajo de las personas, ya que su participación, organización y disciplina llevan al cumplimiento de los objetivos.

Un equipo es un grupo de personas que se organizan para realizar una determinada actividad. En el ambiente laboral se forman para satisfacer necesidades específicas dentro de la unidad de trabajo, para que en conjunto aprendan, se ayuden y se motiven.

Para que un equipo logre el éxito debe cumplir con algunas características:

- **Objetivos en común.** Deben trabajar juntos por una meta clara y cuantificable, la cual sea comprendida por todos los miembros y la adopten como suya.
- **Responsabilidades bien definidas.** Aprovechar las capacidades de los miembros del equipo para asignar tareas adecuadas a cada uno.
- **Interdependencia.** Entender que cada uno es independiente porque tienen habilidades y experiencia distinta, sin embargo, una persona no puede hacer todo, quizá desconoce o carece de habilidad, es por eso que necesita de compañeros que logran hacer el trabajo que esta persona no puede.

- Comunicación. Intercambiar información, así como realizar una retroalimentación para que todos conozcan lo que se hace y la forma en la que pueden mejorar.
- Responsabilidad. Reconocer cuando se han obtenido logros, pero también cuando existen errores.
- Liderazgo. Tener a la persona adecuada al frente del equipo, alguien que sea capaz de comunicarse y escuchar a todos, que se haga respetar y a su vez respete a sus compañeros, que dirija correctamente los esfuerzos, reconozca el trabajo bien hecho e identifique los errores para corregir y mejorar.
- Ser positivos. Tomar los errores como puntos de aprendizaje, motivando al equipo a mejorar y a crear ideas innovadoras.

La empresa “E” requiere que las personas trabajen en conjunto, sin embargo, no siempre es fácil lograrlo debido a la diversidad de opiniones. Es por eso por lo que, al proponer equipos de mejora, el personal podrá lograr una mayor unión y por lo tanto el trabajo se desarrollará de mejor manera debido a que se comparte un objetivo en común.

#### 4.1.2. Implementación



Figura 5. Implementación de Equipos de Mejora

### ***1. Identificar al personal.***

El trabajo está enfocado en el área de producción de la empresa “E”, específicamente en los departamentos de laminación y termoformado, donde cada uno cuenta con personal distribuido en tres turnos.

### ***2. Formación.***

Creación de equipos de trabajo, llamados “equipos de mejora continua”, en donde cada departamento conformará uno.

Para facilitar su identificación, fomentar el trabajo en equipo y acercar al personal, desde operadores y ayudantes generales, hasta supervisores, coordinadores y jefes de planta, cada uno debe adoptar un nombre. Para lograrlo el personal debe dar sugerencias y llevar a cabo una votación para elegir el nombre final, de esta manera todos se sentirán cómodos e identificados.

### ***3. Selección de líder***

Todo equipo debe tener un líder que comparte los objetivos de todos los miembros, inspira confianza y posee habilidades de comunicación, adaptabilidad y flexibilidad. La persona que toma este papel en cada equipo de mejora dentro de la empresa “E” es el jefe de departamento, quien será conocido como “líder de equipo”.

Sin embargo, no siempre es fácil la comunicación directa con un jefe de departamento, debido a que está en constante movimiento, por lo que cada turno de cada equipo debe tener un representante, el cual será elegido directamente por ellos, y quien será reconocido como “líder de mejora”, este se encargará de hacer llegar recomendaciones, conflictos o propuestas al líder de equipo.

Existen personas que apoyan al líder de equipo para llevar un buen control de las actividades lean y los responsables, a ellos se les conoce como “enlaces” y son el ingeniero de procesos, el coordinador administrativo y supervisor.

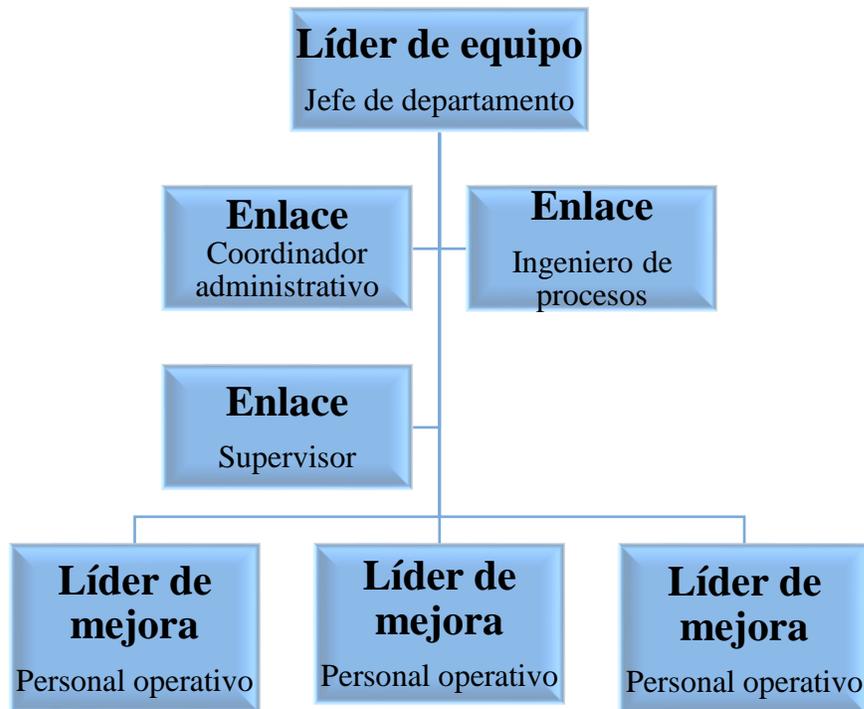


Figura 6. Selección de Líder

#### ***4. Convertir obstáculos en mejoras***

Se ha escuchado con frecuencia que es difícil el trabajo en equipo, ya que existen ciertos obstáculos. Después de realizar una observación en la empresa “E”, se encontraron obstáculos presentados con frecuencia al intentar que el personal trabaje en conjunto, así que, para combatirlos y fomentar la unión de los miembros, se propone implementar los siguientes puntos:

- Egoísmo – Objetivo en común. Dejar de pensar en uno mismo y en los intereses propios para tener un objetivo común, esto llevará a trabajar juntos para conseguirlo.
- Rumores – Comunicación. Dejar de difundir información falsa y concentrarse en lo que realmente importa dentro del equipo de trabajo.
- Desinterés – Cooperación. Interesarse más en el equipo y en las actividades que se deben realizar, tener en mente que, si un miembro no realiza lo que le corresponde, el equipo no podrá lograr el objetivo en común.
- Antagonismo – Compromiso. Dejar a un lado los problemas personales y comprometerse con el equipo, ya que el objetivo común es meramente laboral, por lo que otros temas son innecesarios.

- Individualismo – Compañerismo. Verse y tratarse como compañeros de equipo con intereses comunes.

### 5. Asignar tareas y responsables

Una vez que los equipos estén formados y los miembros se identifiquen y reconozcan, se informa sobre las actividades que deben realizar adicionales al proceso de producción:

Empresa “E” Departamento Lean			
Herramienta Lean	Actividad	Responsable	Participantes
KPI’S	Realizar juntas diarias para discutir los indicadores, proponer mejoras o realizar sugerencias.	Líder de mejora	Todo el equipo de mejora.
Tarjeta de mejora	Proponer ideas de mejora para eliminar desperdicios, optimizar procesos, etc. Se entregan dos por mes.	Enlaces	Todo el equipo de mejora.
Formatos Lean	Observar algún problema o desperdicio dentro de la planta que requiera un plan de acción.	Enlaces	Todo el equipo de mejora.
5 S	Llevar a cabo la implementación y el seguimiento de la metodología.	Líder de equipo	Todo el equipo de mejora.
	Participar en las auditorías para lograr la certificación de cada S.	Enlaces	Todo el equipo de mejora.
Minutas	Registrar opiniones sobre KPI’S discutidos en la junta diaria. Se entrega una minuta por semana.	Líder de mejora	Todo el equipo de mejora.
Banco de proyectos	Elaborar proyectos que busquen reducción de desperdicios y ahorros monetarios.	Líder de equipo	Enlaces
Gestión Visual	Llenar correctamente los tableros de cada máquina con la información solicitada.	Operadores	Operadores, ayudantes generales.

Tabla 1. Asignación de Tareas y Responsables

Como se observa en la Tabla anterior, existen actividades a realizar para poner en práctica cada herramienta Lean; el responsable es el encargado de motivar a los trabajadores para cumplir con las tareas y supervisar que se hagan de la mejor manera. Los participantes son todos los que están comprometidos con la realización de las actividades.

### ***6. Trabajo en equipo***

Convertir los departamentos en equipos de mejora puede ser un paso difícil, pero lograr que se reconozcan, identifiquen y comiencen a combatir los obstáculos puede ser un gran avance. No es un trabajo que se logre de la noche a la mañana, sin embargo, debe ser constante para obtener avances.

Cuando los equipos de mejora ya están conformados y se reconocen como tal, es momento de comenzar con la implementación de las siguientes herramientas.

## **4.2. Las 5 S's**

### **4.2.1. Definición**

El método japonés de las 5 S's consiste en lograr mejoras en los procesos manteniendo un buen ambiente de trabajo, mediante 5 etapas, las cuales son:

- Seiri – Clasificación.  
Separar los artículos que son útiles o necesarios de los que no son en el proceso, retirando estos últimos.
- Seiton – Organizar.  
Asignar un lugar específico a los artículos que se utilizan en el proceso, de esta manera se identifican y localizan fácilmente, regresándolos al mismo después de usarlos.
- Seiso – Limpieza.  
Eliminar y evitar la suciedad en el lugar de trabajo.

- Seiketsu – Estandarización.  
Conservar las actividades logradas en las primeras 3 S aplicando estándares.
- Shitsuke – Disciplina.  
Convertir en un hábito la realización correcta de las actividades estandarizadas.

Si el Departamento Lean tiene definidas las 5 S's se puede implementar este método en los departamentos de la planta, sin embargo, se debe llevar a cabo paso a paso, es decir, cuando los departamentos acrediten una, se procede a trabajar con la siguiente.

Entonces, ¿cómo implementar cada una?

#### 4.2.2. Implementación



Figura 7. Implementación de las 5 S's

##### 1. Informar al personal

Reunir a los equipos de mejora para compartir la información sobre la metodología 5 S's, planificando cada una de las etapas, conociendo las actividades que deben realizarse.

Para comenzar con la cultura de esta metodología, la implementación se realizará por medio de etapas donde cada S representa una.

Todos los departamentos comenzarán con la implementación de la primera S (Limpieza), poniendo en práctica las actividades antes mencionadas. Los jefes de departamento son los encargados de difundir las actividades que son necesarias para cumplir con la auditoría que se realizará cada ocho semanas.

## 2. Primera etapa - Clasificación

- *Identificar los artículos o materiales en el lugar de trabajo.*  
Realizar un inventario colocando en este todos los materiales usados en el proceso.
- *Identificar elementos innecesarios.*  
Dentro del inventario se deben identificar los elementos que no son necesarios dentro del proceso: objetos inútiles, dañados, rotos u obsoletos.

Empresa "E"				
Inventario				
Departamento: Laminación			Fecha:	
Equipo de mejora:				
Artículo	Cant.	Propósito principal	Estado	Observaciones
Artículo 1	1	Manufactura	<del>N</del> /I	Materia prima para fabricación
Artículo 2	3	Limpieza	N/ <del>I</del>	
			N/I	
			N/I	

Figura 8. Formato para Inventario

La Figura 8 muestra el formato del inventario que puede utilizarse, el cual contiene la siguiente información: nombre del artículo, cantidad, propósito principal (manufactura, reparación, mantenimiento, limpieza), estado (necesario, innecesario), observaciones.

- *Etiquetar los elementos innecesarios.*  
De acuerdo al inventario, se colocarán etiquetas rojas en los artículos innecesarios.

**TARJETA ROJA**

Fecha: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_  
 Artículo: \_\_\_\_\_  
 Cantidad: \_\_\_\_\_

Razón:

<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Roto
<input type="checkbox"/> Dañado	<input type="checkbox"/> Obsoleto
Otro _____	

Acción requerida:

<input type="checkbox"/> Eliminar
<input type="checkbox"/> Reubicar
<input type="checkbox"/> Reparar
Otro _____

Figura 9. Tarjeta Roja

- *Eliminar elementos innecesarios*

Todos los artículos que fueron marcados con etiqueta roja deben seguir la acción requerida que fue marcada, como ser retirados del lugar de trabajo, eliminados o en dado caso reparados.

- *Seguimiento y control*

Realizar un informe en el que sean registradas las acciones requeridas para eliminar los elementos innecesarios en el lugar de trabajo, así como anexar el inventario de los elementos que sí son necesarios. Se debe entregar una copia del informe al Departamento Lean, el cual servirá de guía para verificar el avance y auditar.

### 3. Auditoría I S

- Se planean auditorías cada 8 semanas, las cuales deben ser acreditadas para pasar a la siguiente S; en caso de no acreditar, se mantiene en la misma hasta conseguir superarla y llegar a la siguiente.
- El seguimiento del cumplimiento de las 5 S's se realizará por medio de formatos. Para acreditar cada auditoría se debe obtener mínimo el 85% de los puntos posibles.

- Para motivar a los equipos de mejora a que se comprometan con la metodología, el Departamento Lean entregará un diploma a cada miembro del equipo si acredita la auditoría, creando ambición entre el personal para conseguir la meta fijada.
- En el siguiente formato se especifican los puntos más generales que se van a evaluar en la auditoría de la 1 S.

Empresa “E”				
Departamento Lean				
Auditoría 5 S’s				
Departamento:		Fecha:		
Auditor:		Calificación (%):		
Escala: 0 = No cumple    1 = Cumple de forma regular    2 = Cumple muy bien				
<b>1 S – Clasificación</b>				
<i>Objetivo: Identificar los elementos necesarios y separarlos de los innecesarios.</i>				
	Puntos a evaluar: ¿Qué se debe verificar?	0	1	2
1	¿Dentro del área de trabajo existen elementos que no son necesarios en el proceso de producción?			
2	Si existen elementos innecesarios, ¿están identificados como tal?			
3	¿Existe un plan de acción para transferirlos al área que los requiere?			
4	¿Existen elementos dañados, rotos u obsoletos?			
5	Si existen elementos dañados, ¿están clasificados como útiles e inútiles?			
6	¿Existe un plan de acción para repararlos?			
Puntos posibles: <b>12</b>		Puntos obtenidos		

Figura 10. Auditoría 1 S

- Si el equipo de mejora acredita la auditoría 1 S, obtienen su certificación junto con el diploma correspondiente, pero manteniendo el hábito de Clasificación.
- En caso de no acreditar la auditoría el equipo de mejora debe trabajar por ocho semanas más para tener una nueva oportunidad de obtener la certificación.

#### 4. Segunda etapa - Orden

- *Artículos innecesarios.*

Los elementos que fueron etiquetados con tarjeta roja deben retirarse del lugar de trabajo de acuerdo a la acción requerida.

- *Artículos necesarios.*

Los elementos que no fueron identificados con tarjeta roja, y por lo tanto son útiles para el proceso, se quedan en el lugar de trabajo.

- *Listar elementos necesarios.*

Los artículos que ya se definieron previamente como necesarios se colocarán en una lista como la que se muestra en la Figura 11 para definir su frecuencia de uso y un posible lugar de colocación.

<b>Empresa “E”</b>		
<b>Elementos necesarios</b>		
<b>Artículo</b>	<b>Frecuencia de uso</b>	<b>¿Dónde colocar?</b>
Artículo 1	Muchas veces al día	Colocar en el área de trabajo
Artículo 2	Una vez por turno	Colocar cerca del área de trabajo
Artículo 3	No se usa, pero puede llegar a usarse	Colocar en almacén

Figura 11. Elementos Necesarios

- *Asignar un lugar para cada cosa.*

De acuerdo al uso del artículo, su frecuencia y la necesidad de tenerlo cerca del lugar de trabajo o no, se realiza una lista como el formato mostrado en la Figura 12, la cual será colocada en varias áreas del departamento.

<b>Empresa “E”</b>	
<b>Asignación de lugares</b>	
<b>Artículo</b>	<b>Lugar asignado</b>
Artículo 1	Mesa de trabajo
Artículo 2	Tarima de materia prima

Figura 12. Asignación de Lugares

- *Colocar letreros*

Con el fin de facilitar la identificación de los lugares donde va almacenado cada artículo.

- *Colocar leyendas*

Con el fin de recordar al personal que deben regresar los materiales a su lugar.

