



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Proyecto de aplicación Lean
con las herramientas SIPOC
y AMEF para una empresa de
fabricación de empaques**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

Lea Sarai Jiménez Espitia

ASESORA DE INFORME

Ing. Claudia Ivette González Hernández



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado PROYECTO DE APLICACION LEAN CON LAS HERRAMIENTAS SIPOC Y AMEF PARA UNA EMPRESA DE FABRICACION DE EMPAQUES que presenté para obtener el título de INGENIERO INDUSTRIAL es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

Lea Espitia

LEA SARAI JIMENEZ ESPITIA
Número de cuenta: 315195488

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a todos aquellos que me apoyaron durante la carrera, que no dejaron que me rindiera a pesar de los obstáculos a los que me presente. Principalmente quiero dedicarle este trabajo a Nora, Obed, Megan, Yuki y Duquesa.

Yuki, no pudiste estar presente en el momento en el que culminé la carrera ni en este momento en el que escribo y presento este trabajo para obtener mi título, pero fuiste parte importante y fundamental en todas las noches de desvelo. Siempre te amaré, nunca dejaré de extrañarte y recordarte con mucho amor.

Agradecimientos

Especial agradecimiento a mi alma gemela y compañera de vida, Megan, por estar en los días buenos y en los días malos junto a mí. Por siempre acompañarme en las noches en las que tenía que desvelarme para estudiar o hacer tarea, sin tu compañía, apoyo y amor no podría haber terminado la carrera, siempre estuviste ahí para limpiar mis lágrimas cuando quería rendirme y para celebrar los logros que había conseguido. Gracias por brindarme el amor más puro del mundo.

A mi madre, Nora, quién me ha apoyado toda la vida incondicionalmente para cumplir mis sueños y superarme cada día. Por nunca dejar que me rinda, por siempre impulsarme a conseguir mis metas y por siempre tener listo un abrazo lleno de amor. Sin ella, nada de esto hubiera sido posible, siempre has sido mi más grande apoyo y fuente de inspiración.

A mi hermano, Obed, por siempre estar conmigo, por tenerme paciencia cuando no entendía algo y tenía que explicármelo de diferentes formas, por ser el mejor hermano mayor, por demostrarme que existen diferentes formas de demostrar el amor.

A mi padre, Alfonso, por ser parte de la formación de mi carácter, que, hasta la actualidad, me ha permitido afrontar cualquier obstáculo al que me he enfrentado. Por demostrarme que el amor trasciende del lugar en el que nos encontremos.

A mi abuelita, Lupita, por siempre cuidar de mí, por enseñarme a explotar mi creatividad, por motivar mi aprendizaje continuo, mismo que me ha permitido aprender diferentes temas y actividades. Por siempre confiar en mí y amarme como una hija.

A mi abuelito, Rodolfo, por siempre compartirme sus vivencias, por escucharme y aconsejarme cuando lo necesito, por formar en mí el amor al mantenimiento y la manufactura. Por regalarme una familia hermosa llena de amor.

A mi tía, Anabel, por inspirarme a convertirme en una mujer capaz de hacer lo que me proponga, por motivarme cada mañana en los días buenos y en los días malos, por siempre apoyarme y llenarme de amor.

A mi familia, por siempre apoyarme y estar conmigo, por siempre recibirme con un abrazo lleno de amor, por creer en mí y por permitirme hacerlos sentirse orgullosos de mí. Todos ustedes me motivaron y apoyaron en diferentes puntos de la carrera.

A Zumaya, por nunca dejar que me rinda, gracias por incitarme a ser mejor persona día a día, a conocerme y a sacar lo mejor de mí. Gracias por ser parte de mi vida.

A todos los profesores a lo largo de mi vida académica, a muchos de ustedes los recuerdo con mucho cariño por guiarme, por ser parte de mi aprendizaje a lo largo de todos estos años, por ver el potencial en mí. Por mostrarme que existen diferentes formas de aprender y que, sea cual sea la elegida, lo importante siempre será aprender. Por formarme como una persona autodidacta que aprovecha los conocimientos plasmados en los libros.

Índice

Dedicatoria	5
Agradecimientos	7
Introducción	11
Descripción de la empresa	12
Organigrama	12
Planteamiento del problema	13
Objetivo	13
Marco teórico	13
Aplicación de la metodología DMAIC en la empresa de fabricación de empaques	17
Primera etapa – DEFINIR (SIPOC)	18
Proveedores – Suppliers.....	19
Entradas – Inputs.....	19
Procesos – Processes	20
Salidas – Outputs	20
Usuarios/Clientes – Customers.....	21
Segunda etapa – MEDIR (Nivel sigma)	21
Tercera etapa - ANALIZAR (AMEF)	23
Cuarta etapa – MEJORAR Y CONTROLAR (Propuestas de mejora)	27
1. Contactar al técnico de la máquina.....	27
2. Mantenimientos preventivos.....	27
3. Capacitación al personal y ayudas visuales.....	29
4. Implementación del sistema PEPS.....	33
5. Control del calibre de la materia prima	33
6. Implementar una base de datos para relacionar OF y OV	34
7. Calendario de limpiezas	34
8. Control para el cálculo de la materia prima	35
9. Control de con las condiciones de operación	35
10. Check list para la recepción de las OF	36
11. Horarios de recepción de OF.....	36
Análisis y discusión de resultados.....	37
AMEF final	40

Nivel sigma después de las mejoras	41
Project charter final	42
Conclusiones	43
Bibliografía.....	44
Anexos	45
Anexo 1. Descripción del proceso productivo de la empresa.....	45
Anexo 2. Segundo caso de aplicación dentro de la empresa – Planeación de instalación de máquina flexográfica.....	47
Primera etapa – Planeación instalación	47
Segunda etapa – Movimientos de maquinaria	48
Tercera etapa – Gestión de los técnicos.....	49
Preparación previa.....	50
Llegada de máquina	52
Instalación de máquina	54
Pruebas y capacitación.....	55
Anexo 3. Tercer caso de aplicación dentro de la empresa – Gestión para la mejora diaria de indicadores de producción.....	57
Selección de indicadores	57
Selección de personas clave	58
Formato de reunión	58
Seguimiento.....	59
Anexo 4. Cuarto caso de aplicación dentro de la empresa – Generación de base de datos y presentación de resultados para personal directivo.....	61
Creación de bases de datos	62
Presentación y modificación de las bases y presentación de acuerdo con las necesidades de las áreas y dirección.....	64

Introducción

“Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”

William Thomson Kelvin

Todo lo que realizamos en la vida es la suma de diferentes procesos en conjunto, así mismo, todo lo que nos rodea sigue una serie de procesos que nos permite disfrutar el resultado final. Pero ¿es posible mejorar los procesos? La respuesta es: sí. Todos los procesos se pueden mejorar, para esto es necesario medir el punto en el que se encuentra cualquier proceso en un inicio, definir la meta a la cual se quiere llegar y establecer las acciones a realizar para conseguir la meta planteada.

La mejora continua es una ideología que a lo largo de los años ha tomado importancia por los diferentes casos de éxito que han tenido las empresas que han implementado herramientas asociadas a lean six sigma y lean manufacturing.

Las técnicas enfocadas en la mejora continua surgieron hace muchos años en las grandes industrias manufactureras con la ideología de buscar la *perfección en todo lo que se hace*. Esta ideología ha trascendido a través de los años tanto en las grandes industrias (de todo tipo) como en la vida personal de las personas.

Lean Six Sigma es una metodología que tiene como objetivo la mejora de procesos, incremento de la productividad y mejorar los servicios; mientras que Lean Manufacturing se enfoca en diferentes técnicas enfocadas principalmente en la reducción de desperdicios, disminuir los costos de operación (hacer más con menos), mejorar la calidad, diseñar procesos más eficientes, entre otros.

Estas técnicas tienen diferentes enfoques y es importante identificar el objetivo o área de aplicación de cada una de estas para poder implementarlas de forma idónea. Por ejemplo, Lean Six Sigma utiliza la metodología DMAIC (Define - definir, Measure - medir, Analyze - analizar, Improve - mejorar y Control - controlar por sus siglas en inglés); cada una de estas etapas, se relacionan con técnicas que facilitan la mejora de procesos y/o la solución de problemas. Aún con lo antes mencionado, no es necesario implementar las técnicas siguiendo la metodología, puesto que se pueden implementar de forma individual y conseguir un resultado exitoso, siempre y cuando se realicen correctamente.

Uno de los objetivos principales del presente escrito es mostrar el desarrollo de las diferentes actividades realizadas con las diferentes técnicas relacionadas con la mejora continua para la solución de una problemática presente en una empresa dedicada a la fabricación de empaques; que dieron como resultado la disminución de desperdicio, aumento de la calidad del producto entregado al cliente que, por consiguiente, disminuyó la cantidad de producto rechazado internamente y por el cliente así como el costo de los rechazos.

Para el desarrollo de este proyecto, se implementaron diferentes técnicas, principalmente SIPOC, mapeo de procesos, AMEF y ayudas visuales. Técnicas que se describirán más a detalle en el marco teórico del presente escrito.