### 5. Auditoría 2 S

- Al pasar las ocho semanas de implementación de la 2 S se realiza la auditoría correspondiente. Primero se hace la evaluación de la 1 S, ya que, como se mencionó, se le debe dar seguimiento, aunque la certificación ya haya sido otorgada.
- Si la auditoría de la 1 S no se acredita, no tiene caso realizar la 2 S, por lo que el equipo de mejora debe trabajar para que después de ocho semanas pueda ser evaluado.
- Por otro lado, si la auditoría 1 S es acreditada, se procede a evaluar la 2 S, tomando en cuenta el siguiente formato, donde se especifican los puntos más generales para la auditoría de la 2 S.

Empresa “E”				
Departamento Lean				
Auditoría 5 S’s				
Departamento:		Fecha:		
Auditor:		Calificación (%):		
Escala: 0 = No cumple    1 = Cumple de forma regular    2 = Cumple muy bien				
<b>2 S – Orden</b>				
<i>Objetivo: Definir un lugar para cada elemento necesario dentro del proceso de producción, facilitando su localización.</i>				
	Puntos a evaluar: ¿Qué se debe verificar?	0	1	2
1	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento considerado como necesario dentro del proceso?			
2	¿Estos sitios pueden ser identificados correctamente, incluso por gente ajena al departamento?			
3	¿Los elementos necesarios se encuentran en la cantidad ideal para llevar a cabo el proceso de producción de manera adecuada?			
4	Al terminar de ocupar estos elementos, ¿regresan a su lugar?			
5	¿Se identifican a simple vista las áreas de trabajo?			
6	¿Se utilizan códigos de color y/o señalizaciones?			
Puntos posibles: <b>12</b>		Puntos obtenidos		

Figura 13. Auditoría 2 S

- Si se acredita la auditoría, se obtiene la certificación, se les otorga el segundo diploma y se comienza con la implementación de la 3 S, sin descuidar las dos primeras.

- En caso de que no se logre la acreditación de la 2 S, el equipo no logra la certificación y los miembros no obtienen su diploma, por lo cual tendrán que trabajar para que después de ocho semanas vuelvan a ser evaluados hasta lograr conseguir acreditar.

### 6. Tercera etapa – Limpieza

- *Planificar limpieza.*

Realizar un formato en donde estén listadas las actividades de limpieza, así como la zona de trabajo en la que se encuentra y el responsable de la tarea.

A continuación, se muestra un ejemplo:

Empresa “E”		
Asignación de tareas de limpieza		
Departamento: Laminación		Fecha:
Equipo de mejora:		
Zona de trabajo	Actividad	Responsable
Máquina 1	Retirar el polvo de la máquina.	Operador
	Retirar polvo o cualquier elemento del suelo.	Ayudante General

Figura 14. Asignación de tareas de Limpieza

- *Asignación de tareas y materiales a ocupar*

Notificar al personal designado sobre las tareas de limpieza a realizar; se pegará en cada departamento el formato que especifica la actividad y el responsable.

- *Entrega de materiales de limpieza.*

Hacer entrega del material de limpieza requerido para las actividades. El material se encuentra en una zona designada en cada departamento. El personal debe comprometerse a devolverlo cuando termine de utilizarlo, manteniendo el orden.

- *Limpieza*

Se inician las actividades de limpieza como eliminar polvo, aceite o cualquier tipo de suciedad del suelo, maquinaria, mobiliario, paredes, etc. Siempre teniendo como objetivo reducir la suciedad y mantener un ambiente seguro y saludable.

- *Seguimiento.*

La asignación de tarea de limpieza será realizada cada semana, con el fin de mantener un ambiente de trabajo libre de suciedad.

### 7. Auditoría 3 S

- Al pasar las ocho semanas de implementación de la 3 S se realiza la auditoría correspondiente. Primero se hace la evaluación de la 1 S, y después la 2 S; ya que, como se mencionó, se les debe dar seguimiento, aunque la certificación ya haya sido otorgada.
- Si cualquiera de las 2 S´s anteriores no es acreditada, no tiene caso realizar la 3 S, por lo que el equipo de mejora debe trabajar para que después de ocho semanas pueda ser evaluado.
- Por otro lado, si ambas auditorías son acreditadas, se procede a evaluar la 3 S, tomando en cuenta el siguiente formato, donde se especifican los puntos más generales para la auditoría.

Empresa "E"				
Departamento Lean				
Auditoría 5 S				
Departamento:		Fecha:		
Auditor:		Calificación (%):		
Escala: 0 = No cumple    1 = Cumple de forma regular    2 = Cumple muy bien				
<b>3 S – Limpieza</b>				
<i>Objetivo: Mantener el área de trabajo aseada y en buenas condiciones.</i>				
	Puntos a evaluar: ¿Qué se debe verificar?	0	1	2
1	¿El lugar de trabajo está completamente limpio?			
2	Cada miembro del departamento ¿se encuentra limpio, de acuerdo a las actividades que realiza y a sus posibilidades de asearse?			
3	Además de la suciedad, ¿se han eliminado las fuentes de contaminación dentro del área de trabajo?			
4	Los miembros del departamento ¿cuentan con una rutina de limpieza para sus máquinas y área de trabajo?			
5	¿Existen contenedores de basura debidamente identificados?			
6	¿El material de limpieza está debidamente identificado y en el lugar que corresponde?			
Puntos posibles: <b>12</b>		Puntos obtenidos		

Figura 15 Auditoría 3 S

- Si se acredita la auditoría, se obtiene la certificación, se les otorga el tercer diploma y se comienza con la implementación de la 4 S, sin descuidar las tres primeras.
- En caso de que no se logre la acreditación de la 3 S, el equipo no logra la certificación y los miembros no obtienen su diploma, por lo cual tendrán que trabajar para que después de ocho semanas vuelvan a ser evaluados hasta lograr conseguir acreditar.

#### **8. Cuarta etapa - Estandarización**

- *Asignación de tareas y responsables.*  
Concientizar a cada uno de los integrantes del equipo de mejora en lo que debe hacer, así como el momento, el lugar y la forma de hacerlo.
- *Integración de las primeras 3 S's.*  
Convertir las actividades de las primeras 3 S's en hábitos, es decir, volverlas parte de la rutina, realizándolas correctamente.
- *Establecer prácticas.*  
A pesar de que las primeras 3 S's han sido acreditadas, se debe crear una rutina para mantener el compromiso con la implementación, dando seguimiento a la metodología.
- *Control visual*  
Tener a la vista todos los formatos utilizados para dar seguimiento a las 3 S's anteriores, recordando a los miembros del equipo de mejora el compromiso con la implementación de la metodología. Si es posible, asignar un lugar específico dentro del departamento para tener estos formatos.
- *Inspecciones diarias.*  
Los enlaces participan como auditores diarios, es decir, verifican que se esté llevando el seguimiento de las 3 S's anteriores, motivando al personal a cumplir con los objetivos, para que cuando el Departamento Lean realice la auditoría correspondiente, todos los puntos sean evaluados satisfactoriamente.

### 9. Auditoría 4 S

- Al pasar las ocho semanas de implementación de la 4 S se realiza la auditoría correspondiente, haciendo la evaluación de las primeras 3 S's, ya que, como se mencionó, se les debe dar seguimiento, aunque la certificación ya haya sido otorgada.
- Si cualquiera de las 3 S's anteriores no es acreditada, no tiene caso realizar la 4 S, por lo que el equipo de mejora debe trabajar para que después de ocho semanas pueda ser evaluado.
- Por otro lado, si todas las auditorías son acreditadas, se procede a evaluar la 4 S, tomando en cuenta el siguiente formato, donde se especifican los puntos más generales para la auditoría.

Empresa "E"				
Departamento Lean				
Auditoría 5 S				
Departamento:		Fecha:		
Auditor:		Calificación (%):		
Escala: 0 = No cumple    1 = Cumple de forma regular    2 = Cumple muy bien				
<b>4 S – Estandarización</b>				
<i>Objetivo: Dar seguimiento a las primeras 3 S para mantener el lugar de trabajo en perfectas condiciones.</i>				
	Puntos a evaluar: ¿Qué se debe verificar?	0	1	2
1	¿El equipo de mejora es capaz de identificar e implementar las primeras 3 S?			
2	¿Existen herramientas visuales para identificar los elementos que no son necesarios para el proceso?			
3	¿Existe un lugar definido para cada elemento necesario dentro del proceso?			
4	¿El lugar de trabajo se encuentra limpio y ordenado?			
5	Durante la evaluación, ¿se han presentado propuestas de mejora por parte del equipo?			
Puntos posibles: <b>10</b>		Puntos obtenidos		

Figura 16. Auditoría 4 S

- Si se acredita la auditoría, se obtiene la certificación, se les otorga el cuarto diploma y se comienza con la implementación de la 5 S, sin descuidar las cuatro primeras.
- En caso de que no se logre la acreditación de la 4 S, el equipo no logra la certificación y los miembros no obtienen su diploma, por lo cual tendrán que trabajar para que después de ocho semanas vuelvan a ser evaluados hasta lograr conseguir acreditar.

## **10. Quinta etapa - Disciplina**

- *Comprender la 5 S*

La disciplina no es algo que pueda medirse en comparación con las S's anteriores, ya que se trata de la voluntad y conducta del personal para lograr el objetivo.

- *Formación.*

Educar al personal para que aprenda haciendo las cosas. Los líderes deben practicar con el ejemplo.

- *Compromiso.*

El personal debe estar comprometido con las actividades que implica la implementación y seguimiento de cada S, respetando los estándares establecidos.

- *Constancia.*

Convertir la metodología de las 5 S en cultura, es decir, en parte de cada uno de los miembros del personal. Convertir en hábito las auditorías diarias para cumplir el objetivo de las 5 S's.

- *Mejorar continuamente.*

## **11. Auditoría 5 S**

- Al pasar las ocho semanas de implementación de la 5 S se realiza la auditoría correspondiente, haciendo la evaluación de las primeras 4 S's, ya que, como se mencionó, se les debe dar seguimiento, aunque la certificación ya haya sido otorgada.
- Si cualquiera de las 4 S's anteriores no es acreditada, no tiene caso realizar la 5 S, por lo que el equipo de mejora debe trabajar para que después de ocho semanas pueda ser evaluado.
- Por otro lado, si todas las auditorías son acreditadas, se procede a evaluar la 5 S, tomando en cuenta el siguiente formato, donde se especifican los puntos más generales para la auditoría.

Empresa "E"				
Departamento Lean				
Auditoría 5 S				
Departamento:		Fecha:		
Auditor:		Calificación (%):		
Escala: 0 = No cumple    1 = Cumple de forma regular    2 = Cumple muy bien				
<b>5 S – Disciplina</b>				
<i>Objetivo: Convertir en un hábito la implementación de las 5 S</i>				
	Puntos a evaluar: ¿Qué se debe verificar?	0	1	2
1	Cada miembro del equipo de mejora, ¿entiende cuáles son sus responsabilidades dentro del seguimiento de las 5 S?			
2	¿El equipo de mejora ha adoptado como hábito la implementación de las 5 S?			
3	¿Todos los miembros son notificados sobre las evaluaciones y calificaciones en cada auditoría?			
4	¿Se percibe iniciativa por parte de los miembros del equipo de mejora?			
5	¿Se puede visualizar el antes y después de la implementación de 5 S?			
Puntos posibles: <b>10</b>		Puntos obtenidos		

Figura 17. Auditoría 5 S

- En caso de que no se logre la acreditación de la 5 S, el equipo no logra la certificación y los miembros no obtienen su diploma, por lo cual tendrán que trabajar para que después de ocho semanas vuelvan a ser evaluados hasta lograr conseguir acreditar.
- Si se acredita la auditoría, se obtiene la certificación, se les otorga el quinto diploma, lo que indica que el equipo de mejora ha concluido la implementación, y ahora se dedicarán al seguimiento.
- A partir de este momento se realizarán las 5 auditorías semanalmente, es decir, el día lunes se audita Clasificación, el martes Orden, y así sucesivamente. Se espera obtener más de 85% en cada una, ya que, si se llegó a la última fase, se tiene dominio de cada S y por lo tanto solo se da el seguimiento.

## 4.3. Minutas

### 4.3.1. Definición

Una minuta consiste en las anotaciones realizadas durante una reunión, sirve como una referencia documentada y genera que los presentes se comprometan con los acuerdos y decisiones tomadas durante la reunión.

A pesar de su importancia, la minuta no cuenta con un formato preestablecido, esto quiere decir que no hay un consenso de lo que debe contener. En una minuta se debe distinguir principalmente la idea principal y encontrar un lenguaje apropiado para plasmar la información que sea más relevante de una manera ordenada.

A continuación, se mencionan los elementos más importantes que debe contener la minuta y algunas recomendaciones al momento de elaborarla, así no se perderá el tiempo en las juntas y se tendrá un mejor resultado. El formato para generar una minuta es:

- **Datos de la minuta:** En primer lugar, se debe registrar la fecha, lugar, hora, participantes, nombre de la persona moderadora o el encargado de dirigir la reunión, tipo de reunión (mensual, semanal, algún tema en específico o el seguimiento de un proyecto).
- **Agenda:** Esto hace referencia a los puntos acordados a discutir o debatir dentro de la reunión de trabajo.
- **Temas discutidos:** En este punto se anotarán los temas de los cuales se hablaron durante la reunión (es muy importante centrarse en el tema principal, anotar si se llegó a un acuerdo o llegaron a una solución respecto al tema en cuestión, si no se terminó de platicar el tema también se debe registrar, con el fin de tener un respaldo para próximas reuniones, de haber llegado a un acuerdo, se debe colocar si se trató de una votación, debate, etc.)
- **Acciones a tomar y conclusiones:** Se deben registrar las acciones que se van a llevar a cabo, acordar un tiempo para cumplir con el objetivo o lo establecido para la ejecución de cada tarea y concluir el final de la reunión anotando la hora.

No se debe olvidar la importancia de la minuta, ya que está basada en la documentación de lo acordado y debatido en una junta o reunión, por ende, debe estar conformada por cada tema tratado, las conclusiones, acuerdos tomados, las actividades a destinar, las personas que están involucradas en darle seguimiento, el estado actual de las actividades, de manera que todas las personas estén informadas de la situación aun sin haber participado en la reunión.

### 4.3.2. Implementación

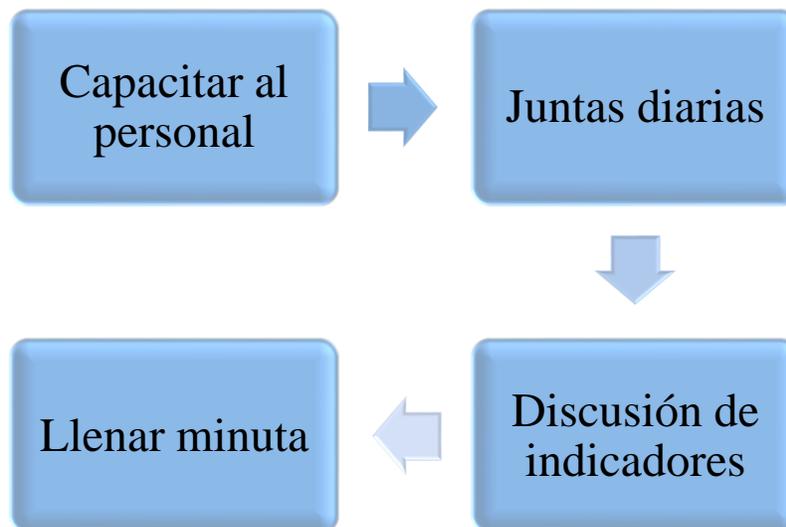


Figura 18. Implementación de la Minuta

#### ***1. Capacitar al personal***

El Departamento Lean capacita a líderes de equipo, enlaces y líderes de mejora para identificar y reconocer los KPI'S, observando los puntos que se deben tratar y discutir con el equipo, de manera que sean comprensibles para todos.

De igual manera, se capacitan para realizar un buen llenado del formato de minuta, colocando la información necesaria.

#### ***2. Juntas diarias***

El líder de mejora motiva al personal para realizar una junta diaria de menos de diez minutos, involucrando a todos y cada uno para participar en la discusión de los KPI'S. Por día se discute un indicador, es decir, el día lunes se habla sobre seguridad, martes productividad,

miércoles calidad, jueves mantenimiento, viernes disciplina y los fines de semana se revisan las Tarjetas de mejora.

### ***3. Discusión de indicadores***

En las juntas diarias, cada trabajador da su opinión respecto a los indicadores, los cuales son registrados en un formato, el cual permite a los líderes de equipo y a los jefes Lean ver qué indicadores pueden mejorarse desde el punto de vista de la mano de obra directa.

Los KPI'S ya son parte de la empresa, pero ahora, se dan a conocer a todo el personal, sin embargo, hacer que los miembros de los equipos de mejora los discutan, permitirá obtener sus puntos de vista y de qué manera consideran que se puedan mejorar para lograr las metas fijadas.

### ***4. Llenar minuta***

El formato propuesto para la minuta se observa en la Figura 19, la manera correcta de llenarlo es el siguiente:

- Colocar nombre del departamento y equipo de mejora, así como la semana (ej. 13/04/20 – 18/04/20) y el nombre del líder de mejora que está organizando la junta.
- Se registran los nombres de todos los miembros que participan en la junta diaria.
- Discutir y dar opiniones sobre el indicador que corresponde por día, motivando a cada miembro del equipo a participar.
- Elaborar un plan de acción, es decir, aportar sugerencias o soluciones a problemas que se presenten en cada indicador, con el fin de mejorar.

Empresa "E"		
Departamento Lean		
Minuta semanal		
Departamento:		Semana:
Equipo de mejora:		Líder de mejora:
Asistencia		
Puntos revisados		
Seguridad	Productividad	Calidad
Mantenimiento	Disciplina	Tarjetas de mejora
Plan de acción		

Figura 19. Formato Minuta

## **4.4. Formatos Lean**

La empresa “E” debe buscar la participación de los equipos en la mejora de los procesos, por lo cual se les brindará capacitación para saber cómo elaborar algunos formatos que expliquen problemas dentro de la planta y lleven a la implementación de un plan de acción.

La empresa “E” solo utiliza el Informe A3 para buscar soluciones a problemas en la planta, ahora se proponen dos herramientas más que servirán para encontrar posibles causas que ocasionan los problemas y que a su vez permitan encontrar acciones que se pondrán en práctica para solucionar, estos formatos son:

- Diagrama Ishikawa
- 5 Por qué's

El Departamento Lean llevará el control de estas herramientas; cada equipo de mejora, (representados por los enlaces), debe elaborar tres herramientas por mes, con el fin de detectar cualquier situación que requiera mejorar. No necesariamente se debe presentar uno de cada uno.

### **4.4.1. Diagrama Ishikawa o Diagrama de causa-efecto**

#### **4.4.1.1. Definición**

El Diagrama Ishikawa es una de las herramientas de mayor utilidad para el orden de ideas, es de gran ayuda para los equipos, grupos, y todas aquellas personas u organismos que estén implicados en la mejora de la calidad.

Este diagrama muestra la relación entre un efecto y las posibles causas de forma ordenada, clara y precisa, lo cual permite una mejor comprensión del caso que se esté estudiando, incluso si se trata de situaciones muy difíciles.

#### 4.4.1.2. Implementación

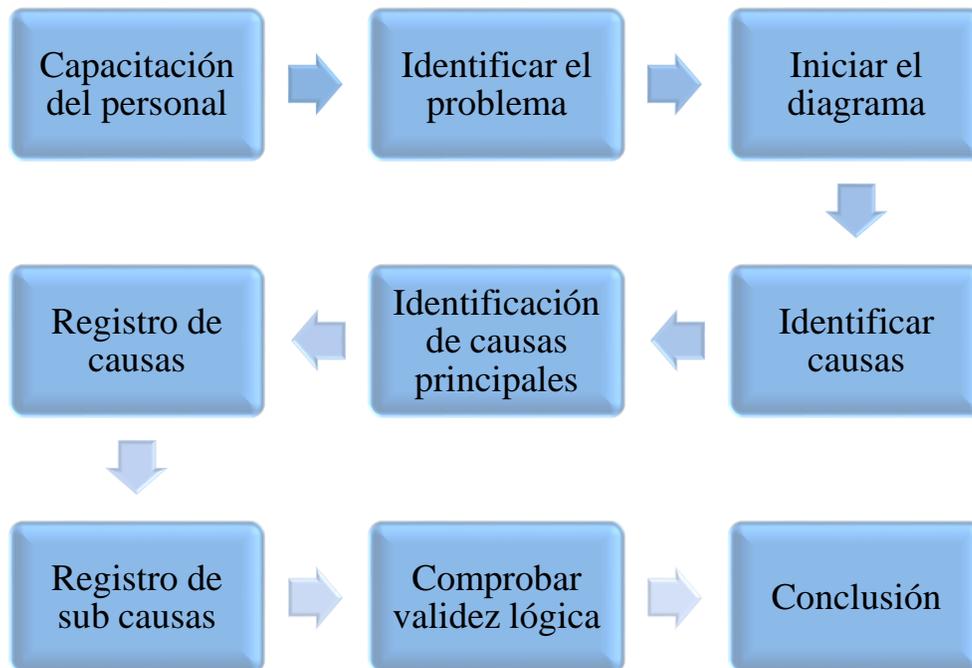


Figura 20. Implementación de Diagrama Ishikawa

##### ***1. Capacitación de personal***

El Departamento Lean, mediante reuniones, debe compartir la información necesaria con el líder de equipo y los enlaces para realizar este formato, como en qué consiste y la forma de elaborarlo. Con el fin de que se involucren y juntos puedan tener una visión más amplia para obtener mejores resultados.

##### ***2. Identificar el problema***

Definir de manera breve y sencilla el efecto o problema, cuyas causas han de ser identificadas. Dicho problema deber ser específico, para que no sea interpretado de otras maneras por parte los miembros de trabajo.

##### ***3. Iniciar el Diagrama***

Colocar el problema dentro de un rectángulo a la derecha del papel donde se realizará el diagrama, este corresponderá al eje central de dicho método, de izquierda a derecha, apuntando hacia el efecto.

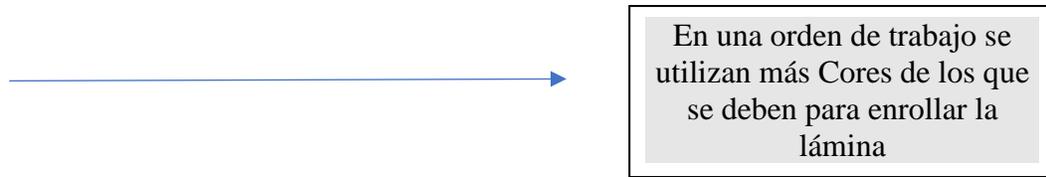


Figura 21. Identificar el Problema

#### ***4. Identificar causas***

Identificar las posibles causas que influyen al efecto o problema en estudio.

En conjunto con las personas que estén analizando la situación se decidirá qué enfoque es el más adecuado para desarrollar este paso:

- Tormenta de ideas
- Proceso lógico paso a paso

En el caso de utilizar una tormenta de ideas, esta será la fuente principal para avanzar a los siguientes pasos, si se desea utilizar un proceso lógico los miembros del grupo irán aportando sus ideas según se vaya construyendo el diagrama.

#### ***5. Identificación de causas principales***

Identificar cuáles son las causas principales e incluirlas en el diagrama.

- a) En primer lugar, se identifican las causas más generales que contribuyen al problema en estudio.
- b) En segundo lugar, se escriben en un recuadro y se conectan con el eje central de la manera siguiente:

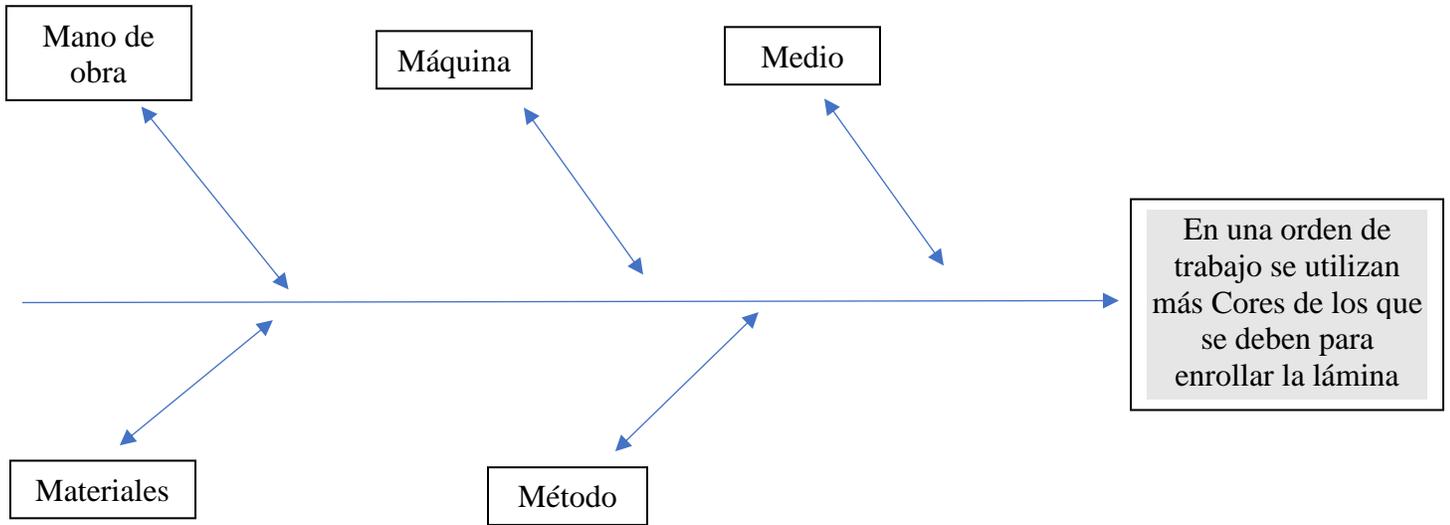


Figura 22. Clasificación de Causas Generales

### 6. Registro de causas

Añadir en cada rama principal las causas como se muestra en la Figura 23:

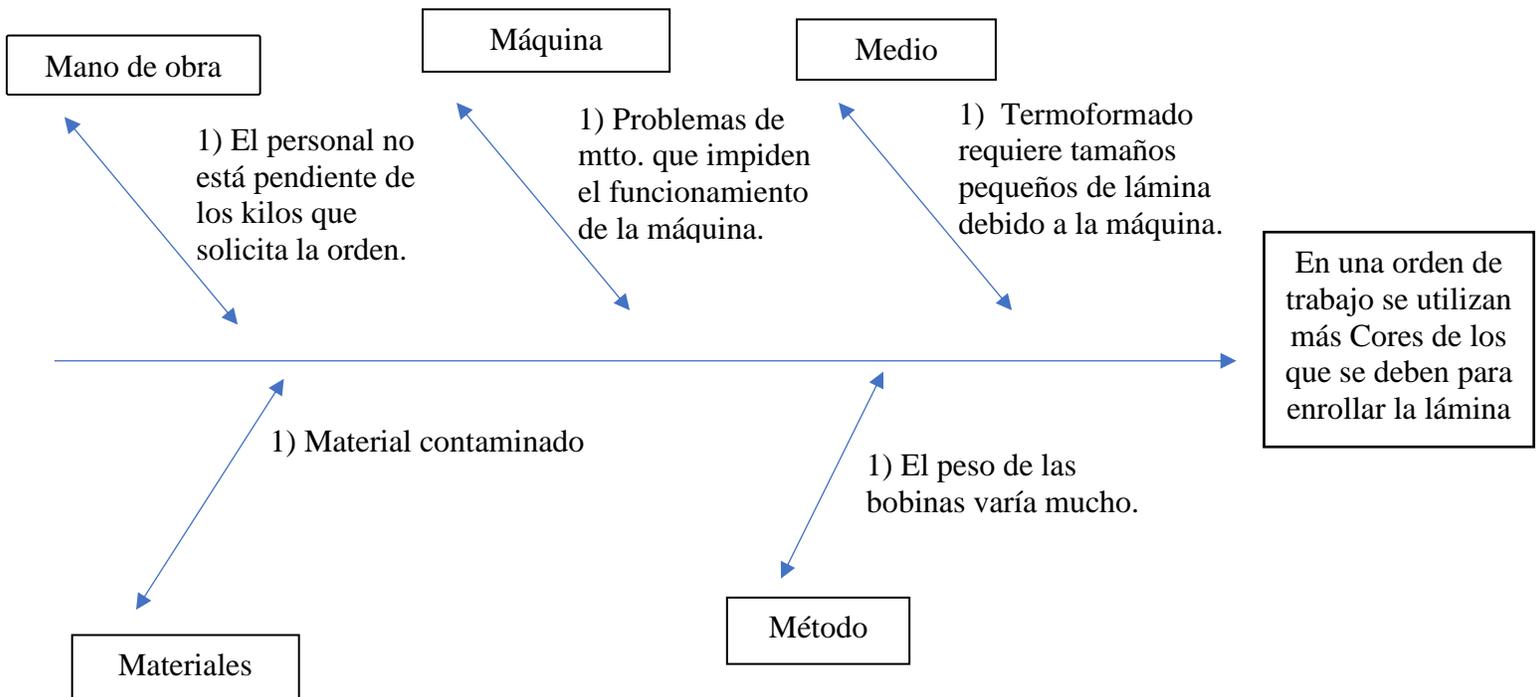


Figura 23. Causas Generales del Problema

## 7. Registro de sub causas

Anotar las causas subsidiarias para las sub causas anotadas en el paso anterior.

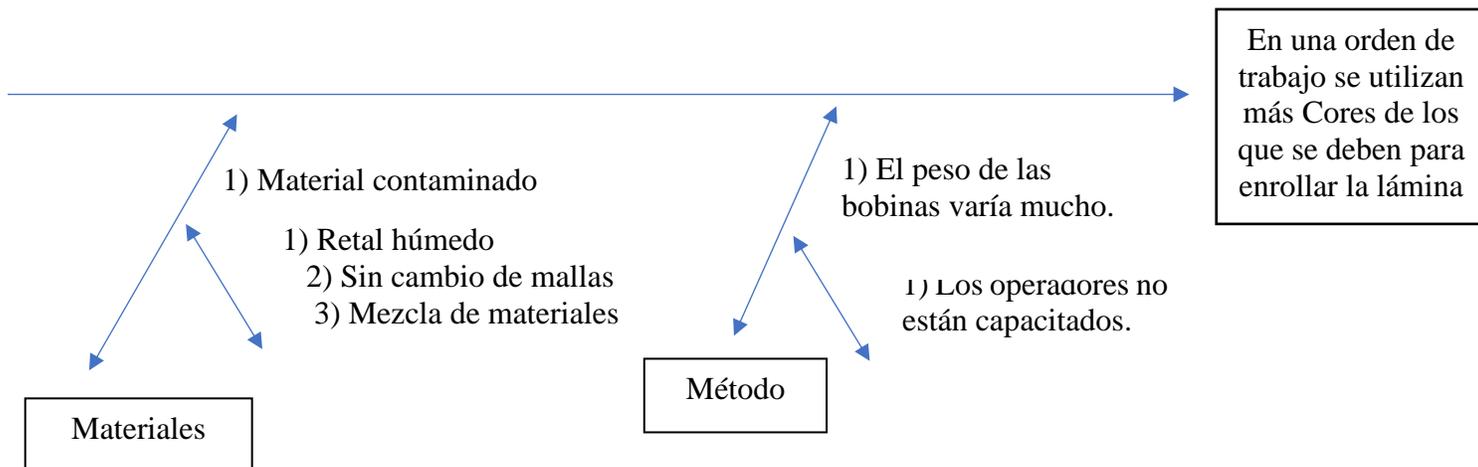


Figura 24. Identificar Sub Causas

## 9. Conclusión

Conclusión y resultado. Como resultado de la utilización de este diagrama Ishikawa tenemos, un formato ordenado y detallado de las posibles causas del problema, sin embargo, se debe analizar cada causa subsidiaria en cada sub causa para encontrar el problema.

### 4.4.2. 5 Por qué's

#### 4.4.2.1. Definición

El objetivo de esta herramienta es determinar la causa raíz de un defecto o problema, haciendo la pregunta “por qué” cinco veces para encontrarla.

Esta técnica fue introducida por Toyota, y se trata de un componente muy importante para dar solución a problemas en una empresa.

Taiichi Ohno afirma que repitiendo la pregunta “por qué” cinco veces, encuentras la causa raíz de un problema, y una solución apropiada para el problema.