Finalmente, durante mi estancia profesional en la empresa de empaques realicé diferentes actividades, mismas que se mencionarán de forma breve en el presente trabajo para que no pasen desapercibidas (debido a que me generaron un gran aprendizaje personal y profesional), sin que esto reste importancia del enfoque principal del presente trabajo.

Descripción de la empresa

Las medianas empresas son aquellas que manejan un volumen anual de ventas de 1,116 salarios mínimos anuales a 2,010 y de 101 a 250 empleados. (INEGI, 1993, p.11)

Por lo antes mencionado, la empresa se identifica como mediana empresa y se dedica al giro de manufactura en la fabricación de empaques alimenticios. Se ubica en la alcaldía Iztapalapa y cuenta con una plantilla de aproximadamente 230 trabajadores. La empresa cumple con los estándares de inocuidad a lo largo de todo el proceso productivo según la norma FSSC 22000. Se le conoce como una empresa de artes gráficas por el proceso productivo que sigue para la impresión de empaques.

La empresa fue fundada en 2017, por un ingeniero industrial. El ingeniero es hijo de un empresario muy importante que estudió una licenciatura en administración de empresas, quien, a lo largo de su vida, se dedicó a formar parte de empresas muy importantes, entre ellas algunas dedicadas a las artes gráficas. Dada la profesión de su padre, el ingeniero se adentró en la industria hasta crear su propia empresa dedicada a la fabricación de empaques alimenticios. Actualmente la empresa cuenta con 7 años en el mercado.

Organigrama

Es importante conocer el organigrama de la empresa, ya que el puesto en el que me desarrollé interactúa con todos los departamentos. En la *ilustración 1* se puede identificar con un recuadro rojo el puesto en el que yo me encontraba y, aunque organizacionalmente estaba por debajo de los gerentes, el trato que tenía principalmente era con todo el personal gerencial y con el CEO de la empresa. La importancia que se le daba a mi puesto era amplia, puesto que me permitía relacionarme con todo el personal de la empresa y, aunque no tenía la autoridad de exigir ciertas actividades a los demás, tenía trato directo con los gerentes y el CEO de la compañía para solicitar los diferentes recursos o actividades relacionados con los proyectos realizados.

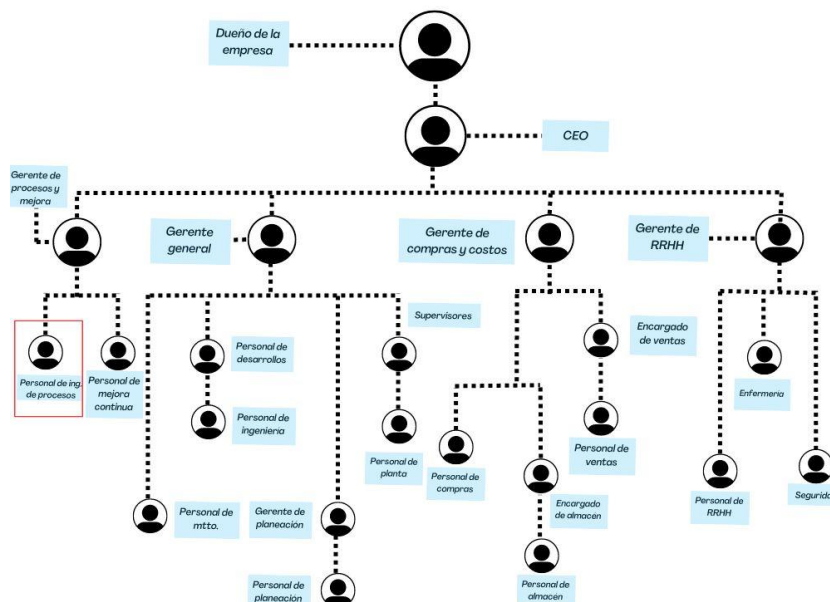


Ilustración 1.

Organigrama general de la empresa. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Yo fui contratada como ingeniero de procesos junior, dicho puesto surgió por la necesidad de documentar y estandarizar los procesos productivos, así como recopilar las condiciones de operación producto a producto. Inicialmente realicé estas actividades, pero dado el desempeño en mis primeros dos meses, se me asignaron diferentes proyectos en los cuales tenía que establecer las prioridades, tenía que definir la planeación, el desarrollo y el cierre de éstos. Además de liderar los proyectos, realicé diferentes análisis y pruebas respecto a las herramientas utilizadas durante los procesos para conseguir un mejor resultado y generar una mejora de procesos y un ahorro significativo a la empresa.

Durante mi estancia dentro de la empresa he podido realizar diferentes actividades, entre ellas: proyectos enfocados en la mejora continua, levantamiento de condiciones operativas, generación de procedimientos, manuales, diagramas de flujo y ayudas visuales, planeación, recepción y seguimiento a nueva maquinaria, análisis de bases de datos para el seguimiento a indicadores, generación de bases de datos y presentación de resultados para gerentes y personal directivo, análisis, planeación y costeo de proyectos de reingeniería, capacitación a personal operativo y administrativo, entre otras actividades.

Planteamiento del problema

La empresa presenta constantemente un problema con una máquina bolseadora, en promedio se tienen tres productos diferentes semanalmente para esa máquina. En promedio, los pedidos suman un total de 2,500,000 unidades, de las cuales 750,000 tienen defectos, esto representa el 30% de desperdicio semanal por los rechazos internos. Aunque existen algunos controles dentro del proceso como las pruebas que realiza el área de calidad o la inspección al inicio de la producción de un pedido, han llegado bolsas con defectos al cliente, causando un incumplimiento en las especificaciones que el cliente solicitó. Lo anterior generó la devolución de producto, lo cual representa la posibilidad de perder al cliente por la severidad que tiene el incumplimiento de las especificaciones del producto enviado. Es por esto por lo que me asignaron el proyecto de mejora en esa máquina específicamente para evitar perder a los clientes, reducir (o eliminar) los rechazos internos y externos, y reposicionarnos con el cliente con la calidad que representa la empresa. Este proceso se recibió con un nivel sigma del 3.2, más adelante se presentará el cálculo realizado para obtener esta métrica (véase la *Tabla 4*). Este proyecto de mejora se abordó con la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Estandarizar y Controlar) de Lean Six Sigma.

Objetivo

El objetivo principal del presente proyecto es aplicar la metodología DMAIC para la mejora de procesos, en particular para mejorar el proceso de una bolseadora dentro de la empresa; con esto, disminuir los rechazos internos y externos del producto, así como reducir los desperdicios generados del mismo proceso.

Marco teórico

La metodología Lean Six Sigma y las técnicas de Lean Manufacturing contemplan la mejora de procesos en todos los sentidos, teniendo como origen los procesos de manufactura automatizada.

El doctor Shigeo Shingo logró entender las diferencias entre los procesos y las operaciones, y los estudió para transformarlos en flujos continuos con el mínimo de interrupciones, con el fin de proporcionar al cliente únicamente lo que requiere sin necesidad de producir grandes lotes ni generar inventarios innecesarios. (Socconini, 2019, p.9)

El enfoque Lean ha aumentado la eficiencia, disminuyendo los desperdicios y la merma, eficientando los procesos, mejorando el desempeño del personal, entre otros; Por un lado, Lean Six Sigma se enfoca principalmente en disminuir o eliminar los defectos generados por los procesos y reducir la variabilidad de estos y Lean Manufacturing se enfoca principalmente en técnicas de mejora en los procesos.

Independientemente de la metodología o las técnicas, es importante que el responsable de realizar la mejora en el proceso determine el objetivo del proyecto y los objetivos para determinar la o las técnicas a utilizar en cualquier proyecto. Es por esto por lo que es importante tener el conocimiento entre las diferentes técnicas y la forma en la que cada una de ellas influirá en el proyecto. Puede ser que el responsable del proyecto decida seguir al pie de la letra la metodología DMAIC propia de Lean Six Sigma o puede que no considere prudente realizar todas las etapas en un proyecto por tener una problemática y metas definidas, una cantidad prudente de datos iniciales que puedan guiar la planeación e implementación del proyecto a realizar con el apoyo de las técnicas de Lean Manufacturing.

Por lo anterior mencionado, es de vital importancia establecer cuál es la causa principal por la cual se está realizando el proyecto y cuál es el sustento para aplicar acciones que mejoren el resultado del proceso seleccionado para la aplicación. El responsable del proyecto podrá determinar si las bases del proyecto están completas para la implementación de las metodologías o si necesita recabar más información para determinar las herramientas a utilizar en la implementación. También es importante tener en cuenta que al seleccionar los procesos en los que se implementen las herramientas de mejora tienen que representar valor para el cliente final, quien será el que disfrute del resultado de este. Así mismo, es necesario tener todo el tiempo en consideración que se debe tener un enfoque a la mejora continua y que esto no será posible si no se identifican correctamente las causas raíz que general el o los problemas del proceso. Es decir, si se atacan actividades que influyen en el problema pero que no lo causan de origen, solo resolverán el problema parcialmente o por un periodo de tiempo determinado y no se logrará eliminarlo. (Villaseñor, Galindo, 2007)

Para poder identificar de manera correcta las causas raíz que están generando los problemas, es de suma importancia identificar todo el proceso con el que se trabajará, así como determinar las métricas de las cuales partiremos y a donde se quiere llegar. Es por esto por lo que utilizaremos la metodología DMAIC para abordar el problema principal de este proyecto.