#### 4.4.2.2. Implementación

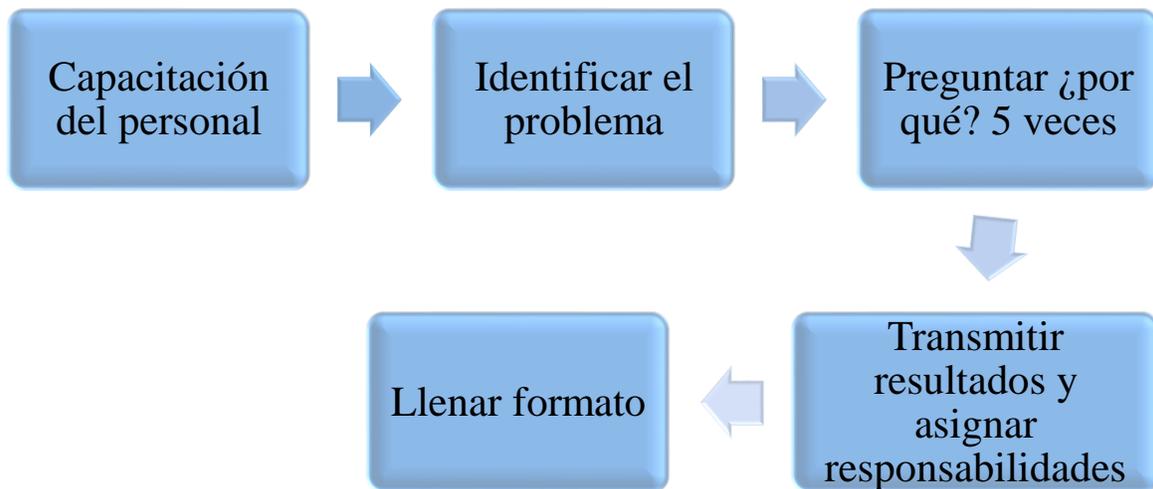


Figura 26. Implementación de 5 Por qué's

##### ***1. Capacitación de personal***

El Departamento Lean, mediante reuniones, debe compartir la información necesaria con el líder de equipo y los enlaces para realizar este formato, como en qué consiste y la forma de elaborarlo. Con el fin de que se involucren y juntos puedan tener una visión más amplia para obtener mejores resultados.

##### ***2. Identificar el problema***

En las juntas semanales los equipos de mejora pueden detectar algún problema y abarcar cualquier categoría, desde el no cumplimiento de una entrega hasta el rechazo del producto por parte del cliente.

Esta herramienta es usada para entender por qué ocurrió algo no planeado, ayudando a la empresa a tomar medidas y efectuar algunos cambios con el fin de que el problema no vuelva a ocurrir.

### 3. Preguntar ¿por qué? 5 veces

Aunque parece ser una tarea muy fácil, es un poco complejo, pero si se comienza correctamente, es más probable que las cosas se vayan solucionando poco a poco. Durante la ejecución de esta herramienta, puede ser que se quieran analizar todos los caminos posibles, sin embargo, esto puede hacer un proceso interminable, ya que al ser un proceso lean, debe permitarnos escoger un solo camino y dar solución a un problema.

Así que partimos del problema para preguntar ¿por qué ocurrió?, considerando esa respuesta como el nuevo ¿por qué?

El siguiente ejemplo muestra cómo debe ser la secuencia para encontrar la causa raíz, tomando una situación de la vida cotidiana:

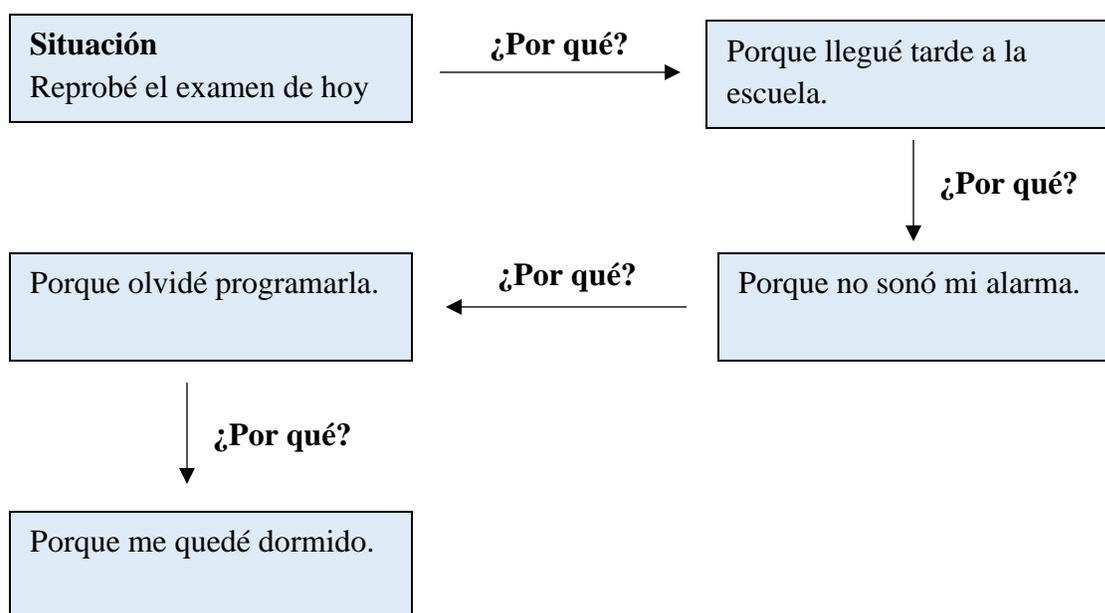


Figura 27. Ejemplo de 5 Por qué's

Como se observa en el ejemplo anterior, la situación inicial o problema fue “Reprobar el examen”, se preguntó ¿por qué? tantas veces fueron necesarias para llegar a la causa raíz que lo ocasionó, siendo esta “se quedó dormido”.

Es importante señalar que no es obligatorio preguntar 5 veces por qué, solo son las suficientes para encontrar la respuesta.

#### ***4. Transmitir los resultados y asignar responsabilidades***

Es importante compartir los resultados obtenidos en el proceso con todo el equipo, así se tendrá una visión sobre los problemas que puede enfrentar la empresa y cómo solucionarlos. El personal también entenderá que la empresa está invirtiendo tiempo para resolver problemas en lugar de hacer caso omiso.

Muchas veces al transmitir los resultados se crea un debate, esto es algo positivo, ya que hace pensar a los equipos y reflexionan sobre las cosas que están haciendo mal, por ende, una vez realizada la herramienta de los 5 por qué's, hay que emparejar cada pregunta con una respuesta y determinar acciones correctivas relevantes en las que todos estén de acuerdo. Estas acciones darán solución al problema que se está analizando.

#### ***5. Llenar formato***

El formato propuesto para 5 Por qué's se observa en la Figura 28, la manera correcta de llenarlo es el siguiente:

- Colocar nombre del departamento y equipo de mejora, así como la persona que lo elabora y la fecha en que se detecta el problema.
- Identificar el problema.
- Se pueden añadir imágenes que demuestren el problema.
- Se inicia con la secuencia de preguntas ¿por qué?
- Se registra la causa raíz del problema que se obtuvo con el último ¿por qué?
- Se realizar el plan de acción, registrando el responsable de la actividad y la fecha tentativa.

Empresa "E"				
Departamento Lean				
5 Por qué's				
Departamento:			Elaborado por:	
Equipo de mejora:			Fecha de detección:	
Problema actual				
1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	5. ¿Por qué?
Respuesta 1:		Respuesta 2:		Respuesta 3:
Causa raíz del problema:				
Acción		Plan de acción	Responsable	Fecha
Preventiva	Correctiva			

Figura 28. Formato 5 Por qué's

## **4.5. TPM**

### **4.5.1. Definición**

La Gestión Visual TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas, su objetivo es facilitar la forma de trabajo “justo a tiempo”.

TPM es una filosofía de mantenimiento, su principal objetivo es la eliminación de las pérdidas de producción debidas al estado de los equipos, con esto se logra mantener a los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima, con la calidad esperada y sin paradas no programadas.

Se obtiene:

- Cero averías.
- Cero tiempos muertos.
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos.
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debido al estado de los equipos.

El mantenimiento ha sido visto tradicionalmente como una parte separada del departamento de producción, sin embargo, TPM surgió para integrar ambos departamentos, tanto el de mantenimiento como el de producción, para mejorar la productividad y la disponibilidad de los equipos.

Implementar TPM, toma en cuenta que su base gira en cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la “eficacia global”.

- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

El tiempo necesario para completar el programa varía de 2 a 3 años, y se desarrollará de la siguiente manera:

#### 4.5.2. Implementación

El Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), desarrolló un método que consta de 7 fases, su objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para llevar a cabo el programa y tener éxito, por lo que, basados en este método, los pasos que la empresa “E” seguirá para la implementación son:

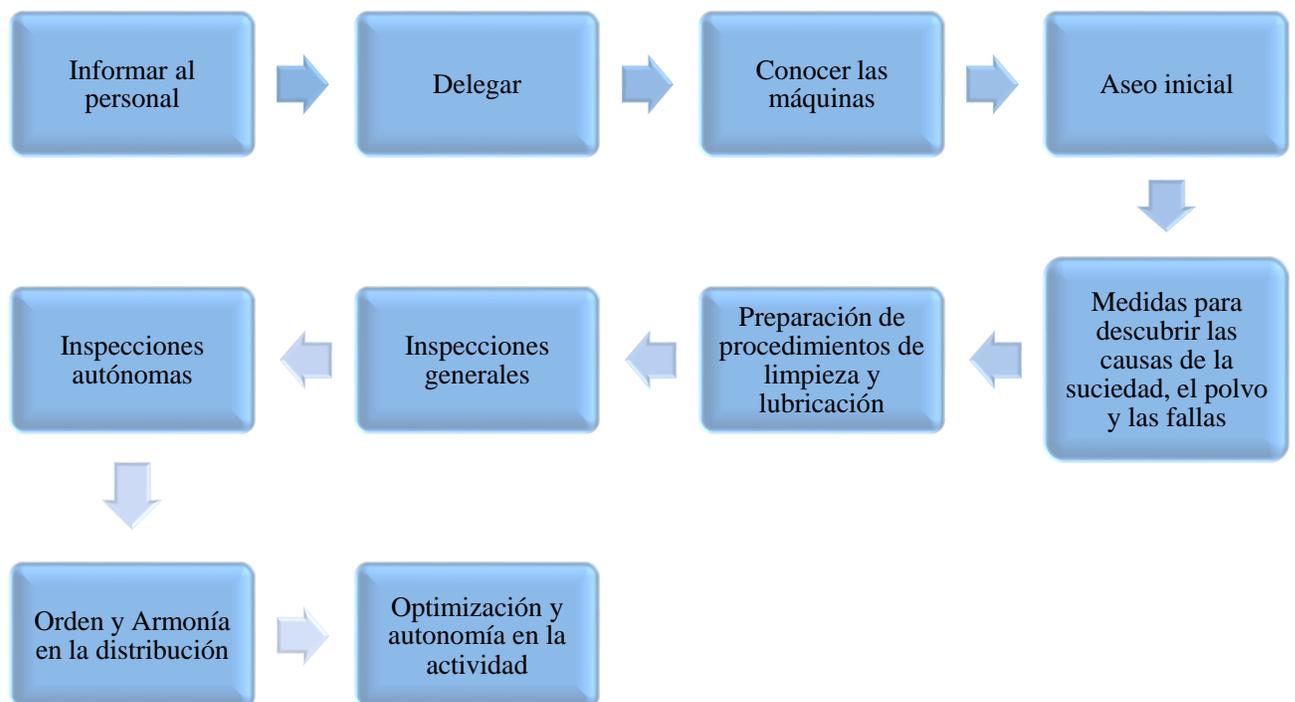


Figura 29. Implementación de TPM

### ***1. Informar al personal***

La Gerencia da a conocer a toda la empresa su decisión de poner en práctica TPM. El éxito del programa depende del esfuerzo que ponga la Gerencia General en su anuncio a todo el personal. Se puede llevar a cabo con una campaña masiva de información y entrenamiento a todos los niveles de la empresa de tal manera que todo el mundo entienda claramente los conceptos de TPM. Deben utilizarse todos los medios posibles como charlas, posters, diario mural, etc., de tal manera que se cree una atmósfera favorable al inicio del programa.

### ***2. Delegar***

Se crean organizaciones para promover TPM, como el Comité de Mantenimiento apoyado de los equipos de mejora para analizar cada tema. Se definen y emiten las políticas básicas y las metas que se fijarán al programa TPM. Con este objeto se realiza una encuesta a todas las operaciones de la empresa a fin de medir la efectividad real del equipo operativo y conocer la situación existente con relación a las "6 Grandes Pérdidas". Como conclusión se fijan metas y se propone un programa para cumplirlas.

Se define un plan maestro de desarrollo de TPM que se traduce en un programa de todas las actividades y fases.

### ***3. Conocer las máquinas***

Se inicia el análisis y mejora de la efectividad de cada uno de los equipos de la planta. Se define y establece un sistema de información para registrar y analizar sus datos de fiabilidad y mantenibilidad. Se puede usar un formato como el que se muestra a continuación.



#### ***4. Primera fase - Aseo inicial***

Comenzar con la limpieza de las máquinas, retirando el polvo y la suciedad, a fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación y se ajustan sus componentes.

#### ***5. Segunda fase - Medidas para descubrir las causas de la suciedad, el polvo y las fallas***

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado. Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular (fugas de aceite, por ejemplo), se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas (limpiar y lubricar).

#### ***6. Tercera fase - Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación***

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción: Se preparan procedimientos estándar con el objeto de que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

#### ***7. Cuarta fase - Inspecciones generales***

Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y checar el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

Se implementa un sistema de mantenimiento programado en el departamento de mantenimiento.

#### ***8. Quinta fase - Inspecciones autónomas***

Se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina, iniciando el entrenamiento a operadores y mantenedores a fin de mejorar sus conocimientos y habilidades.

<b>Empresa "E"</b>				
<b>Departamento Lean</b>				
<b>Mantenimiento Autónomo</b>				
<b>Máquina</b>	<b>Operador</b>	<b>Fecha</b>	<b>Turno</b>	<b>Revisó (supervisor)</b>

<b>ESTADO</b>		<b>ACTIVIDADES / PUNTOS DE LIMPIEZA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
(✓)	(X)		
		SE CUENTA CON LOS ARTICULOS NECESARIOS DE LIMPIEZA. ü Cepillos/Fibras/Escobas ü Trapos/Franelas ü Desengrasante/ Jabón	
		DESENERGIZAR TODAS LAS FUENTES DE ENERGÍA PELIGROSA. ü Desconecte o apague todas las máquinas o motores ü Bloquear el movimiento de las piezas de la máquina.	
		ASIGNAR LAS ACTIVIDADES DE LIMPIEZA DE SU EQUIPO. ü Limpieza de máquina ü Retiro de basura ü Limpieza de herramienta	
		APLICAR LA SOLUCIÓN DESENGRASANTE. ü Aplicar el desengrasante en zonas con grasa ü Aplicar a las herramientas que tengas grasa.	
		QUITAR LA SOLUCIÓN. ü Quitar la solución aplicada con una franela.	
		SEPARAR LA BASURA Y LAS HERRAMIENTAS. ü Una vez terminada la limpieza seleccionar la basura y las herramientas para dejarlas en su sitio destinado. ü El material de limpieza colocarlo en su lugar.	

Figura 31. Formato Mantenimiento Autónomo.

### 9. Sexta fase - Orden y Armonía en la distribución

La estandarización y los procedimientos de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total, que es la filosofía que inspira tanto el TPM como el JIT. Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, etc.

### 10. Séptima fase - Optimización y autonomía en la actividad

La última fase tiene como objetivo desarrollar una cultura hacia la mejora continua en toda la empresa: se registra sistemáticamente el tiempo entre fallos, se analizan éstos y se proponen soluciones. Y todo ello, promovido y liderado por el propio equipo de producción.

Empresa "E" Departamento Lean Paros de Máquina							
Operador	Fecha	Inicio de Falla (hora)	Inicio de reparación (hora)	Final de reparación (hora)	Puesta en marcha la máquina (hora)	Tiempo total de reparación (min)	Observaciones/Soluciones

Figura 32. Formato De Paros de Máquina por Turno

## **3.5.6. Gestión visual**

### **3.5.6.1. Definición**

La Gestión Visual, es una herramienta Lean, esta nos ayuda a trabajar de forma estandarizada y a simplificar la gestión de los procesos y los flujos de información. La Gestión Visual se define como un sistema que utiliza sobre todo formatos visuales, para distribuir la información necesaria para la gestión operativa entre las personas involucradas.

Esta herramienta ayuda en la mejora de las actividades, involucra tanto a los responsables de cada área, así como a los operadores, facilitando información que influye en la toma de decisiones y acciones rápidas y eficaces, con el objetivo de resolver anomalías y evitar problemas.

La Gestión Visual permite conocer a primera vista lo que realmente está sucediendo y lo que debería estar sucediendo, de forma que cualquier error se haga visible, así se van a detectar los problemas en su fase inicial, si no podemos ver nuestros problemas, no podremos resolverlos.

Mediante los sistemas de Gestión Visual, la información llega a todo el mundo, desde operadores hasta directivos, esto facilita la comunicación y el intercambio para mejores prácticas. De esta manera cualquier persona sabe cuáles son sus procesos, el estado de las actividades y su progresión.

	GESTIÓN TRADICIONAL	GESTIÓN VISUAL
METODOLOGÍA	RECOGIDA DE DATOS  ELABORACIÓN  ANÁLISIS  POCAS PERSONAS INVOLUCRADAS	RECOGIDA DE DATOS  ELABORACIÓN  INFO. DISTRIBUIDA  MUCHOS INVOLUCRADOS
INFORMACIÓN	SOLO RESPONSABLE	A TODOS LOS AFECTADOS
FEED-BACK	LENTO	INMEDIATO
DIVISIÓN DE ROLES	SEPARACIÓN CLARA ENTRE QUIEN PIENSA Y QUIEN OPERA	ALGUNOS GESTIONAN MUCHOS COLABORAN

Figura 33. Gestión Tradicional vs Gestión Visual

La Gestión Visual puede ser utilizada para comunicar y compartir cualquier información necesaria para el cumplimiento y mejora de los estándares operativos, tales como:

- Estándares de los ciclos de trabajo de las actividades que se dan en el área: instrucciones visuales, códigos de colores / ubicaciones...
- Gestión de las máquinas e instalaciones: tableros para las actividades de mantenimiento programado, ficha de registro de las anomalías detectadas, check list de control de las instalaciones...
- Actividades de mejora: buzón para recogida de propuestas y sugerencias, tablones para las ideas implementadas, áreas delimitadas para reuniones de sección.
- Indicadores de proceso: gráficos indicadores de objetivos, resultados y diferencias.

Para los indicadores de Gestión Visual, se deben establecer unos pasos previos antes de su desarrollo:

- Decidir el tipo de proceso que se quiere controlar
- Determinar quién necesita esta información
- Determinar las mejoras que se quieren realizar
- Determinar el sistema de control visual

La Gestión Visual, se puede aplicar a cualquier organización y nivel de la misma, cuyo objetivo y utilidad básica es diagnosticar y controlar adecuadamente un proceso, ya que ayuda a comunicar mejor y con ello se logra trabajar con mayor eficiencia.

Pero ¿qué se pretende conseguir con la gestión visual?

- Indicar al trabajador sus objetivos en cada momento, teniendo en cuenta la actividad realizada en el pasado y la capacidad futura.
- Eliminar el traspaso de información individualizada, involucrando a todas las personas relacionadas con dicho proceso.
- Detectar anomalías en productos, servicios, equipo y procesos a simple vista.
- Que el estándar sea claro y esté a la vista.
- Reaccionar con rapidez ante los problemas y saber qué medidas correctivas llevar a cabo para resolver los problemas.

## 4.6.2. Implementación



Figura 34. Implementación de Gestión Visual

### ***1. Determinar la información que queremos compartir***

Identificar qué información queremos que llegue al personal para que posteriormente se le asigne la ubicación adecuada para ser visible y fácil de detectar por todo el personal.

Información para compartir:

- Datos de producción en cada máquina
- Código de colores para clasificación de basura
- Señalizaciones
- Recordatorios y avisos
- Buzón de sugerencias

### ***2. Datos de producción en cada máquina***

Se colocarán tableros en cada una de las máquinas, los cuales brindan información importante sobre la producción.

Estos tableros contienen el nombre de la máquina, las piezas o kilogramos que deben producir por turno y una división en donde el operador debe colocar su nombre y las unidades que

produjo durante su turno para colocar una paloma en caso de haber cumplido con la meta, o de lo contrario colocar un tache.

Estos tableros se llenan con plumones que permiten borrar la información y actualizar diariamente.

La Figura 35 representa la forma de los tableros que serán colocados en cada una de las máquinas:

Empresa “E”							
Departamento Lean							
Máquina		Meta unidades/turno		Turno		Unidades fabricadas	
				1			
				2			
				3			
Operador	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo

Figura 35. Tablero Visual para cada Máquina

### 3. Código de colores para clasificación de basura

La empresa “E” cuenta con un sistema para separar la basura, existen cuatro contenedores:

- Orgánicos. Provenientes de animales o plantas, como desechos de comida.
- Reciclables. Desechos que pueden volver a utilizarse como productos de aluminio (latas), plástico (botellas, bolsas), vidrio (botellas), papel (periódicos, hojas, revistas) y cartón.
- No reciclables. Materiales que después de haber sido usados ya no cuentan con otra utilidad.
- Peligrosos. Desechos que son inflamables, reactivos, corrosivos o tóxicos como cualquier tipo de material cubierto de aceite, baterías.

Para identificar los contenedores, cada uno tiene un letrero que indica lo que debe colocarse, en ocasiones los letreros se desprenden y dificultan que los contenedores sean llenados correctamente.

Si se asigna un color a cada contenedor, podrán ser identificados de mejor manera, para que no sea necesario el uso de letreros.

Por lo tanto, el código quedaría de esta manera:

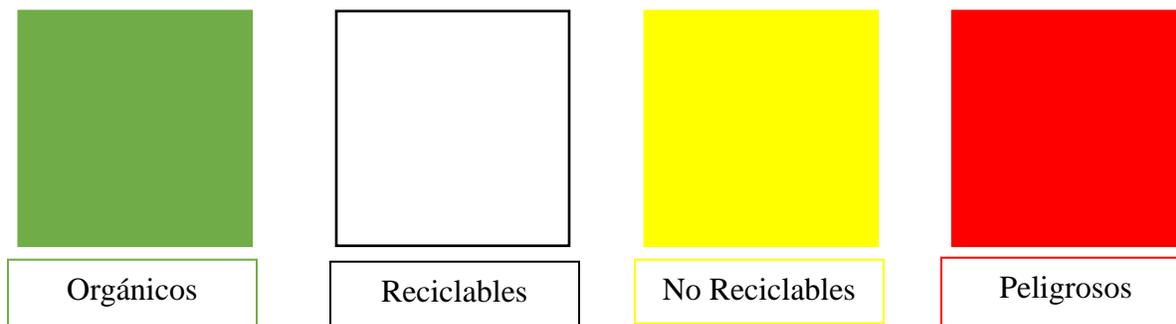


Figura 36. Código de Colores para Contenedores de Desechos

#### ***4. Señalizaciones***

Mostrar letreros que permitan la identificación de:

- Ubicación de materiales
- Salidas de emergencia
- Rutas de evacuación
- Estación de sanitización
- Extintores
- Botiquín de emergencias
- Personal autorizado
- Riesgo eléctrico
- Bebedero de agua potable

#### ***5. Recordatorios y avisos***

- Regresar material al lugar
- No usar celular sin permiso
- Lavar constantemente las manos
- Aviso de juntas o reuniones

- No ingerir alimentos
- No fumar

#### ***6. Buzón de sugerencias***

Dentro de cada departamento existirá un contenedor para depositar opiniones y sugerencias del personal.

## Capítulo 5

### Implementación de una propuesta de mejora

#### 5.1. Antecedentes

Después de conocer los procesos de producción y en qué consiste la metodología Lean Manufacturing dentro de la empresa “E”, se buscó la manera de implementar una mejora, en cualquiera de los departamentos de Laminación y Termoformado.

Por medio de la observación se buscó algún tipo de desperdicio dentro de la planta, poner en práctica la metodología Lean y llevar a cabo un proyecto que permita generar ahorros dentro de la empresa, en donde puedan verse reflejados los beneficios de Lean Manufacturing.

Dentro del departamento de Laminación, el plástico se enrolla en cilindros de cartón llamados “cores”, y de acuerdo con los kilos que sean solicitados en la orden de trabajo, se ocupan los necesarios para completarla.

Sin embargo, se detectó que estos cilindros utilizados dentro de la orden son más que los solicitados al momento de iniciar, es decir, si en una orden se pidieron 10 cores, los operadores utilizan 20, por lo que se decidió detectar la causa raíz de este problema.

Antes de comenzar con el uso de herramientas Lean y documentar información, se realizó una investigación con el personal que está directamente relacionado con esta operación, además de observar personalmente lo que estaba ocurriendo, esto nos permitió recolectar la información necesaria para comenzar a implementar herramientas como Diagramas Ishikawa, 5 Por qué's e Informes A3.

#### 5.2. Implementación de herramientas Lean

##### *1. Diagrama Ishikawa*

Utilizado para detectar las posibles causas de este problema de producción, de acuerdo a la observación en planta y a entrevistas con los operadores que se encargan de este producto.

En este diagrama, la empresa “E” se enfoca en las 5 M’s, las cuales son: mano de obra, máquina, medio, método y materiales, por lo que las causas posibles se clasificaron de esta manera:

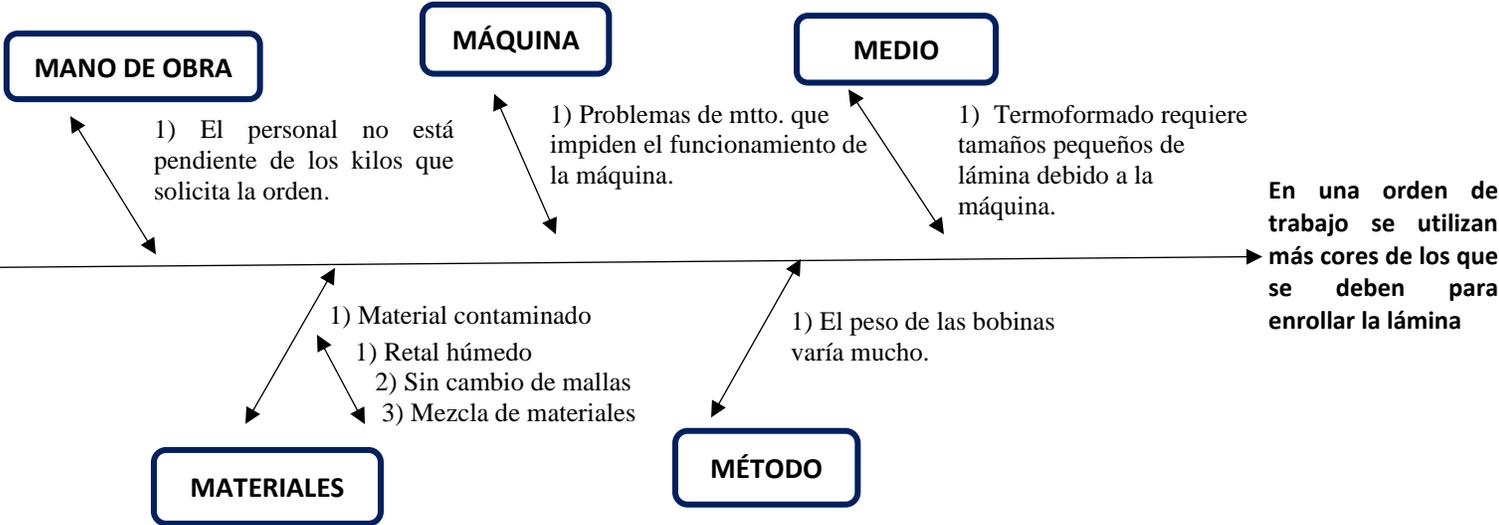


Figura 37. Diagrama Ishikawa

La metodología Lean nos indica que no debemos enfocarnos en los trabajadores, sino en los procesos, los cuales debemos analizar para implementar mejoras. Es por eso que, de todas las causas enlistadas, se decidió trabajar en las clasificadas dentro del método: “El peso de las bobinas varía mucho”.

**2. 5 Por qué’s**

Al elegir la causa en el Diagrama Ishikawa, se optó por encontrar la causa raíz con un formato 5 Por qué’s, el cual también requirió de observación durante el proceso y de interacción constante con el personal.

A continuación, se presenta la información recopilada dentro del formato.

Empresa "E"				
Departamento Lean				
5 por qué				
Departamento: <i>Laminación</i>			Elaborado por: <i>Yuliana Ramírez</i>	
Equipo de mejora: <i>Laminadores</i>			Fecha de detección: <i>junio 2020</i>	
Problema actual				
<i>En una orden de trabajo se utilizan más cores de los que se deben para enrollar la lámina.</i>				
1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	5. ¿Por qué?
<i>¿Por qué se utilizan más cores de los que se deben en una orden de trabajo?</i>	<i>¿Por qué varía el peso de las bobinas?</i>	<i>¿Por qué la lámina se corta antes de que llegue a un peso promedio?</i>	<i>¿Por qué cambia el calibre?</i>	<i>¿Por qué el mezclado no cubre las necesidades de la lámina?</i>
<b>Respuesta 1:</b> <i>Porque el peso de las bobinas varía mucho.</i>	<b>Respuesta 2:</b> <i>Porque la lámina se corta antes de que llegue a un peso promedio.</i>	<b>Respuesta 3:</b> <i>Porque el calibre cambia y ya no cumple con las especificaciones.</i>	<b>Respuesta 4:</b> <i>Porque el mezclado ya no cubre las necesidades de la lámina.</i>	
Causa raíz del problema: <i>La tolva se vacía debido a que los operadores no revisan constantemente y no se anticipan.</i>				
Acción		Plan de acción	Responsable	Fecha
Preventiva	Correctiva			
X		<i>Anticiparse al vaciado de la tolva, revisando constantemente y manteniendo material en esta.</i>	<i>Operadores</i>	<i>Junio 2020</i>
	X	<i>Estandarizar el peso de las bobinas de acuerdo a las necesidades de la orden de trabajo.</i>	<i>Operadores</i>	<i>Junio 2020</i>

Figura 38. 5 Por qué's

Después de implementar esta herramienta, observamos que la causa raíz del problema era el vaciado de la tolva debido a que los operadores no la revisan constantemente y no se anticipan a llenarla.

Como se ha manejado anteriormente, el problema dentro de la planta se debe a que se utilizan más cores de los que deben en una orden de trabajo, debido a la variación de pesos que existe cuando se enrolla la lámina.

Gracias al desarrollo del Diagrama Ishikawa y el formato 5 Por qué's se descubrieron las causas del problema y se realizó un plan de acción que contiene las actividades para mejorar esas causas, así como el responsable de llevarlas a cabo.

### ***3. Informe A3***

Al tener claro el problema y sus causas, se procede a la idea de mejora, la cual consiste en ahorrar cores para enrollar la lámina, pero, ¿cómo se puede lograr? La solución es estandarizar el peso promedio de las bobinas de acuerdo a los kilos solicitados, siempre y cuando se lleve a cabo el plan de acción establecido, atacando la causa raíz.

Con esto se espera obtener ahorros monetarios, ya que al utilizar los cores correctos en cada orden de trabajo, se disminuirá el pedido de los mismos, por lo tanto, el costo de fabricar el producto (lámina) reducirá.

El ahorro mensual que se planea obtener mensualmente aún no se tiene, ya que primero se debe hacer un estudio más profundo, sin embargo, es seguro que no requiere de inversión, ya que la adquisición de cores siempre es constante.

Con la información anterior se hace el llenado del Informe A3, la cual se presenta a continuación:

<b>Empresa “E”</b> <b>Departamento Lean</b> <b>A3</b>		Departamento: <i>Laminación</i>		5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN					
		1. DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA <i>Ahorro en el uso de cores para enrollar bobinas.</i>		<i>Estandarizar el peso promedio de las bobinas de acuerdo a los kilos que se soliciten, de esta manera se usarán menos cores.</i>					
2. DESPERDICIO IDENTIFICADO Sobreproducción <input type="checkbox"/> Sobreinventario <input type="checkbox"/> Tiempo <input type="checkbox"/> Mov. innecesarios <input type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Retrabajo <input type="checkbox"/> Sobrepesamiento <input type="checkbox"/> Otro <u>Variación</u>		4. SITUACIÓN ACTUAL  <i>En una orden de trabajo se utilizan más cores de los que deben para enrollar la lámina.</i>							
3. ¿QUÉ OCASIONA ESTE PROBLEMA? <i>La tolva se vacía debido a que los operadores no revisan constantemente y no se anticipan.</i>									
7. PLAN DE ACCIÓN									
Causa		Por qué		Acciones		Responsable		8. VALIDACIÓN	
El personal no está pendiente de los kilos que solicita la orden		En ocasiones fabrican más kilos de los que se deben.		Proporcionar los pesos estandarizados para cada bobina.		Jefe de departamento			
Problemas con la máquina que impiden su funcionamiento.		No se realiza mantenimiento preventivo.		Programar mantenimientos preventivos.		Mtto.			
Material contaminado.		Retal húmedo		Designar un lugar seco para almacenar los retales.		Supervisor			
		Mezclan materiales de órdenes anteriores		Hacer limpieza de máquina al cambiar de producto.		Operadores			
		Cambio de mallas		Cambiar mallas por lo menos 1 vez en cada turno.		Operadores		<hr/> Gerente de Planta	

Figura 39. Informe A3



Antes de que la Tarjeta de Mejora sea presentada al Departamento Lean y se comience con la implementación de la idea que tendrá ahorros monetarios reflejados mensualmente, se debe realizar una investigación que lo compruebe y respalde, para que sea analizada y pueda convertirse en un proyecto, el cual será gestionado a través del Banco de proyectos.