La metodología DMAIC consta de cinco etapas en las cuales se pueden implementar una o más técnicas que serán de apoyo para poder identificar las causas raíz que están generando el problema, así como también serán de apoyo para atacar estas causas raíz y disminuir o resolver el problema inicial. Las etapas constan de las etapas:

1. **Definir:** Esta etapa es la principal, pues determinará el camino que llevará todo el proyecto. Durante esta etapa es fundamental, como lo dice su nombre, *definir* cuál es el problema o el objetivo de realizar el proyecto, la meta a la que se busca llegar y delimitar el proceso en el que se va a trabajar.
2. **Medir:** Una vez que se definió el proyecto a realizar, entramos en la etapa de *medir*, en la cual se establecen todas las métricas iniciales del proyecto desde donde partimos. Estas métricas serán importantes para poder identificar qué tanto mejoró el proceso después de las mejoras realizadas.
3. **Analizar:** En esta etapa se aplican técnicas enfocadas en identificar las causas raíz del problema. Estas técnicas toman los datos de la etapa anterior y la información del proceso para lograr identificar correctamente las causas raíz.
4. **Mejorar:** Con las causas raíz identificadas en la etapa anterior, se identifican las técnicas que servirán para atacar las causas raíz principales, a su vez, estas técnicas pueden solucionar causas raíz secundarias que se hayan identificado. Así mismo, se tiene que medir en esta etapa las métricas identificadas en la etapa medir para comparar la mejora conseguida con las técnicas.
5. **Controlar:** Esta es la etapa final, considerada por muchos como la más complicada porque se enfoca en mantener todas las mejoras realizadas en la etapa anterior para no regresar al punto inicial y no perder el progreso.

Una de las técnicas utilizadas en este proyecto para apoyar la visualización del proceso y las áreas involucradas: el diagrama SIPOC (PEPSU en español).

El diagrama PEPSU tiene como objetivo analizar el proceso en general en conjunto con su entorno. Para esto se debe tener total comprensión en sus elementos:

- **Proveedores – Suppliers:** Aquellos que proveen las entradas del proceso a realizar. Es importante identificar quiénes son los que aportan lo necesario para realizar el proceso, ya que, sin ellos, el proceso no se realizaría
- **Entradas – Inputs:** Las entradas o material necesario para realizar el proceso. Como el punto anterior, sin este material, el proceso no se realizaría y no podremos obtener una salida
- **Proceso – Process:** El proceso de estudio con el cual intervienen los proveedores, entradas, salidas y clientes
- **Salidas – Outputs:** Las salidas o resultado del proceso que se está realizando. Es importante tener consciencia de lo que se espera del proceso realizado para determinar los factores a “calificar”
- **Usuarios – Clientes:** Aquellos que recibirán el resultado del proceso a estudiar. Este factor es el primordial, puesto que puede ser una parte fundamental para el siguiente proceso o llegar directamente al cliente final del mismo; el cual determinará si está conforme o no del producto sin considerar la o las etapas anteriores (por que usualmente no las conoce)

Esta técnica se realiza de forma visual con una tabla en la que se enlistan cada uno de los elementos de cada elemento. Se pueden visualizar claramente qué áreas interactúan en el proceso, así como lo que resulta del mismo. (Gutiérrez, De la Vara, 2009)

Muchas veces éste va acompañado de un mapeo de procesos en el cual se puede identificar de forma gráfica y más específica todo el proceso que se lleva a cabo con las entradas que proporcionan los proveedores y que resultan en salidas para el o los clientes de este. Estos mapeos de proceso generalmente siguen una serie de elementos que determinan el inicio y fin de un proceso, las actividades que conlleva esta, las decisiones que se deben de tomar, entre otros factores. Mientras más específico sea el mapeo de proceso, mayor será la cantidad de elementos a utilizar durante el mapeo, como es el uso de carriles correspondientes a áreas o actividades que se pueden englobar, documentos a utilizar, etcétera.

Teniendo conocimiento y entendimiento en el proceso con el cual se trabajará, es necesario tener mediciones o medirlo en todo caso para tener una base de la cual partir para identificar el grado de mejora que se está realizando. Esta etapa es fundamental para todo proyecto que se realice ya que no se puede mejorar ningún proceso sin saber el estado actual del mismo. Muchas veces estos datos ya son conocidos por mediciones que se han realizado y, posiblemente, no se ha realizado nada en el proceso por restar importancia al análisis de estos datos. Lo más recomendable en caso de contar con una base de datos es identificar si la fuente de estos datos es confiable y si estos son funcionales y suficientes para el análisis y generación de propuestas de mejora, en caso de que estos datos no cumplan con lo antes mencionado, se tendrá que realizar nuevamente el levantamiento de datos que garanticen un análisis y propuestas de mejora correctos.

Contar con los datos correctos y realizar correctamente el análisis del proceso es fundamental para identificar las causas raíz con las cuales podemos disminuir e incluso eliminar el o los problemas identificados. Si se realiza un análisis con datos incorrectos o poco confiables, o incluso realizamos la aplicación de mejoras sin realizar previamente un análisis puede generar la pérdida de tiempo y esfuerzos en eliminar o disminuir elementos que no arreglarán desde el origen al problema. Por lo anterior, es importante ser conscientes de que, si no encontramos las causas raíz, únicamente aplazaremos la solución del problema real. Así mismo, es importante tener en consideración que, si se

realizan de forma adecuada la medición y análisis, los elementos resultantes muy posiblemente se entrelazarán entre sí y las acciones de mejora serán menores y con un efecto mucho más potencial que si se realizan mejoras a “prueba y error”, corriendo el riesgo de no solucionar o disminuir el problema en su totalidad.

Teniendo los datos que servirán para el análisis y formulación de acciones de mejora de procesos, será necesario identificar una herramienta que mejor se acople al análisis que se tenga que realizar. Entre las técnicas existentes para el análisis en la mejora de procesos es AMEF (FMEA en inglés). Esta técnica nos permite identificar las fallas potenciales en un proceso a partir de un análisis profundo de todos los componentes del proceso, jerarquizando los elementos considerando la frecuencia en la que suceden los problemas, el nivel con el que se cuenta para identificar las fallas y la gravedad que provocan estos. Un AMEF, por sus siglas, se define como Análisis de Modo y Efecto de Falla, el cual consiste, como lo dice su nombre, un análisis de:

- **Modo:** ¿Cómo es que se puede suscitar un problema en el proceso?
- **Efecto:** ¿Qué es lo que provoca el o los problemas descritos en el punto anterior?
- **Falla:** ¿Qué fallas son o pueden ser resultantes de los efectos encontrados anteriormente?

Todos estos factores se deberán calificar con una escala previamente determinada por el o los responsables del proyecto. Estas calificaciones, a su vez, deberán multiplicarse entre sí una vez que se termine el análisis; con estos resultados se determinarán las actividades o subprocesos generados de raíz el problema identificado. Con esto, el responsable o los responsables podrán determinar las actividades a realizar para mejorar el proceso o eliminar el o los problemas identificados.

Inicialmente, la técnica AMEF se enfoca en la detección de fallas durante el diseño de un producto y, posteriormente, fue adaptándose al rediseño e identificación de fallas de un proceso específico. El proceso que se debe realizar en la aplicación de esta herramienta es el siguiente:

1. Delimitación del área de aplicación
2. Identificar los modos posibles de fallas
3. Identificar el efecto y grado de severidad de cada una de las fallas
4. Identificar y encontrar las causas potenciales de las fallas, así como la frecuencia en las que cada una de estas se presenta
5. Identificar los controles para detectar la ocurrencia, así como estimar la posibilidad de detección de esta
6. Calcular el índice de prioridad de riesgo resultante de la multiplicación de las calificaciones recibidas en la severidad, la ocurrencia y la detección de cada actividad a analizar
7. Seleccionar las actividades con los mayores resultados de índice de prioridad de riesgo, identificar acciones para reducir o eliminar los efectos de esta y/o la posibilidad de ocurrencia
8. Finalmente, revisar los resultados de las acciones implementadas

Es fundamental para cualquier proceso revisar los resultados de las acciones implementadas con esta metodología para determinar si fue la solución fue correcta, necesita modificarse o cambiarse en su totalidad. (Gutiérrez, De la Vara, 2009)

Por último, pero no menos importante, es de total importancia dar seguimiento a las mejoras implementadas para la estandarización de cualquier proceso. Ya que la parte más difícil de cualquier implementación es continuar con el control de las acciones de mejora, sin este seguimiento, las acciones establecidas podrían perderse. Lo anterior a causa de que estas acciones no son un hábito para quienes realizan las actividades del proceso y debemos dar un tiempo de adaptación a las mejoras implementadas.