A continuación, se presenta la propuesta que, si es aprobada por el Departamento Lean, se convertirá en proyecto:

### ***“Ahorro en el uso de cores para enrollar bobinas.”***

**Departamento:** Laminación

#### **Objetivo**

Estandarizar el peso promedio de las bobinas de acuerdo a los kilos que se soliciten, de esta manera se usarán menos cores y se logrará obtener ahorros monetarios.

#### **1. Análisis de productos**

Se analizaron todos los productos que se fabrican en el área de laminación, de los cuales se eligió la lámina “X” para trabajar, ya que es el producto que cuenta con más órdenes de fabricación, es decir, es solicitado mínimo cuatro veces al mes, en un promedio de 20 toneladas por orden.

#### **2. Costo estimado para fabricar una orden de lámina “X”**

Para comenzar con el estudio, se muestra a continuación una tabla que contiene la lista de artículos necesarios para fabricar 20 toneladas de la lámina “X”, así como la cantidad que se estima usar y el costo que implica cada uno:

Descripción	Moneda	Cantidad estimada	Unidad	Precio	Total
Resina 1	MXP	5280	Kg	\$ 24.7971	\$ 130,928.69
Resina 2	MXP	1760	Kg	\$ 29.9474	\$ 52,707.42
Retal 1	MXP	10560	Kg	\$ 25.7292	\$ 271,700.35
Core	MXP	32	Pz	\$ 83.1554	\$ 2,660.97
Playo	MXP	32	Kg	\$ 128	\$ 4,096
					<b>\$ 462,093.44</b>

Tabla 2. Artículos Necesarios para Fabricar Lámina “X”

De acuerdo con la Tabla 2, el costo total para fabricar 20 toneladas de lámina “X” es de \$462,093.44, estimando usar 32 cores.

### 3. Consideraciones

\* Es importante mencionar que la experiencia que tienen los operadores del departamento de laminación facilita la implementación de esta mejora, ya que ellos pueden identificar a simple vista un promedio del peso de la lámina, sin necesidad de pesarla, por lo que les será fácil tener una idea del momento en que deben cortarla e iniciar una nueva.

\* Si hay algún peso a respetar para cualquier producto, se debe considerar para llevar a cabo el estándar. Sin embargo, para el caso específico de la lámina “X”, termoformado no pide ningún peso límite, por lo que se procederá con la estandarización

\* Un punto importante a considerar, es que de acuerdo con las normas de uso de cores proporcionadas por la empresa “E”, el peso máximo que puede soportar un core es de 2.5 toneladas.

\* Para esta orden de trabajo se solicita fabricar 20 toneladas de lámina utilizando 32 cores. Revisando órdenes anteriores de este mismo producto, se sabe que el peso de las bobinas ha variado, van desde 200 kg hasta 1.2 toneladas.

#### 4. Observación

Tomando en cuenta las consideraciones, se observaron durante una semana las bobinas que fueron producidas en una orden de fabricación de 20 toneladas, obteniendo los siguientes resultados:

735.2	844.5	976.4	1209	845.8	530.2	721.6	705	890	900
689.5	390	480	500.5	670.6	750	560.4	795.2	732	493
460	630	240	257.8	490.6	540.2	240	227	390.5	502
672	750	210							

Tabla 3. Pesos en kg de Bobinas en una Orden de Fabricación

Para esta orden se utilizaron 33 cores. De acuerdo con la lista de materiales de la Tabla 3 se utilizó un core más de lo previsto.

Las causas más comunes de la variación de pesos son las que se registraron previamente en el Diagrama Ishikawa y 5 Por qué's.

#### 5. Poner en marcha el plan de acción

Para poder estandarizar el peso promedio de las bobinas de esta lámina y usar menos cores, primero tenemos que revisar las distintas causas que pueden llevar a usar más de los que se deben.

Las herramientas Lean usadas anteriormente arrojaron planes de acción para evitar que ciertas causas afecten la mejora que se desea implementar.

Cada parte que interviene en el proceso debe cumplir con lo que le corresponde:

##### - Operadores.

- Realizar la limpieza de las máquinas al cambiar de producto.
- Realizar cambio de mallas por lo menos una vez en cada turno.
- Anticiparse al llenado de las tolvas, haciendo revisiones constantes para que estas nunca tengan falta de material.

##### - Mantenimiento.

- Programar mantenimientos preventivos para revisar el funcionamiento correcto de las máquinas, evitando así que fallen y detengan el proceso.

- Supervisor.

- Designar lugares secos para el almacenamiento de retales.

Si contamos con el apoyo de cada uno, podemos proceder a la estandarización de pesos, sin embargo, como también fue mencionado en el Diagrama Ishikawa, laminación depende de termoformado, ya que existen algunas máquinas que no permiten pesos muy grandes y tienen un límite, el cual debe ser notificado para estandarizar de forma correcta.

## **6. Estandarización del peso de las bobinas**

Con los datos registrados se obtuvo el promedio para conocer el peso que cada bobina debería tener y utilizar así los 32 cores previstos en la lista de materiales para esa orden. El peso promedio es: 606.94

Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, un core puede soportar un peso máximo de 2.5 toneladas, lo que permite que el peso promedio de la bobina pueda ser mayor al obtenido.

De esta manera, como una primera propuesta, se decidió estandarizar el peso a 1 tonelada para cada bobina, con un margen de error de 500 kg, tomando en cuenta que se lleve a cabo el plan de acción y que los operadores pueden distinguir a simple vista el peso de la bobina debido a su experiencia, aunque sabemos que nos son exactos.

Por lo tanto, si la orden requiere de 20 toneladas, esto nos indica que debemos usar 20 cores para la fabricación de la lámina “X”, lo que nos permitirá ahorrar 12 cores de la lista de materiales inicial.

## **7. Costo de la orden con 20 cores**

Si observamos la Tabla 3, el número de piezas de playo para fabricar esta lámina depende del número de cores, por lo tanto, al reducirlos, las piezas de playo también disminuirán a 20.

A continuación, la siguiente tabla presenta el nuevo costo por fabricar la lámina “X” usando solamente 20 cores:

Descripción	Moneda	Cantidad estimada	Unidad	Precio	Total
Resina 1	MXP	5280	Kg	\$ 24.7971	\$ 130,928.69
Resina 2	MXP	1760	Kg	\$ 29.9474	\$ 52,707.42
Retal 1	MXP	10560	Kg	\$ 25.7292	\$ 271,700.35
Core	MXP	20	Pz	\$ 83.1554	\$ 1,663.11
Playo	MXP	20	Kg	\$ 128	\$ 2,560
					<b>\$ 459,559.57</b>

Tabla 4. Artículos Necesarios para Fabricar Lámina “X” (Propuesta de Mejora)

Como se observa en la Tabla 4, el costo para fabricar 20 toneladas de lámina “X” es de \$459,599.57 estimando usar 20 cores.

Por lo tanto, el ahorro que se obtendrá al estandarizar el peso de las bobinas y por lo tanto reducir el número de cores será el siguiente:

Total estimado	Total propuesto	Ahorro
\$ 462,093.44	\$ 459,559.57	<b>\$2,533.86</b>

Tabla 5. Ahorro por Reducir el Número de Cores.

Como se mencionó anteriormente, se fabrican 20 toneladas de lámina “X” por lo menos cuatro veces al mes, lo que significa que el ahorro registrado en la Tabla 3 debe ser multiplicado para obtener un estimado mensual.

Por lo tanto:

$$\text{Ahorro mensual} = (2,533.86) (4) = \mathbf{\$ 10,135.44}$$

Esto indica que al mes tendremos un ahorro mensual de \$10,135.44 por estandarizar el peso de las bobinas de la lámina “X” y reducir el uso de cores.

Con esta información, se puede completar la Tarjeta de mejora elaborada anteriormente, agregando el ahorro mensual que se estima obtener, de acuerdo a la investigación que se realizó:



## **8. Implementación**

En cuanto el departamento Lean apruebe la propuesta, se comenzará oficialmente la implementación de la mejora, es necesario que el personal encargado de la fabricación de las bobinas esté enterado del nuevo proyecto, por lo que se llevará a cabo el anuncio durante la junta diaria (donde se realiza la discusión de puntos para la elaboración de minutas), informando que dentro de la lista de materiales se añade el peso que debe tener cada bobina, el cual ha sido aprobado por el jefe de departamento.

## **Capítulo 6.**

### **Resultados**

#### **6.1. Resultados**

La propuesta para mejorar la implementación de la metodología Lean en la empresa de envases fue ejecutada de manera satisfactoria iniciando con la capacitación de los jefes de departamento, coordinadores, supervisores e ingenieros de procesos, con esto se logró que cada departamento fuera partícipe de la implementación de la metodología Lean.

Iniciar con el líder de equipo y enlaces facilitó la transmisión de información al personal de planta, puesto que en caso de quedar con alguna o necesitar una aclaración durante el proceso de producción, ellos apoyan.

Con la creación y desarrollo de equipos de mejora, se está logrando trabajar para alcanzar un objetivo en común, en donde se están aplicando las diferentes herramientas Lean.

#### **6.2. Análisis de resultados**

Una de las primeras herramientas que se implementó fueron las 5 S's, la cual consistió en capacitar a toda la planta, por medio de juntas semanales, en las cuales se informaba al personal sobre este método y cómo llevarlo a cabo, así como los beneficios que se logran al aplicarlo.

Una vez capacitado el personal, se llevó a cabo la implementación de la 1 S, aunque al principio fue difícil por ser algo desconocido, el personal logró identificar los elementos que son necesarios de los que no, dentro del proceso de producción, llevando a cabo inventarios, con el fin de retirar todo lo que no es útil en su área de trabajo.

Transcurridas las 8 semanas de implementación se llevó a cabo la primera auditoría en ambos departamentos.

La Figura 42 muestra los resultados de la auditoría 1 S dentro del departamento de laminación:

Empresa “E”				
Departamento Lean				
Auditoría 5 S’s				
Departamento: <i>Laminación</i>		Fecha: <i>julio 2020</i>		
Auditor: <i>Equipo Lean</i>		Calificación (%): <i>91.66%</i>		
Escala: 0 = No cumple    1 = Cumple de forma regular    2 = Cumple muy bien				
<b>1 S – Clasificación</b>				
<i>Objetivo: Identificar los elementos necesarios y separarlos de los innecesarios.</i>				
	Puntos a evaluar: ¿Qué se debe verificar?	0	1	2
1	¿Dentro del área de trabajo existen elementos que no son necesarios en el proceso de producción?		1	
2	Si existen elementos innecesarios, ¿están identificados como tal?			2
3	¿Existe un plan de acción para transferirlos al área que los requiere?			2
4	¿Existen elementos dañados, rotos u obsoletos?			2
5	Si existen elementos dañados, ¿están clasificados como útiles e inútiles?			2
6	¿Existe un plan de acción para repararlos?			2
Puntos posibles: <b>12</b>		Puntos obtenidos		<b>11</b>

Figura 42. Auditoría 1 S Departamento de Laminación

El departamento de laminación obtuvo 11 puntos, lo que indica que cumplió con el 85% de los puntos para lograr la certificación. Los resultados indican que se realizó correctamente la separación de elementos necesarios e innecesarios, estos últimos cuentan con la tarjeta roja, y a su vez con un plan de acción que indica lo que se debe hacer con cada uno, como reubicarlos o eliminarlos.

Por otro lado, no existen elementos que se encuentren dañados, rotos u obsoletos, por lo que el departamento no requiere de un plan de acción.

Debido a que el departamento acreditó la auditoría, obtuvo su certificación y comenzó a trabajar con la implementación de la 2 S.

La Figura 43 muestra los resultados obtenidos después de realizar la auditoría 1 S en el departamento de termoformado:

Empresa “E”				
Departamento Lean				
Auditoría 5 S’s				
Departamento: <i>Termoformado</i>		Fecha: <i>julio 2020</i>		
Auditor: <i>Equipo Lean</i>		Calificación (%): <i>33.33%</i>		
Escala: 0 = No cumple    1 = Cumple de forma regular    2 = Cumple muy bien				
<b>1 S – Clasificación</b>				
<i>Objetivo: Identificar los elementos necesarios y separarlos de los innecesarios.</i>				
	Puntos a evaluar: ¿Qué se debe verificar?	0	1	2
1	¿Dentro del área de trabajo existen elementos que no son necesarios en el proceso de producción?		1	
2	Si existen elementos innecesarios, ¿están identificados como tal?	0		
3	¿Existe un plan de acción para transferirlos al área que los requiere?	0		
4	¿Existen elementos dañados, rotos u obsoletos?		1	
5	Si existen elementos dañados, ¿están clasificados como útiles e inútiles?			2
6	¿Existe un plan de acción para repararlos?	0		
Puntos posibles: <b>12</b>		Puntos obtenidos		<b>4</b>

Figura 43. Auditoría 1 S Departamento de Termoformado

El departamento de termoformado obtuvo 4 puntos, lo que indica que no consiguió el 85% necesario para acreditar la auditoría 1 S, esto debido a que no se identificaron de forma adecuada los elementos innecesarios y por lo tanto no se tiene un plan de acción para moverlos del lugar de trabajo.

De igual manera se encontraron elementos dañados y obsoletos que sí están debidamente identificados como útiles e inútiles, sin embargo, no cuentan con un plan de acción para que sean reparados y puedan incorporarse al área de trabajo.

Como la auditoría no fue acreditada, el departamento de termoformado tendrá que dedicar otras 8 semanas para lograr la implementación de la 1 S.

El departamento de laminación se comprometió con la implementación de la 2 S, durante 8 semanas trabajaron sin descuidar el seguimiento de la 1 S. Antes de auditar la 2 S, fueron evaluados los puntos de la 1 S; sin problemas, el equipo de laminación acreditó, por lo que se procedió a evaluar la 2 S, los resultados de la auditoría se presentan en la siguiente Figura:

Empresa “E”				
Departamento Lean				
Auditoría 5 S’s				
Departamento: <i>Laminación</i>		Fecha: <i>septiembre 2020</i>		
Auditor: <i>Equipo Lean</i>		Calificación (%): <i>91.66%</i>		
Escala: 0 = No cumple    1 = Cumple de forma regular    2 = Cumple muy bien				
<b>2 S – Orden</b>				
<i>Objetivo: Definir un lugar para cada elemento necesario dentro del proceso de producción, facilitando su localización.</i>				
	Puntos a evaluar: ¿Qué se debe verificar?	0	1	2
1	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento considerado como necesario dentro del proceso?			2
2	¿Estos sitios pueden ser identificados correctamente, incluso por gente ajena al departamento?			2
3	¿Los elementos necesarios se encuentran en la cantidad ideal para llevar a cabo el proceso de producción de manera adecuada?		1	
4	Al terminar de ocupar estos elementos, ¿regresan a su lugar?			2
5	¿Se identifican a simple vista las áreas de trabajo?			2
6	¿Se utilizan códigos de color y/o señalizaciones?			2
Puntos posibles: <b>12</b>		Puntos obtenidos		<b>11</b>

Figura 44. Auditoría 2 S Departamento de Laminación

El departamento de laminación obtuvo 11 puntos, lo que indica que cumplió con el 85% de los puntos para lograr la certificación.

Cada elemento que es necesario dentro del proceso tiene un lugar designado, lo que permite a los operadores encontrarlos de una manera más sencilla, evitando pérdidas de tiempo. Existen señalizaciones que permiten identificar de forma correcta el área de trabajo. Sin embargo, se observó que algunos materiales no se encuentran en la cantidad ideal para el proceso, ya que el operador tiene que pedir ese material cuando se acaba, y lo que se pretende es evitar tiempos perdidos.

El personal pone de su parte para regresar el material utilizado a su lugar.

Debido a que el departamento de termoformado no acreditó la 1 S, dedicaron las 8 semanas para trabajar en ella, los resultados se encuentran en la siguiente Figura:

Empresa “E”				
Departamento Lean				
Auditoría 5 S’s				
Departamento: <i>Termoformado</i>		Fecha: <i>septiembre 2020</i>		
Auditor: <i>Equipo Lean</i>		Calificación (%): <i>100%</i>		
Escala: 0 = No cumple    1 = Cumple de forma regular    2 = Cumple muy bien				
<b>1 S – Clasificación</b>				
<i>Objetivo: Identificar los elementos necesarios y separarlos de los innecesarios.</i>				
	Puntos a evaluar: ¿Qué se debe verificar?	0	1	2
1	¿Dentro del área de trabajo existen elementos que no son necesarios en el proceso de producción?			2
2	Si existen elementos innecesarios, ¿están identificados como tal?			2
3	¿Existe un plan de acción para transferirlos al área que los requiere?			2
4	¿Existen elementos dañados, rotos u obsoletos?			2
5	Si existen elementos dañados, ¿están clasificados como útiles e inútiles?			2
6	¿Existe un plan de acción para repararlos?			2
Puntos posibles: <b>12</b>		Puntos obtenidos		<b>12</b>

Figura 45. Auditoría 1 S Departamento de Termoformado

El departamento de termoformado cumplió al 100% la auditoría de la 1 S, obteniendo así la certificación. Esto es el reflejo del trabajo en equipo, ocho semanas fueron necesarias para lograr la implementación.

Los elementos innecesarios están identificados e incluso se presenta un reporte de los que ya fueron transferidos al lugar correspondiente. Por otro lado, los elementos que se encuentran dañados, rotos u obsoletos, además de estar debidamente identificados, ya cuentan con un plan de acción.

Ambos departamentos trabajan para la implementación de la siguiente S, laminación trabajando en la 3 S y termoformado en la 2 S, sin descuidar las que ya han sido acreditadas.

Las juntas diarias permitieron a los equipos de mejora mencionar sus puntos de vista respecto a los KPI’s. No todos los miembros son positivos y participan, algunos piensan que son actividades que les quitan tiempo y los distraen de su trabajo principal; sin embargo, quienes participan, llenan la minuta semanal como se muestra en la siguiente Figura 46:

Empresa “E”		
Departamento Lean		
Minuta semanal		
Departamento: <i>Laminación</i>		Semana: <i>julio 2020</i>
Equipo de mejora: <i>Laminadores</i>		Líder de mejora: <i>Sabino R.</i>
Asistencia		
<i>Operador Máquina 1</i>	<i>Ayte. general Máquina 1</i>	<i>Coordinador administrativo</i>
<i>Operador Máquina 2</i>	<i>Ayte. general Máquina 2</i>	
<i>Mezclador Máquina 1</i>	<i>Supervisor</i>	
<i>Mezclador Máquina 2</i>	<i>Jefe de departamento</i>	
Puntos revisados		
Seguridad	Productividad	Calidad
<p><i>*Portar correctamente el equipo de seguridad como guantes, lentes, zapatos y tapones auditivos.</i></p> <p><i>*Evitar caminar muy cerca de las bobinas o entre ellas.</i></p> <p><i>*Ubicar extintores, salidas de emergencia y pasillos delimitados.</i></p>	<p><i>*Utilizar las resinas correctas para la elaboración del producto.</i></p> <p><i>*Mantener la máquina en TR la mayor parte del turno.</i></p> <p><i>*Lograr la meta diaria en kilogramos y a su vez la eficiencia establecida por máquina.</i></p>	<p><i>*Cuidar las variaciones en los procesos para evitar producción fuera de las especificaciones y por lo tanto defectos que ocasionen rechazos internos.</i></p>
Mantenimiento	Disciplina	Tarjetas de mejora
<p><i>*Programación de mantenimientos preventivos para evitar que las máquinas fallen y detengan el programa de producción.</i></p> <p><i>*Verificar que los tiempos en las órdenes de trabajo coincidan con los registrados en los reportes de producción.</i></p>	<p><i>*Llenar correctamente todos los apartados indicados en el reporte de producción.</i></p> <p><i>*Lavar y sanitizar constantemente las manos.</i></p> <p><i>*No hacer uso de celular si no se cuenta con permiso.</i></p> <p><i>*Utilizar cubrebocas para evitar la propagación del COVID-19.</i></p>	
Plan de acción		
<p><i>* Respetar los pasillos delimitados y no bloquear salidas de emergencia.</i></p> <p><i>* Leer el manual de procesos para cada producto, con el fin de evitar errores en las resinas utilizadas para la elaboración de las láminas.</i></p> <p><i>* Estar pendiente de la fabricación de bobinas para corregir cualquier tipo de variación antes de tener un rechazo.</i></p> <p><i>* Pedir copia de las órdenes de trabajo a mto., para llevar un buen control en los reportes de producción.</i></p> <p><i>* Tener cubrebocas y gel antibacterial disponibles para el uso de todo el personal.</i></p> <p><i>* Acudir a RH para pedir un permiso de portar celular cuando se trata de emergencia.</i></p>		

Figura 46. Minuta elaborada

En cuanto a los formatos Lean, los enlaces continúan con su elaboración, manteniendo contacto con el personal, las máquinas y el proceso para la detección de problemas e invención de posibles mejoras para optimizar el proceso.

El Departamento Lean sigue solicitando mensualmente una herramienta lean, ahora contando con más variedad, de las cuales pueden elegir el diagrama Ishikawa, informe A3, formato 5 Por qué's.

Mantenimiento Productivo Total (TPM) también comenzó a implementarse, en el cual participa la mayoría del personal que tiene contacto con la producción y/o maquinaria dentro de la planta. Después de un mes de capacitación se comenzaron a ver los primeros resultados, los operadores de las máquinas son responsables de hacer mantenimiento autónomo a estas, el cual consiste en mantener limpia la unidad de trabajo, verificar los niveles de cada máquina como el aceite, presión, entre otros y si notan alguna anomalía reportarlo directamente con el área de mantenimiento.

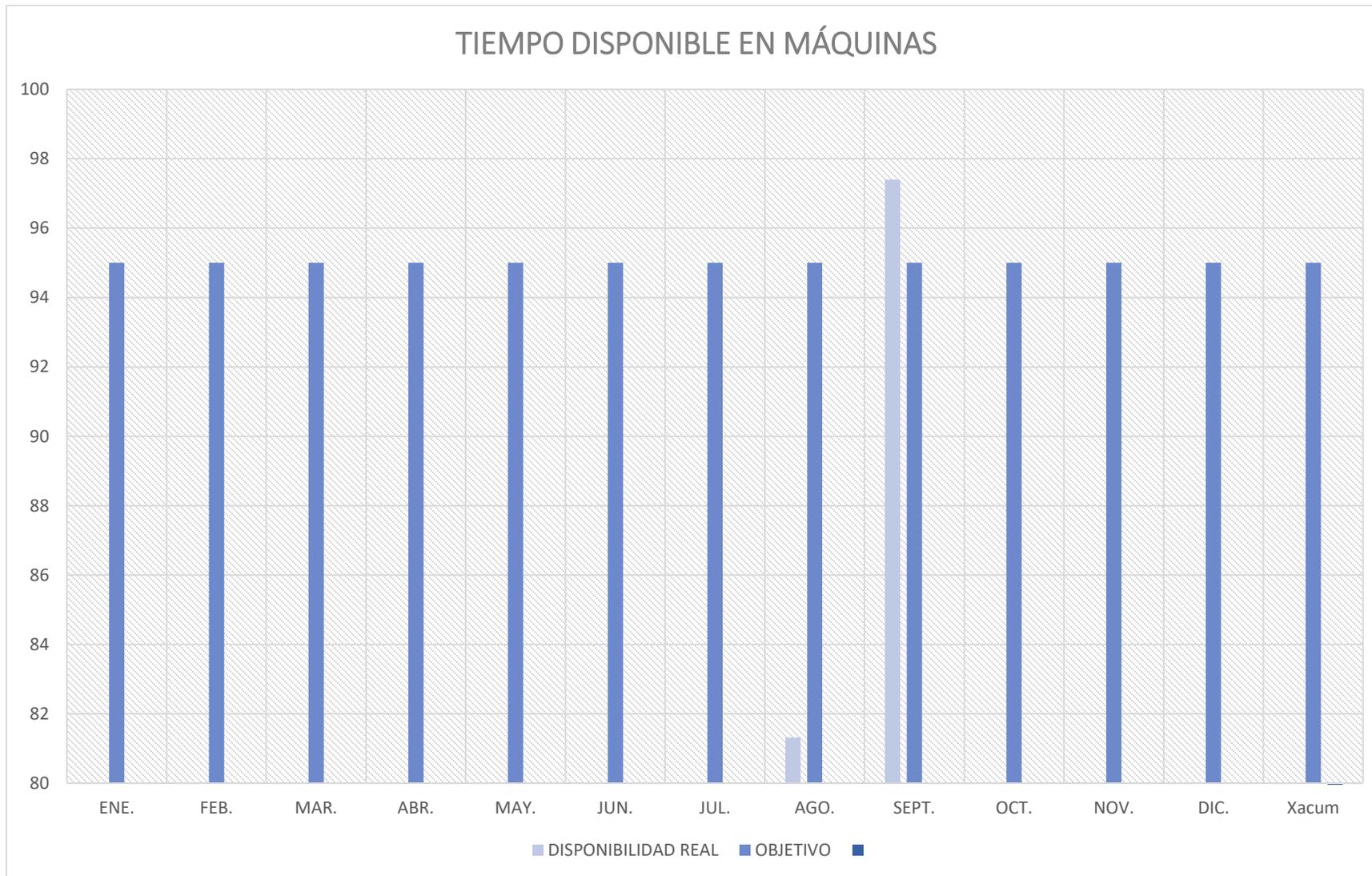
El objetivo de la empresa es que la maquinaria esté disponible para trabajar en un 95% mensualmente. A continuación, se muestra la producción por turno y el tiempo total que paró la producción por distintas fallas:

**Empresa "E"**  
**Departamento Lean**

**Producción Por turno en Máquina de Termoformado**

Operador	Fecha	Turno			Arranque de Producción (hora)	Paro de producción (hora)	Piezas X turno		Paros x falla	Tiempo total de paro x fallas	Observaciones
							Aceptadas	Rechazadas			
5545	03/08/2020	1o.■	2o.□	3o.□	06:00	13:30	4500	0	0	0	N.A.
8004	03/08/2020	1o.□	2o.■	3o.□	02:00	21:30	4600	0	0	0	N.A.
6213	03/08/2020	1o.□	2o.□	3o.■	22:00	05:30	4490	0	0	0	N.A.
5545	04/08/2020	1o.■	2o.□	3o.□	06:00	13:30	4200	50	1	10 min	Atasco de materia prima
8004	04/08/2020	1o.□	2o.■	3o.□	02:00	21:30	4300	180	1	25 min	Sobrecalentamiento
6213	04/08/2020	1o.□	2o.□	3o.■	22:00	05:30	4450	0	0	0	N.A.
5545	05/08/2020	1o.■	2o.□	3o.□	06:00	13:30	3800	300	2	35 min	Sobrecalentamiento
8004	05/08/2020	1o.□	2o.■	3o.□	02:00	21:30	4250	0	0	0	N.A.
6213	05/08/2020	1o.□	2o.□	3o.■	22:00	05:30	3600	450	2	45 min	Falla eléctrica
5545	06/08/2020	1o.■	2o.□	3o.□	06:00	13:30	4550	0	0	0	N.A.
8004	06/08/2020	1o.□	2o.■	3o.□	02:00	21:30	3900	280	1	25 min	Sobrecalentamiento
6213	06/08/2020	1o.□	2o.□	3o.■	22:00	05:30	4400	0	0	0	N.A.
5545	07/08/2020	1o.■	2o.□	3o.□	06:00	13:30	4350	0	0	0	N.A.
8004	07/08/2020	1o.□	2o.■	3o.□	02:00	21:30	4280	200	1	20 min	Atasco de materia prima
6213	07/08/2020	1o.□	2o.□	3o.■	22:00	05:30	3850	490	2	50 min	Bomba de agua dañada
5545	08/08/2020	1o.■	2o.□	3o.□	06:00	13:30	4600	0	0	0	N.A.
8004	08/08/2020	1o.□	2o.■	3o.□	02:00	21:30	4520	0	0	0	N.A.
6213	08/08/2020	1o.□	2o.□	3o.■	22:00	05:30	4400	0	0	0	N.A.

Figura 47. Producción por Turno Elaborada



Gráfica 3. Indicador de Tiempo Disponible en Máquina de Termoformado

Como se puede observar en la Gráfica 3, la máquina de termoformado estuvo trabajando en el mes de septiembre más de 97% en relación con el tiempo total que se trabaja, tomando en cuenta que las máquinas arrancan a la hora que inicia el turno y se detienen media hora antes de finalizar, esto con el fin de que en esa hora se lleve a cabo un mantenimiento autónomo, dejando todo libre de suciedad e implementando de igual manera las 5's. Cabe resaltar que el mantenimiento autónomo y el TPM se comenzaron a implementar en el mes de agosto, en la gráfica se pueden observar las mejoras que se han obtenido en un mes. Los operadores llenan el siguiente formato como parte de mantenimiento autónomo.

<b>Empresa "E"</b>				
<b>Departamento Lean</b>				
<b>Mantenimiento Autónomo</b>				
<b>Máquina</b>	<b>Operador</b>	<b>Fecha</b>	<b>Turno</b>	<b>Revisó (supervisor)</b>
SL 86	819	08/08/2020	1o.	Sabino R.

<b>ESTADO</b>		<b>ACTIVIDADES / PUNTOS DE LIMPIEZA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
(✓)	(X)		
✓		SE CUENTA CON LOS ARTICULOS NECESARIOS DE LIMPIEZA. ü Cepillos/Fibras/Escobas ü Trapos/Franelas ü Desengrasante/ Jabón	Escobas muy desgastadas, se solicitaron nuevas en almacén.
✓		DESENERGIZAR TODAS LAS FUENTES DE ENERGÍA PELIGROSA. ü Desconecte o apague todas las máquinas o motores ü Bloquear el movimiento de las piezas de la máquina.	Sin observaciones. (S/O)
✓		ASIGNAR LAS ACTIVIDADES DE LIMPIEZA DE SU EQUIPO. ü Limpieza de máquina ü Retiro de basura ü Limpieza de herramienta	S/O
✓		APLICAR LA SOLUCIÓN DESENGRASANTE. ü Aplicar el desengrasante en zonas con grasa ü Aplicar a las herramientas que tengas grasa.	Desengrasante a punto de acabarse, ya se reportó.
✓		QUITAR LA SOLUCIÓN. ü Quitar la solución aplicada con una franela.	S/O
✓		SEPARAR LA BASURA Y LAS HERRAMIENTAS. ü Una vez terminada la limpieza seleccionar la basura y las herramientas para dejarlas en su sitio destinado. ü El material de limpieza colocarlo en su lugar.	S/O

Figura 48. Formato Mantenimiento Autónomo Implementado

La implementación de la Gestión Visual se llevó a cabo con éxito, uno de los principales objetivos de esta herramienta es hacer que los trabajadores arrojen los desechos en los contenedores correctos, con una capacitación previa de algunas horas se pudo lograr esto. De igual manera se pusieron señalamientos que faltaban dentro de la empresa. A continuación, algunas fotos de los resultados.



Figura 49. Resultados de Gestión Visual

También se colocaron tableros en cada una de las máquinas para así poder conocer la producción diaria en cada turno, esto dio inicio a una sana competencia por querer ser mejor que los demás turnos, a continuación, se muestran los resultados de la primera semana de implementación.

Empresa “E”							
Departamento Lean							
Máquina		Meta unidades/turno		Turno		Unidades	
SL 86		4500		1		4600	
		4500		2		4300	
		4500		3		4650	
Operador	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6617	✓	X	✓	✓	✓	✓	
7535	X	✓	✓	✓	✓	✓	
4001	✓	X	X	✓	✓	✓	

Figura 50. Tablero Visual para cada Máquina Elaborada

Finalmente, el Departamento Lean aceptó la propuesta de mejora: “Ahorro en el uso de cores para enrollar bobinas”, observando resultados en la primera corrida.

Cuando se realizó la observación para la estandarización de pesos, se explicó a los operadores la propuesta que se presentaría al departamento lean, por lo que, al momento de la implementación, ellos ya conocían en qué consistía.

Se planificó la orden de trabajo para la lámina “X” con la siguiente estructura:

Descripción	Moneda	Cantidad estimada	Unidad	Precio	Total
Resina 1	MXP	5280	Kg	\$ 24.7971	\$ 130,928.69
Resina 2	MXP	1760	Kg	\$ 29.9474	\$ 52,707.42
Retal 1	MXP	10560	Kg	\$ 25.7292	\$ 271,700.35
Core	MXP	20	Pz	\$ 83.1554	\$ 1,663.11
Playo	MXP	20	Kg	\$ 128	\$ 2,560
					<b>\$ 459,559.57</b>
Peso promedio de bobina: <u>1000 kg</u> Margen de error: ±500 kg					

Tabla 7. Artículos Necesarios para Fabricar Lámina “X”

Como bien lo dice la propuesta, se busca ahorrar el número de cores a utilizar, por lo que se solo se piden 20 y se especifica el peso promedio para cada bobina.

Se entregó a los operadores el plan de acción que se estableció previamente, al igual que al equipo de mantenimiento y al supervisor.

Antes de comenzar la corrida, el equipo de mantenimiento llevó a cabo una revisión preventiva a la máquina, (mantenimiento preventivo), al terminar, dieron la autorización para que se procediera al inicio de actividades.