Aplicación de la metodología DMAIC en la empresa de fabricación de empaques

La máquina balseadora empezó a presentar fallas desde los primeros meses en los que se recibió, estas han sido ignoradas y, junto a la falta de mantenimiento y atención a la misma, la producción ha ido disminuyendo y los defectos en los productos han ido aumentando gradualmente. Por lo anterior mencionado, era necesario implementar una metodología que nos permitiera identificar las áreas de oportunidad del proceso, es por esto por lo que se eligió la metodología DMAIC para definir las acciones de mejora a implementar.

Para poder tener un mejor control del proyecto se realizó una tabla para la gestión de las actividades a realizar de forma general, así como fechas y responsables, esto se puede observar en la *Tabla 1*.

Project Charter				
Proceso:	Balseo			
Líder del proyecto:	Lea Jiménez Espitia			
Fecha de inicio:	5/2/2024	Fecha de cierre:	5/4/2024	
Problemática:	La empresa está a punto de perder a uno de sus grandes clientes a causa de los defectos presentados en las últimas entregas de producto			
Alcance:	Balseo y las áreas involucradas en el proceso			
Objetivos:	Disminuir el número de defectos para no perder al cliente			
Actividades	Fecha inicial	Fecha termino	Responsables	Estatus
<i>Mapear proceso</i>	5/2/2024	9/2/2024	Lea Jiménez	Sin iniciar
<i>SIPOC</i>	5/2/2024	9/2/2024	Lea Jiménez Juan Martínez Ramiro Villa Joaquin González	Sin iniciar
<i>Calculo de nivel sigma</i>	5/2/2024	16/2/2024	Lea Jiménez	Sin iniciar
<i>AMEF</i>	19/2/2024	23/2/2024	Lea Jiménez Juan Martínez	Sin iniciar
<i>Análisis de mejoras</i>	26/2/2024	1/3/2024	Ramiro Villa Joaquin González	Sin iniciar
<i>Implementación de mejoras</i>	4/3/2024	29/3/2024	Israel Najera Área de balseo	Sin iniciar
<i>Presentación de resultados</i>	1/4/2024	5/4/2024	Lea Jiménez	Sin iniciar

Tabla 1.

Project Charter del proyecto. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Los mapeos de proceso son de gran ayuda para el entendimiento de los procesos que se llevan a cabo en la empresa. Una vez realizado esto, se realizó el levantamiento durante todo el proceso y se trabajó con todo el equipo que forma parte del proceso para llenar la *Tabla 2*, por lo que podemos observar la *Tabla 3* con la información recabada.

Suppliers	Inputs	Processes	Outputs	Customers
<i>¿Quién suministra las entradas del proceso?</i>	<i>¿Qué entradas son requeridas?</i>	<i>¿Cuáles son los pasos más importantes en el proceso?</i>	<i>¿Cuáles son las salidas del proceso?</i>	<i>¿Quién recibe las salidas?</i>
Extrusión	Rollos extruidos	Entregar OF a producción	Bolsas	Ayudantes
Almacén MP	Oxy dry	Solicitar materiales a almacén	Cajas con bolsas	
Impresión	Rollos impresos	Surtir MP a producción	Etiquetas	Almacén PT
Operador	Tensiones	Montar rollo	Tarimas con cajas empleadas	Tráfico
	Presiones	Unir el material con la vestidura de la máquina		Muestras
	Temperaturas	Ajustar temperaturas y tensiones		Calidad
Supervisor	Orden de Fabricación (OF)	Ajustar tamaño de bolsa en carros 1 o 2		
Planeación	Orden de Fabricación (OF)	Ajustar presiones de sello, corte y salida		
	Solicitud de traslado	Ajustar acomodo final de bolsa		
		Sacar primeras muestras		
		Realizar pruebas de medidas y presión en la pecera		
		Producir		
		Revisar visualmente bolsa a bolsa		
		Empacar bolsas en la caja		
		Pesar la caja		
		Registrar caja en hoja viajera		
		Etiquetar caja		

Tabla 3.

Análisis SIPOC. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

A continuación, se describirán cada uno de los elementos del análisis SIPOC:

Proveedores – Suppliers

La máquina bolseadora está en uno de los procesos finales, por lo que sus proveedores son áreas internas de la empresa, entre ellas están:

- **Extrusión:** Proporciona la película extruida al natural, para bolsas que solicitan los clientes sin algún diseño impreso.
- **Almacén de materia prima (MP):** Cuando la máquina extrusora no está en funcionamiento y hay stock suficiente en el almacén para realizar las bolsas, se solicita el material al almacén para bolsearlo y enviarlo al cliente.
- **Impresión:** Cuando el cliente solicita un diseño impreso en sus bolsas, el material tiene que pasar primero por el área de impresión y, posteriormente, se entregan al área de bolseo.
- **Operador:** Los operadores de extrusión e impresión que tengan la materia prima, se hacen cargo de entregarla directamente al operador de la máquina bolseadora.
- **Supervisor:** El supervisor se encarga de gestionar la entrega de materia prima e insumos necesarios para el proceso al área de bolseo.
- **Planeación:** El área de planeación se encarga de entregar el plan de producción al área de bolseo, de esta forma, el operador tendrá conocimiento de las especificaciones que tiene que cumplir cada una de las bolsas, como son las medidas, el diseño (en caso de tenerlo), el tipo de sellado que tendrá, el modo de empaquetado y etiquetado.

Entradas – Inputs

Las entradas del y para el proceso son:

- **Rollos extruidos naturales e impresos:** Material que se convertirá en bolsas

- Oxy dry: Polvo fino que requiere la máquina por el material del que están hechos los rollos, sin este polvo, la película se rompería durante el proceso de bolseo y podría atascarse en alguno de los rodillos de la máquina.
- Condiciones de operación (tensiones, presiones, temperaturas): Las tensiones son determinadas por el operador dependiendo de los rollos de materia prima, estas se configurarán en la máquina bolseadora.
- Orden de fabricación (OF): Serie de documentos que contienen información necesaria para los operadores, como son la cantidad por producir, el cliente al que se le entregará, especificaciones de fabricación, plano mecánico de la bolsa, forma de empaquetar las bolsas, etc.
- Solicitud de traslado: Documento en el que se describe la cantidad de materia prima que se entregará al operador de la máquina para producir la orden de fabricación.

Procesos – Processes

El proceso de bolseo cuenta con una serie de subprocesos que generan las bolsas que se envían al cliente, estas se describen de forma breve a continuación:

1. Planeación entrega la orden de fabricación al área de bolseo
2. El supervisor solicita la materia prima al almacén, el almacén ubicará el material y, en caso de estar en producción (extrusión o impresión), notificará al supervisor para que este lo solicite al proceso en el que se encuentra
3. El almacén o las demás áreas surten la materia prima al área de bolseo
4. El supervisor entrega la orden de fabricación junto con la materia prima al operador de la máquina
5. El operador monta el rollo en la máquina
6. El rollo se une con el material que tenía la máquina anteriormente (vestidura de la máquina)
7. El operador ajusta las condiciones de operación en la máquina
8. El operador ajusta el tamaño de la bolsa y el sello que debe llevar (la máquina tiene la capacidad de realizar sello recto y sello curvo)
9. El operador ajusta las presiones de sello, corte y salida de las bolsas
10. El operador determina y ajusta el acomodo final de las bolsas (la máquina tiene la capacidad de acomodar las bolsas de diferentes formas y en paquetes de un número específico de bolsas que el operador determina)
11. La máquina empieza a correr después de los ajustes realizados y se deben obtener las primeras muestras
12. Se realizan las pruebas de calidad (medidas correctas y pruebas de fugas)
13. Se producen las bolsas
14. Los ayudantes revisan visualmente bolsa a bolsa
15. Empacar las bolsas en las cajas
16. Pesar las cajas
17. Registrar el peso de la caja en una hoja viajera (misma que sirve como control interno del producto)
18. Etiquetar las cajas

Salidas – Outputs

Las salidas del proceso son:

- Bolsas
- Cajas con bolsas

- Etiquetas con la información del contenido de cada caja
- Tarimas con cierto número de cajas
- Tarimas con cajas emplayadas (listas para enviar al cliente)
- Muestras para un control interno del proceso y para resguardo en caso de rechazo por parte del cliente

Usuarios/Clientes – Customers

Los clientes del proceso son:

- Ayudantes: Reciben de primera mano las bolsas de la máquina para revisarlas y empaquetarlas
- Almacén de producto terminado: Reciben las tarimas emplayadas para su registro y creación de documentación necesaria para el envío al cliente
- Tráfico: Reciben las tarimas emplayadas con la documentación necesaria para su entrega al cliente, así como las fechas y horarios en los que se tienen que entregar
- Cliente: El cliente recibe las bolsas en sus instalaciones
- Calidad: El área de calidad recibe las muestras de producción para realizar las pruebas necesarias y resguardar cierta cantidad para control interno

Segunda etapa – MEDIR (Nivel sigma)

Una vez realizado el análisis anterior, comenzará la segunda etapa en la que se realizará el cálculo del nivel sigma tomando en cuenta los datos recabados durante dos semanas de los pedidos que entraron a producción, así como sus defectos.

Para el cálculo del nivel sigma, se utilizó una calculadora de nivel sigma en la cual se colocaron los diferentes productos que entraron a producción, así como el número de defectos y oportunidades de defectos de cada producto. Con la información anterior, se pudo calcular el nivel sigma del proceso de 3.2, así como los defectos por millón de oportunidades (DPMO) de 46,318. Los resultados los podemos identificar en la *Tabla 3*.

Multiple Products From Same Process

	Product A	Product B	Product C	Total
Enter Number of Defects:	25,000	380,000	365,500	770,500
Enter Number of Units:	85,000	1,250,000	1,215,000	2,550,000
Enter Number of Opportunities Per Unit:	7	7	6	7
Defects Per Million Opportunities:	42,017	43,429	50,137	46,318
Sigma Level				3.2

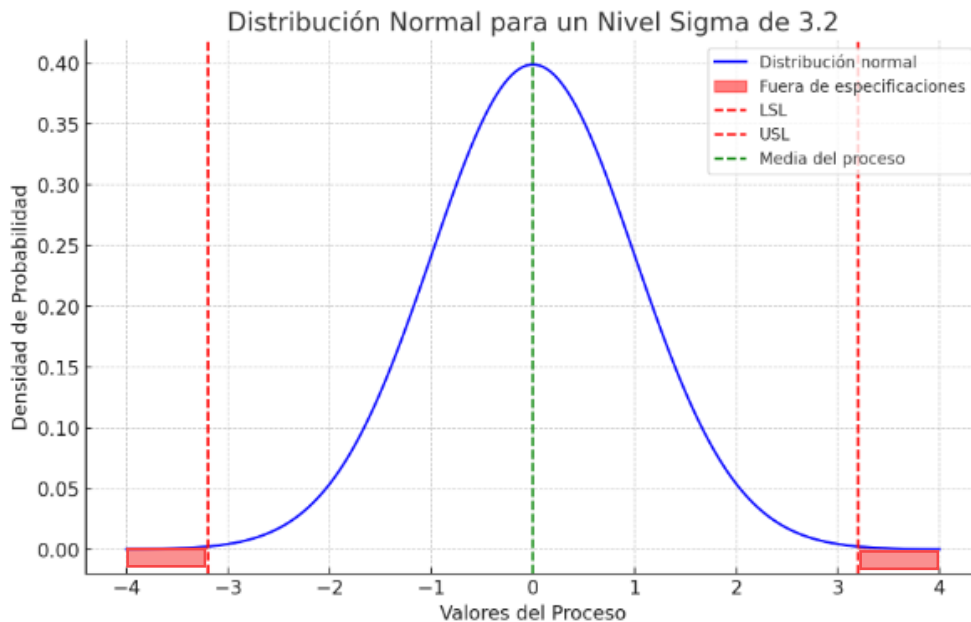
Tabla 4.

Calculadora Nivel Sigma. Fuente: Creación por Direktor Group, basado en datos proporcionados por la empresa.

Es importante mencionar qué significan los datos para su correcto entendimiento:

- **Número de defectos:** Son los defectos recabados de la producción
- **Número de unidades:** Son aquellas unidades que se procesaron durante el muestreo
- **Número de oportunidades por unidad:** Son los defectos que puede tener cada una de las unidades, para este proceso, se enlistan las oportunidades que puede tener el producto de tener defectos:
 - Impresión con defectos (en caso de tener impresión como es el caso del producto A y B de la *Tabla 3*)
 - Tipo de sello (recto o curvo)
 - Dimensiones de la bolsa
 - Sello con la fuerza menor indicada para cada producto
 - Sello quemado
 - Calibre del material
 - Bloqueo de material (por el coeficiente de fricción del material)
- **Defectos por millón de oportunidades:** Es el cálculo que indica el número de defectos que puede tener el proceso en un millón de oportunidades
- **Nivel sigma:** Es una métrica estadística que mide la calidad de un proceso

Por lo antes mencionado, se observa que el proceso en el cual se está realizando el proyecto cuenta con un nivel sigma de 3.2, es decir que la distribución sale de los límites de especificación del proceso (como se puede observar en la *Gráfica 1*) lo que genera aproximadamente 46,318 defectos por cada millón de oportunidades.



Gráfica 1.

Distribución de nivel Sigma de 3.2. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

SEVERIDAD			
Efecto	Efecto en el cliente	Efecto en Manufactura / Ensamble	Calificación
Peligroso sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	10
Peligroso con aviso			9
Muy alto	El producto / ítem es inoperable	El 100% del producto puede tener que ser desechado o reparado con un tiempo o costo significativo	8
Alto	El producto / ítem es operable pero con un reducido nivel de desempeño	El producto tiene que ser seleccionado y una parte desechada o reparada en un tiempo o costo	7
Moderado	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort / conveniencia es inoperable	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado	6
Bajo	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort / conveniencia son operables	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado o reparado fuera de línea	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho, y una parte retrabajada	4
Menor		El producto puede tener que ser retrabajado, sin desecho en la línea, pero fuera de la estación	3
Muy menor		El producto puede tener que ser retrabajado, sin desecho en la línea, en la estación	2
Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador, o sin efecto	1

Tabla 6.

Ejemplo de calificación de acuerdo con la metodología. Fuente: Creación propia, basada en Gutiérrez H. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma.

Una vez calificados cada uno de los problemas, se multiplican los resultados para identificar cuáles son los problemas más graves relacionados con el proceso, como se puede visualizar en la *Tabla 7.*

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	DCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Entregar OF a producción	OF incompleta	Producir con probabilidad de equivocarse en especificaciones	9	Planeación no entrega completo el kit (falta de ficha técnica por omisión o por que no existe aún)	7	Ninguno	7	441		
Entregar OF a producción	OF incorrecta	Producir con especificaciones diferentes	9	Ingeniería tiene algún error en la ficha técnica	6	Ninguno	7	378		
Entregar OF a producción	OF duplicada	Fabricar dos veces una OF	8	Planeación crea 2 OF iguales con diferentes lotes de MP	7	Ninguno	9	504		
Entregar OF a producción	Material no disponible/ incompleto para la OF	Detener la producción	8	Información incorrecta sobre stock en almacén de MP	8	Ninguno	8	512		
Entregar OF a producción	Material no disponible/ incompleto para la OF	Utilizar material que puede estar destinado a otra OF o que no sea el que solicita la OF	7	El material se encuentra disponible, pero se desconoce su ubicación real	6	Ninguno	7	294		
Entregar OF a producción	Material no disponible/ incompleto para la OF	Entrega incompleta a cliente	9	Planeación no revisa el stock en almacén de MP	8	Ninguno	6	432		
Entregar OF a producción	Material no disponible/ incompleto para la OF	Retraso en el plan de producción	7	El material se destina a 2 OF diferentes	6	Ninguno	6	252		
Solicitar materiales a almacén	Planeación no realiza completa la solicitud de traslado	Entrega incompleta a cliente	9	Planeación olvida adjuntar 1 o más lotes	5	Revisión visual	8	360		
Solicitar materiales a almacén	Planeación no realiza completa la solicitud de traslado	Retraso en el plan de producción	7	Los datos del sistema están incorrectos	6	Inventarios mensualmente	7	294		

Tabla 7.

Ejemplo de llenado del formato AMEF. Fuente: Creación propia, basada en Gutiérrez H. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma.

Identificados los problemas más grandes, se propusieron mejoras en cada uno de los procesos, así como los responsables que tendrían que llevar a cabo las acciones. La mayoría de los

problemas iban relacionados a la falta de mantenimiento de la máquina, malas prácticas de producción y problemas en los procesos administrativos, como se puede observar en la *Tabla 8*.