La orden se puso en marcha sin problemas y continuó con actividades hasta que se obtuvieron las 20 toneladas. Los pesos de cada bobina quedaron registrados en la siguiente Tabla:

1050	988	1240	1000	960	1080	980	1000	1550	1090
1000	1000	990	1050	1030	900	730	300	540	680
700	980	250							

Tabla 8. Pesos en kg de Bobinas en la Orden de Fabricación

Como lo indica la Tabla 8, el número de cores utilizados en la orden de fabricación fue de 23, y aunque fueron solicitados solo 20 en la estructura de materiales, las últimas bobinas registraron pesos muy bajos en comparación al promedio que se estableció, lo que obligó a solicitar tres cores más para finalizar la orden.

Estos pesos bajos fueron provocados porque uno de los operadores olvidó hacer el cambio de mallas al inicio de turno, y se vio reflejado a partir de la bobina 17, la cual tuvo que ser cortada a los 300 kg porque empezó a salir contaminada.

A pesar de retomar el peso promedio en el consecutivo 22, se requirió un core más para completar la orden, el cual solo enrolló 250 kg de lámina.

Esto nos hace ver que, aunque se tenga estandarizado el peso, si alguna de las partes que se contempla dentro del plan de acción no cumple con los requerimientos, el objetivo no se cumple.

Presentamos al Departamento Lean los resultados traducidos en costos, los cuales se observan en la siguiente Tabla:

Descripción	Moneda	Cantidad estimada	Unidad	Precio	Total
Resina 1	MXP	5280	Kg	\$ 24.7971	\$ 130,928.69
Resina 2	MXP	1760	Kg	\$ 29.9474	\$ 52,707.42
Retal 1	MXP	10560	Kg	\$ 25.7292	\$ 271,700.35
Core	MXP	23	Pz	\$ 83.1554	\$ 1,912.5742
Playo	MXP	20	Kg	\$ 128	\$ 2,560
					<b>459,809.0342</b>

Tabla 9. Artículos Necesarios para Fabricar Lámina “X” en la Orden de Trabajo

Total estimado	Total propuesto	Ahorro
\$ 462,093.44	\$ 459,809.0342	<b>\$2,284</b>

Tabla 10. Ahorro Generado

El acuerdo con el equipo Lean, fue convertir la propuesta en proyecto, siempre y cuando se consiguiera el objetivo establecido. Pero como se puede observar, tres cores impidieron que se lograra.

Sin embargo, se consiguió un ahorro monetario que permitió la aprobación de Lean y la conversión de la propuesta de mejora en proyecto, el cual ya fue agregado al banco y deberá llevar un seguimiento durante un año, esperando seguir obteniendo resultados positivos e implementando en otras láminas.

A pesar de conseguir un avance con la propuesta que elaboramos para mejorar la metodología lean en la empresa “E”, no pudimos continuar debido a la pandemia que afectó el país desde marzo de 2020.

Se establecieron otro tipo de prioridades y se dejó en pausa este proyecto hasta que las condiciones sanitarias nos permitieran continuar. Sin embargo, los trabajadores de los departamentos de laminación y termoformado, siguen aplicando las primeras 2 S en sus actividades diarias.

## Discusión

En este apartado se presenta la discusión de los resultados que esperábamos antes de iniciar la implementación de la metodología Lean, y lo que realmente se consiguió al finalizar este trabajo.

Los resultados que se obtuvieron con base en los objetivos establecidos nos ayudan a comprobar la hipótesis.

Se eliminan todas aquellas actividades que no agregan valor y que retrasan el proceso de producción, aumentando así la eficiencia y promoviendo el trabajo en equipo, si las herramientas Lean son aplicadas de manera correcta.

Esto debe ser un trabajo constante y no creer que, por haberlas implementado una vez, el personal lo hará de manera automática. Se debe dar seguimiento y apoyo para cumplir con ellas, y quizá, en un futuro las conviertan en un hábito.

Parte de nuestro aprendizaje al realizar este trabajo, fue darnos cuenta que lo difícil no es capacitar al personal, sino que cumplan con lo que se les explica dentro de la capacitación, hacer cambiar su forma de pensar es muy complejo, gran parte del personal lleva muchos años realizando las mismas funciones dentro de la empresa y eso lo hace aún más difícil, sin embargo no es imposible, ya que dentro de las capacitaciones también se muestra lo que se puede lograr con estos cambios y parte de nuestra meta es obtener mayores ahorros monetarios año con año, lo cual es parte de la motivación para que todo el personal trabaje en equipo con el fin de cumplir la nueva metodología.

Aunque se planteó que otro de los resultados esperados era la obtención de ahorros monetarios, no se logró visualizar puesto que el tiempo y las circunstancias no nos permitieron avanzar de la forma que queríamos.

Debemos mencionar que, a pesar de observar resultados en este trabajo, la pandemia limitó el seguimiento de la metodología. Tuvimos que adaptarnos a una nueva normalidad, y darle prioridad, poniendo en pausa este nuevo proyecto, que esperamos se logre retomar en un futuro. Sin embargo, algunas de las actividades que ya se estaban realizando de manera

habitual todavía se realizan, con el objetivo de que el personal siga involucrado en la metodología.

## Conclusiones

Es para nosotros una gran satisfacción el poder observar nuestra tesis terminada, una de nuestras principales virtudes es el trabajo en equipo, y esto es una muestra de ello. No fue un camino fácil, pero se cumplió con el objetivo, también es muy grato ver que todo lo aprendido en la máxima casa de estudios está siendo aplicado en una empresa y que los resultados fueron bastante buenos hasta donde se nos permitió llegar.

Reconocer la metodología Lean dentro de la empresa de envases de plástico, fue el primer paso para identificar la manera en que se podía mejorar.

Después de observaciones, entrevistas con el personal, y trabajo en equipo con el Departamento Lean y algunos miembros que cuentan con la certificación Green Belt, se logró diseñar un manual de implementación de herramientas y técnicas para llevar la metodología a otro nivel y a su vez darle seguimiento al ponerlas en práctica.

Poner en marcha la implementación de la 5 S's nos llevó a ver cambios en las zonas de trabajo del personal, a pesar de que al principio más del 50% se rehusaba a cambiar, ignorando los check list y fallando al momento de realizar auditorías, pudimos ver el progreso que tuvieron, reflejado en espacios más ordenados y limpios.

Comenzó con la identificación y separación de elementos necesarios de los innecesarios dentro del proceso con el llenado de check list. Al tener claro cuáles eran los artículos que no aportaban nada, se les colocó una tarjeta roja para reconocer y saber que debían ser trasladados, por lo que a cada elemento se le asignó un espacio siguiendo el principio “cada cosa en su lugar”.

Esto también favoreció la participación como un equipo de trabajo, ya que en conjunto lograron acreditar las auditorías internas que se llevaban a cabo con el llenado de un formato y lograr el objetivo de espacios limpios y ordenados para la optimización de actividades en un ambiente de trabajo seguro, teniendo la capacidad de reaccionar rápido ante cualquier situación o imprevisto.

Sin embargo, la pandemia impidió el avance y solo se logró observar la implantación de las primeras 2 S's, quedando pendiente el resto y el seguimiento de las mismas, esperando que en un futuro se pueda continuar y estandarizar.

Las minutas han funcionado solo en ciertas áreas, debido a que algunos líderes tienen la creencia que es solo pérdida de tiempo y un trabajo extra, sin embargo, con los líderes que siguen el procedimiento se han logrado mejores resultados en la solución de problemas, así como mejor seguridad, producción y aumento de la calidad de los productos

Esto lo podemos utilizar para demostrar a los demás líderes que no es pérdida de tiempo y que un sencillo formato puede lograr grandes resultados.

Cuando se implementó la primera minuta en julio del 2020, los trabajadores trataron distintos puntos, entre ellos destaca que algunos de los operadores utilizaban el celular y se distraían de las actividades, algunos no identificaban las salidas de emergencia o extintores, o simplemente compartían sus puntos de vista acerca del proceso.

Con estas ideas se establecieron planes de acciones, por ejemplo, buscar la manera de colocar letreros o señalizaciones para ubicar fácilmente zonas y espacios delimitados. Y en el caso de mantenimiento programar mantenimientos preventivos, con el fin de evitar fallas y defectos en la producción.

Como lo mencionamos, no todo el personal participaba en las juntas diarias y los que lo hacían, llenaban sin coherencia la minuta, por lo que poco a poco se dejó de realizar y ya no se le pudo dar seguimiento.

Los enlaces continúan elaborando formatos A3 que ya eran parte de la metodología lean de la empresa, y no consideran el diagrama Ishikawa y 5 Por qué's para detectar problemas dentro del proceso que puedan ser resueltos con un plan de acción o propuestas de mejora que aumenten la eficiencia.

Observamos que no le dan prioridad a esta actividad, si bien, todo lo que se mide se puede mejorar, no se han generado propuestas de mejora que inicien con un problema planteado en estos formatos, por lo que consideramos que el objetivo de esta herramienta no pudo lograrse durante el tiempo que se trabajó en ella.

Los formatos siguen disponibles para el uso del personal y se espera que en un futuro puedan implementarlos para detectar la raíz de un problema y poner en marcha un plan de acción que le brinde una solución.

La herramienta de TPM, en sus inicios, ha funcionado de manera correcta, ya que ahora se tiene como indicador la disponibilidad de la maquinaria mensualmente, planteando un objetivo de una disponibilidad mínima del 95%, lo cual es muy retador, pero no imposible, de igual manera los equipos se mantienen limpios y los operadores están revisando constantemente que los distintos niveles como el aceite, la presión de aire, entre otros estén dentro de los parámetros ideales para un buen desempeño de las máquinas.

El mes de septiembre fue muy bueno para el área de mantenimiento, ya que logró rebasar la meta, pues se cumplió con el 97% de disponibilidad de maquinaria en el área de termoformado, este gracias a la participación de todo el personal, tanto operadores como de mantenimiento.

Uno de los logros más importantes fue la gestión visual, ya que, a pesar de la contingencia sanitaria, se convirtió en un hábito para los trabajadores.

Un 90% del personal logró identificar los contenedores que corresponden a cada tipo de desecho y clasificarlos de manera correcta. Como al principio, la mayoría utilizaba el mismo contenedor para colocar todos los desechos, al tener establecido cuáles eran los 4 tipos diferentes (orgánico, reciclable, no reciclable y peligroso), fue un tanto complicado que los trabajadores los reconocieran, por lo que el código de colores y los letreros ayudaron a que la identificación fuera más sencilla.

El personal también comenzó a reconocer y respetar los señalamientos en ciertas zonas de la planta, como las rutas de evacuación, zonas prohibidas para tomar alimentos, o áreas donde solo el personal autorizado o con el equipo de seguridad necesario puede ingresar.

De igual manera, colocar tableros en cada máquina, permitió conocer la cantidad de unidades fabricadas, lo que nos llevó a mejorar la comunicación entre los diferentes turnos, y garantizar que el personal pueda conocer lo que sucede durante el proceso.

Nosotros pensamos que para poder lograr el éxito de la implementación de Lean Manufacturing es muy importante tener empleados bien preparados, como es el caso del personal con mayor rango, los cuales cuentan con una certificación Green Belt que nos ha permitido capacitar a los trabajadores de una manera más rápida y menos costosa, ya que los mismos miembros de la empresa pueden hacerlo porque conocen las fortalezas y debilidades de esta.

Como se mencionó al inicio, esta tesis fue enfocada en los departamentos de laminación y termoformado de la empresa de envases de plástico, sin embargo, es la base para que los demás procesos puedan ser parte de esta metodología.

Todo depende de los resultados que se vayan generando con el paso del tiempo, porque a pesar de que hemos obtenido algunos avances, queda un camino largo por recorrer y esperamos retomar este trabajo cuando las condiciones sanitarias del país lo permitan y la empresa lo autorice.

Finalmente podemos concluir que después de comenzar con la implementación de herramientas Lean, se han observado cambios pequeños pero significativos en la empresa de envases de plástico.

Las actividades que no agregan valor ya son identificadas por el personal operativo y se trabaja en ellas para ser eliminadas. Sabemos que esto es un trabajo constante y que requiere de la aportación de todos y cada uno de los miembros, por lo que se pretende darle seguimiento para que en un futuro los resultados sean más grandes y se puedan ver reflejados en términos monetarios.

## Bibliografía

- Socconini, L.. (2008). *Lean Manufacturing, paso a paso*. México: Norma .
- Villaseñor, A.. (2007). *Manual de Lean Manufacturing, guía básica*. México: Limusa.
- Mejía, I., & Álvarez, S.. (2012). *Teoría de Six sigma. En Modelo de Dirección para la Aplicación de Six Sigma* (21). México:  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/88/5/A5.pdf>.
- Mann, D.. (2017). *Creación de una cultura lean*. México: Trillas.
- Sarria, M., Fonseca, G. & Delgado, J.. (2017). *Guía rápida para implementar Lean manufacturing en mipymes*. Colombia: Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium.
- Ribas, E.. (2018). *Metodología Six Sigma para mejorar los procesos de una empresa*. Marzo 23, 2020, de IEBS. Sitio web:  
<https://www.iebschool.com/blog/metodologia-six-sigma-mejorar-procesos-empresa-tecnologia/>
- Villa, D., Yepes, M., & González, A.. (2013). *Ejemplo de aplicación del lean manufacturing*. Julio 20, 2020, de Lean Manufacturing Sitio web:  
<http://leanmanufacturingunal.blogspot.com/2013/11/>
- Guerrero, V.. (2019). *¿Qué es six sigma?*. Marzo 30, 2020, de Lean Solutions. Sitio web: <http://leansolutions.co/que-es-six-s>
- Porras, M.. (2017). *KPI's ¿Qué son, para qué sirven y por qué y cómo utilizarlos?*. Abril 12, 2020, de NeoAttack Sitio web: <https://blog.es.logicalis.com/analytics/kpis-qu%C3%A9-son-para-qu%C3%A9-sirven-y-por-qu%C3%A9-y-c%C3%B3mo-utilizarlos>
- García, S.. (2019). *¿Qué es TPM?*. Mayo 20, 2020, de Mantenimiento Petroquímico Sitio web: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>
- Ingrande, T.. (2019). *Una imagen vale más que mil palabras. La Gestión Visual*. Junio 30, 2020, de Kailean Consultores Sitio web: <http://kailean.es/una-imagen-vale-mas-que-mil-palabras-la-gestion-visual/>

- Páez, G.. (2018). *Minuta de Trabajo: El secreto de las Reuniones documentadas*. Junio 23, 2020, de Equipo Virtual Sitio web: <https://www.equipovirtual.com/equipo-virtual/minuta-de-trabajo-el-secreto-de-las-reuniones-documentadas/>
- Olivé, A.. (2017). *Las 5S. Beneficios de la primera: SEIRI / Organización*. Mayo 11, 2020, de Pro Optim Sitio web: <https://blog.pro-optim.com/las-5s/implantacion-seiri/>
- Olivé, A.. (2017). *Las 5S – Implementación de la segunda: SEITON / Orden*. Mayo 11, 2020, de Pro Optim Sitio web: <https://blog.pro-optim.com/las-5s/implementacion-seiton/>
- Olivé, A.. (2017). *Las 5s – Implantación de la tercera – SEISO / Limpieza*. Mayo 11, 2020, de Pro Optim Sitio web: <https://blog.pro-optim.com/las-5s/las-5s-implantacion-de-la-tercera-seiso-limpieza/>
- Olivé, A.. (2017). *Las 5s – Implantación de la cuarta – SEIKETSU / Estandarización*. Mayo 11, 2020, de Pro Optim Sitio web: <https://blog.pro-optim.com/las-5s/las-5s-implantacion-de-la-cuarta-seiketsu-estandarizacion/>
- Olivé, A.. (2017). *Las 5s – Implantación de la quinta – SHITSUKE / Disciplina*. Mayo 11, 2020, de Pro Optim Sitio web: <https://blog.pro-optim.com/las-5s/las-5s-implantacion-de-la-quinta-shitsuke-disciplina/>
- Anónimo. (2018). *Análisis de competitividad del sector plástico en el Estado de México*. Septiembre 02, 2020, de CamBioTec Sitio web: [http://comecyt.edomex.gob.mx/media/filer\\_public/14/64/1464ffb1-49cf-4be3-9c65-98b6d07cb891/competitividad\\_sector\\_plasticos.pdf](http://comecyt.edomex.gob.mx/media/filer_public/14/64/1464ffb1-49cf-4be3-9c65-98b6d07cb891/competitividad_sector_plasticos.pdf)
- Baño, Eduardo. (2018). *Extrusión: producción de láminas y películas*. Septiembre 14, 2020, de Interempresas Sitio web: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/208847-Extrusion-produccion-de-laminas-y-peliculas.html>
- Aristegui, Maquinaria. (2019). *El proceso de termoformado en plásticos*. Octubre 11, 2020, de Aristegui Maquinaria Sitio web: <https://www.aristegui.info/el-proceso-de-termoformado-en-plasticos/>