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Resp.
Producir	Se altera la máquina (conexión cables interrumpida)	Se detiene la producción, la máquina se debe apagar y volver a producir hasta que se quite la alarma	10	Alguna falla mecánica	8	Ninguno	10	800	Contactar al técnico directo de LEMO, la alarma prioriza de algún sistema electro-mecánico y es necesario que el técnico la revise para eliminar esa alarma	Freddy García
Producir	Salida disparaje	Rechazo por parte del cliente	9	La presión de la "soldadura" y la "calibración" del rollo solo lo puede realizar mantenimiento, operación no está autorizada para realizarlo	8	Llamar a mantenimiento para el "ajuste", así siempre queda igual	8	576	Mantenimiento tiene que hacer un programa de mantenimiento preventivo (ellos determinan el tiempo según las ocurrencias pasadas) para calibrar los rollos y entregar la máquina calibrada correctamente para evitar rechazos y tiempos muertos por paro de máquina	Freddy García
Registrar caja en hoja viajera	Registro incorrecto	Retraso en PT por revisión caja por caja	8	Mala práctica de captura	9	Ninguno	8	576	Capacitación a personal para el correcto llenado de las hojas	Juan Martínez
Entregar tarima a almacén	Procedimiento entrega tener mal etiquetado	Retraso en entrega a cliente	8	Error de captura en SAP	9	Ninguno	8	576	Capacitación a personal para la correcta captura de datos en el sistema SAP	Ramiro Villi
Realizar proceso de envío a cliente	La cantidad no cuadra entre etiquetas y hoja viajera	Retraso en entrega a cliente	8	Mala práctica de captura	9	Ninguno	8	576	Capacitación a personal para el correcto llenado de las hojas	Juan Martínez Ramiro Villi
Entregar OF a producción	Material no disponible incompleto para la OF	Detener la producción	8	Información incorrecta sobre stock en almacén de MP	8	Ninguno	8	512	Establecer un procedimiento para cuando se termina una OF, inmediatamente realizar la devolución de los materiales. Los etiquetas se tienen que tener siempre etiquetadas a la OF para no perderlas	Ramiro Villi
Salir MP a producción	Salir MP mal etiquetado	Detener la producción y/o retraso en el plan de producción	8	Se dejó material sobrante en planta y es necesario su desarrollo con datos incorrectos	8	Ninguno	8	512	Establecer un procedimiento para cuando se termina una OF, inmediatamente realizar la devolución de los materiales. Los etiquetas se tienen que tener siempre etiquetadas a la OF para no perderlas	Ramiro Villi
Salir MP a producción	Salir rollos de MP con defectos (corrosión o con arregos)	Disperdicar material	8	Cuando la MP se corrompe, se empieza a recoger en almacén y se crean arregos	8	Ninguno	8	512	Implementar el sistema PEPS (Primeras Entradas - Primeras Salidas), lo ideal es que los rollos se repase al siguiente proceso en cuanto salgan de extracción.	Rojmendo Dulgado Julio Flores Mario García
Producir	Salida disparaje	Se deben tirar las bobinas con defecto (fuga)	8	La presión de la "soldadura" y la "calibración" del rollo solo lo puede realizar mantenimiento, operación no está autorizada para realizarlo	8	Llamar a mantenimiento para el "ajuste", así siempre queda igual	8	512	Mantenimiento tiene que hacer un programa de mantenimiento preventivo (ellos determinan el tiempo según las ocurrencias pasadas) para calibrar los rollos y entregar la máquina calibrada correctamente para evitar rechazos y tiempos muertos por paro de máquina	Freddy García
Entregar OF a producción	OF duplicado	Fabricar dos veces una OF	8	Planeación crea 2 OF iguales con diferentes lotes de MP	7	Ninguno	9	504	Crear una BD que nos permita visualizar qué OF están relacionados con las OV con las que ya se cargaron al sistema y con las que faltan por cargar, de esta manera tendremos visibilidad de qué OF corresponden a qué OV y cuáles faltan por cargar al sistema	Emano Domínguez
Salir MP a producción	Salir MP descalibrado	Entrega incompleta a cliente	9	El calibre de la MP cambia en el almacén	8	Ninguno	7	504	Implementar el sistema PEPS (Primeras Entradas - Primeras Salidas), lo ideal es que los rollos se repase al siguiente proceso en cuanto salgan de extracción.	Rojmendo Dulgado Julio Flores Mario García
Ajustar presiones de corte, corte y salida	La presión no es suficiente para cortar la bobina	Rechazo por parte del cliente	9	Los rollos no se limpian continuamente y, aunque la presión está bien, no corta correctamente	7	Ninguno	8	504	Realizar un plan de limpieza para la máquina, con especial cuidado en los sistemas electrónicos y con la máquina apagada o en paro para evitar cualquier accidente	Juan Martínez Freddy García

Tabla 8.

Ejemplo de actividades críticas en el formato AMEF. Fuente: Creación propia, basada en Gutiérrez H. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma.

Como no es posible colocar todo el análisis realizado, se enlistarán las principales actividades de mejora que resultaron de las causas raíz identificadas del análisis:

1. Contactar al técnico directo de la máquina para que revise el sistema electromecánico
2. Realizar un calendario de mantenimientos preventivos
3. Capacitar al personal para las buenas prácticas de producción como son el llenado de formatos, captura de datos en sistema SAP, correcta utilización de la máquina, devolución de materiales y muestreo e implementar ayudas visuales
4. Implementar sistema PEPS (Primeras Entradas, Primeras Salidas) en el almacén de materia prima
5. Establecer un control para el calibre de la materia prima
6. Implementar una base de datos en la que planeación, almacén y producción puedan visualizar qué OF (Orden de fabricación) y OV (Orden de Venta) están relacionadas entre sí, así como también se pueda visualizar qué OF está pendiente por falta de MP
7. Realizar un calendario de limpiezas
8. Realizar un control en el cálculo de la materia prima que realiza planeación
9. Realizar un control con las condiciones de operación por material como son las temperaturas y tensiones
10. Implementar un formato check list para la recepción de las OF
11. Establecer horarios de recepción de OF en conjunto con almacén

Cuarta etapa – MEJORAR Y CONTROLAR (Propuestas de mejora)

Una vez realizado el análisis AMEF, comenzará la cuarta etapa en la que se mostraran las acciones implementadas en conjunto con la supervisión de los respectivos responsables del cumplimiento de estas.

1. Contactar al técnico de la máquina

La máquina es de Alemania, por lo que nos contactamos con el fabricante de la máquina vía correo electrónico para programar la visita de un técnico para revisar un problema electromecánico que presenta la máquina. Hasta el momento el proveedor no tiene espacios disponibles hasta el 2025 para enviar a un técnico, pero nos recomendó principalmente lubricar continuamente la máquina y mantener el control en los procesos productivos.

Estas recomendaciones se toman en cuenta para las acciones de mejora en los mantenimientos preventivos y la capacitación del personal.

2. Mantenimientos preventivos

La máquina recibe mantenimientos correctivos únicamente y eso sucede dos veces al año. Dentro del análisis se identificaron diferentes problemas relacionados con la falta de mantenimiento, por lo que se estableció en conjunto con el área de mantenimiento, cuáles tendrían que ser las actividades por realizar, así como su frecuencia, esto se puede observar en la *Tabla 9*.

					CALENDARIO DE MANTENIMIENTOS																											
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE	HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES	Lun 4	Mar 5	Mar 6	Jun 7	Jul 8	Dom 9	Lun 11	Mar 13	Mar 14	Mar 15	Mar 16	Dom 17	Lun 18	Mar 19	Mar 20	Mar 21	Mar 22	Mar 23	Mar 24	Lun 25	Mar 26	Mar 27	Mar 28					
Inspección visual general	Diario	Jacob	Ninguna		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Lubricación de piezas	Semanal	Jacob	Lubricante industrial		✓						✓						✓															
Limpieza profunda de componentes	Mensual	Jacob Freddy	Trapos y brochas						✓																							
Verificación de conexiones eléctricas	Semanal	Jacob Freddy	Pinzas y cables		✓						✓						✓									✓						
Revisión de bandas	Mensual	Jacob	Llaves allen	Cambiar en caso de ser necesario						✓																						
Limpieza de ventilación	Mensual	Jacob	Trapos y brochas						✓																							
Verificación de fugas	Diario	Jacob	Ninguna		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
Rectificación de sellos	Mensual	Freddy	Llaves allen	Cambiar por los repuestos para enviar a rectificación							✓																					
Ajuste de presiones	Semanal	Freddy	Ninguna		✓						✓						✓								✓							
Actualización del sistema	Mensual	Freddy	Ninguna																													

Tabla 9.

Calendario de mantenimientos. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Las actividades se dividieron en actividades diarias, semanales y mensuales, tomando en cuenta la pericia del área de mantenimiento y las recomendaciones enviadas por el técnico de la máquina vía correo electrónico, estas son:

- **Actividades diarias:** Son aquellas que tienen que ser más frecuentes por las vibraciones resultantes propias del mismo proceso, estas pueden generar la desconexión de algunos circuitos. Estas actividades se dividen en:

- **Inspección visual general:** Esto nos permitirá identificar a tiempo problemas que pueda llegar a presentar algún componente o conexión
- **Verificación de fugas:** Esto evitará que las condiciones del proceso se vean afectadas por las fugas de aceite o aire que puedan tener los componentes
- **Actividades semanales:** Son aquellas que no necesariamente se tienen que hacer diariamente, pero que es necesario poder tener una inspección al final de cada semana; al igual que las actividades diarias, estas se pensaron por la vibración propia del proceso y también por el constante uso de la máquina. Esta máquina ocupa un talco alimenticio para poder trabajar con el material y este polvo aumenta el riesgo de que los componentes sufran algún problema. Estas actividades se dividen en:
 - **Lubricación de piezas:** Esto apoyará a todos los componentes que se ensucian continuamente con el talco que se utiliza en el proceso
 - **Verificación de conexiones eléctricas:** Esto es importante por la vibración que ocurre continuamente, así como los atascos de material que ocurren y que pueden generar alguna desconexión de los componentes
 - **Ajuste de presiones:** Existen algunas presiones que no se pueden manipular por el personal que opera la máquina ya que se deben calibrar de forma especial, por lo que es necesario ajustarlas semanalmente para obtener el sellado correcto
- **Actividades mensuales:** Son aquellas que no tienen que realizarse frecuentemente, pero no hay que olvidarlas, por lo que se planearon para mantener la prevención dentro del proceso y evitar realizar un mantenimiento correctivo. Estas actividades se dividen en:
 - **Limpieza profunda de componentes:** Como mencioné anteriormente, el talco que se utiliza en el proceso puede generar problemas en los componentes y es una limpieza que tiene que realizar el personal de mantenimiento por la delicadeza que se tiene que utilizar en los componentes
 - **Revisión de bandas:** La máquina utiliza bandas y en cualquier momento se pueden reventar por el constante uso, por lo que es necesario identificar cuando ya se necesita realizar el cambio para programarlo y evitar paros inesperados durante la operación
 - **Limpieza de ventilación:** La máquina tiene un sistema de ventilación que extrae el talco que se utiliza durante el proceso, muchas veces la ventilación deja de funcionar correctamente por el exceso de talco que se acumula al no tener limpieza, por lo que mensualmente se limpiará para evitar provocar paros constantes
 - **Rectificación de sellos:** Los sellos con los que cuenta la máquina presentan desgastes por la falta de rectificación de los sellos, por lo que mensualmente se enviarán a rectificar para asegurar el correcto sellado de las bolsas sin poner en riesgo las especificaciones del cliente
 - **Actualización del sistema:** El técnico de la máquina nos recomendó realizar una actualización del sistema mensualmente para evitar paros inesperados

3. Capacitación al personal y ayudas visuales

El personal que se encuentra en el área productiva requiere capacitación para las diferentes actividades que den realizar, por lo que se capacitó y se realizaron ayudas visuales para que sirvieran como apoyo durante el proceso. Entre ellas están:

- Muestreo:** La calidad del producto es responsabilidad de todos, por lo anterior se capacitó al personal de la máquina para realizar las pruebas de calidad, además, se realizó una ayuda visual para que tuvieran siempre presente las características de las pruebas a realizar. Lo anterior se determinó ya que las pruebas que se realizan a cada muestra no son tardadas y tampoco complejas para el personal.

La revisión de muestras consta de dos actividades fundamentales, la frecuencia en la que se realizará el muestreo y la forma correcta de realizar las muestras.

Para la frecuencia del muestreo trabajamos en conjunto con el área de calidad para determinar cada cuándo se tiene que realizar el muestreo y qué piezas tienen que utilizar para realizar el muestreo, esto se puede observar en la *Ilustración 5*

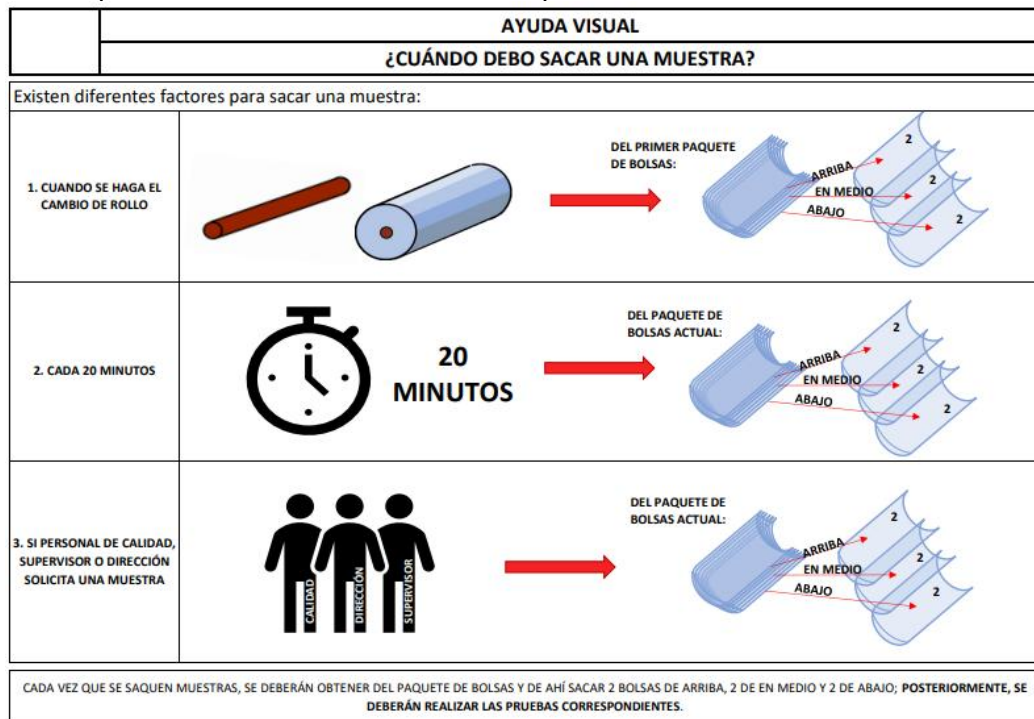


Ilustración 5.

Ayuda visual para la frecuencia de las muestras. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

El muestreo se dividió en tres factores:

- Cuando se realiza el cambio de rollo:** Es importante realizar un muestreo cada vez que se cambia un rollo para identificar que las condiciones se mantengan de la misma forma en la que se estaba realizando
- Cada 20 minutos:** Como las mejoras se están realizando y no se quiere perder a los clientes, se determinó que cada 20 minutos se tienen que realizar muestreos para no perder de vista ningún defecto, posterior a los resultados, se irá disminuyendo la frecuencia
- Si el personal de calidad, supervisores o dirección solicita muestras:** Este factor es esporádico porque no sucede con frecuencia, pero era importante definir que cuando se solicitan muestras, se tienen que sacar nuevas muestras y no muestras que ya se tenían con anterioridad

Posteriormente, se capacitó al personal para poder realizar correctamente el muestreo, esto se puede observar en la *Ilustración 6*.

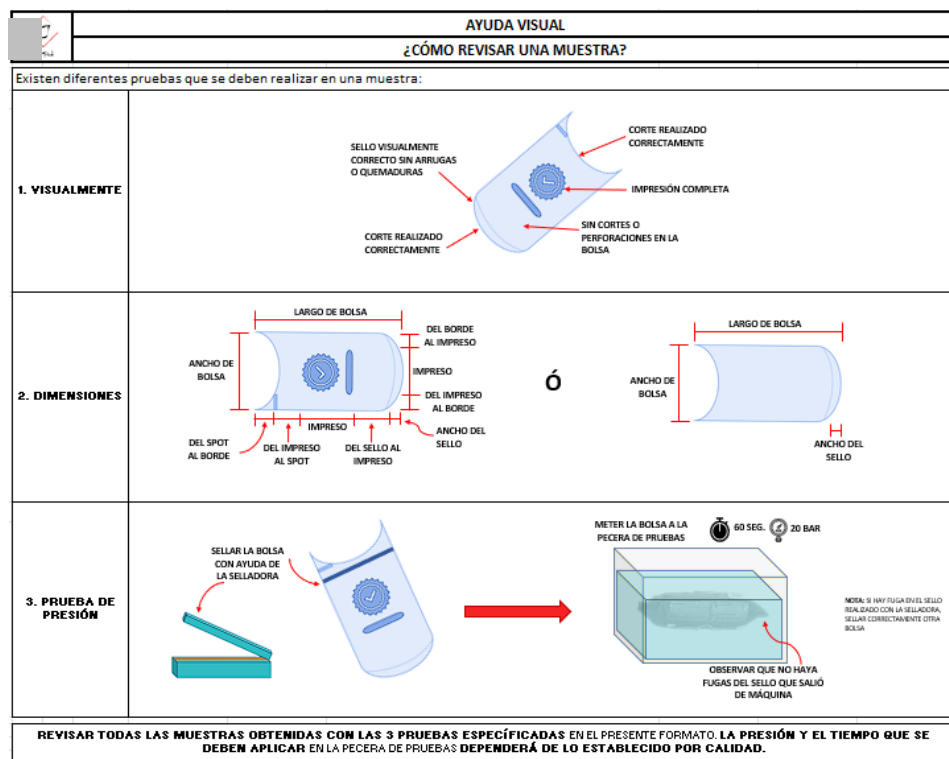


Ilustración 6.

Ayuda visual para revisión de muestras. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Las pruebas que se deben realizar son tres:

- Visual:** Se tiene que identificar que el sello se vea sin arrugas o quemaduras, si los cortes se realizaron correctamente, si se ve la impresión completa y si las bolsas presentan cortes o perforaciones

- b) **Dimensiones:** Las pruebas que se deben realizar cambian si la bolsa tiene impresión o no. Si la bolsa no tiene impresión se tiene que medir el ancho y largo de la bolsa, así como el ancho del sello; en caso contrario de que la bolsa tenga impresión, se tienen que revisar los factores anteriores y las dimensiones del borde al spot, del borde del diseño impreso al spot, del impreso, del sello al impreso y de los bordes laterales al impreso
 - c) **Prueba de presión:** Es importante verificar que los sellos de la bolsa cumplan con una prueba de vacío, por lo que se tiene que sellar la bolsa con ayuda de una selladora y se meta la bolsa a una piscina de pruebas por 60 segundos a 20 bares para identificar que no existan fugas en el sello realizado por la máquina, en caso de ser así, se tiene que identificar el lote que cumpla con las especificaciones para descartar las piezas que no cumplan con esta prueba y asegurar la calidad del producto, de igual forma se deben ajustar las presiones de sellado para poder corregir las fugas que realiza el sello
- **Utilización correcta de la máquina:** Para la entrega del producto a los clientes, ellos solicitan que el producto se entregue en cajas dividido en cierta cantidad de bolsas, por lo que se realizó la capacitación y ayuda visual, esta se puede observar en la *Ilustración 7*.

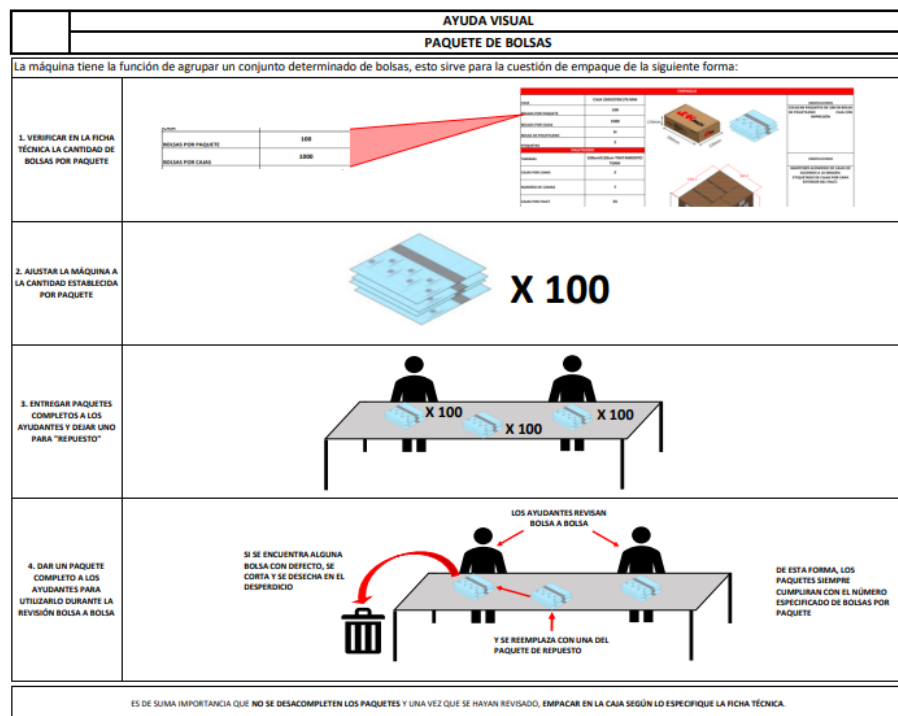


Ilustración 7.

Ayuda visual para realizar paquetes de bolsas. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Actualmente se realiza el conteo manualmente bolsa a bolsa y esto representa tiempos muertos por que la máquina puede realizar el conteo de bolsas con una configuración. Esta configuración se enseñó al personal que opera la máquina y se estableció una ayuda visual con 4 pasos:

- a) **Verificar la cantidad de bolsas por paquete:** Esto servirá para configurar la cantidad de bolsas que separará la máquina
 - b) **Ajustar la cantidad establecida por paquete:** Una vez identificada la cantidad establecida que debe tener cada paquete, se debe ajustar a la configuración de la máquina
 - c) **Entregar paquetes a los ayudantes y tener uno de “repuesto”:** Los paquetes reciben una inspección visual rápida para descartar cualquier defecto, en caso de no tener defectos, se podrán empacar los paquetes
 - d) **Revisión visual:** Durante la revisión visual, si se llega a encontrar alguna bolsa con defecto, se debe cortar y desechar en el depósito de desperdicio. Cuando esto sucede, se tiene que tomar una bolsa del paquete de repuesto para no descompletar la cantidad establecida por el cliente
- **Entrega de materiales:** Durante el proceso, se llegan a perder materiales o se llegan a tener tiempos muertos para etiquetar nuevamente todo el producto por documentación faltante. Por lo anterior, se capacitó al personal para realizar el proceso correctamente y se realizó una ayuda visual que se puede observar en la *Ilustración 8*.

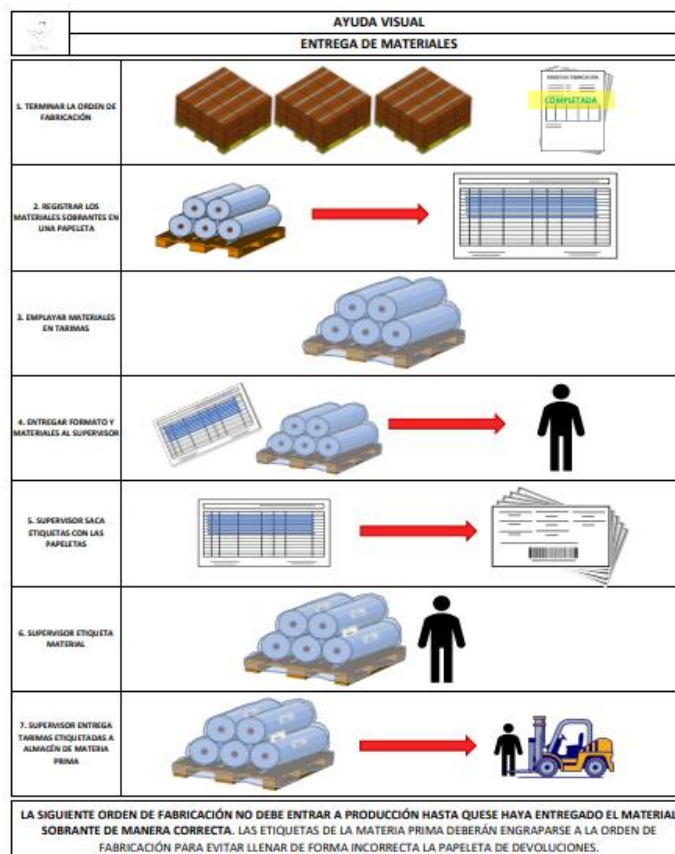


Ilustración 8.

Ayuda visual para entrega de materiales. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

La entrega del material llega a provocar diferentes errores durante el proceso, por lo que se dividió en 7 pasos:

- a) **Terminar la orden de fabricación:** Todo el flujo debe iniciar en el momento en el que la orden de fabricación se concluyó
 - b) **Registrar los materiales sobrantes en una papeleta:** Se deben registrar los materiales, calibres y pesos de los rollos sobrantes
 - c) **Emplayar los materiales en tarimas:** Se deben colocar todos los materiales sobrantes en tarimas y emplayarlas después de haber llenado la papeleta
 - d) **Entregar la papeleta y tarima al supervisor:** Se deben entregar en conjunto la papeleta con la tarima para evitar las pérdidas
 - e) **Supervisor saca etiquetas con las papeletas:** El supervisor realizará la captura de la papeleta en el sistema para obtener las etiquetas
 - f) **Supervisor etiqueta el material:** El supervisor etiquetará el material y volverá a emplayar la tarima para evitar que los rollos se pierdan
 - g) **Supervisor entrega tarimas etiquetadas al almacén de materia prima:** El supervisor debe realizar la entrega personalmente al personal del almacén para evitar pérdidas de material o errores
- **Correcto llenado de formatos:** Se capacitó al personal para llenar correctamente los formatos y el sistema SAP, así mismo, se hizo la observación de la importancia del correcto llenado de información, así como los problemas que esto provoca posteriormente.

4. Implementación del sistema PEPS

Se tomó la decisión de implementar el sistema de Primeras Entradas y Primeras Salidas en conjunto con las áreas de almacén, desarrollos y calidad. Principalmente se tomó la decisión de este sistema por que el material que se utiliza para la fabricación de estas bolsas es termo encogible y con el paso del tiempo se empieza a encoger.

Por lo anterior, el personal de almacén implemento el sistema PEPS, ordenando el material de tal forma que se utilizaran para producción los rollos que se fabricaron primero, así mismo, el personal de desarrollos determinó que se tenían que realizar muestreos mensualmente del material para asegurar que el material siguiera cumpliendo las dimensiones con las que fue fabricado, estos muestreos los realiza el personal de calidad, en caso de que los rollos no cumplieran con las dimensiones establecidas, se tendrán que ajustar las cantidades en el sistema SAP y volver a etiquetar el material para continuar con el control y evitar tiempos muertos durante el proceso de fabricación.

5. Control del calibre de la materia prima

Como se mencionó en el punto anterior, el personal de desarrollos determinó que es necesario realizar muestreos mensualmente al material para asegurar que este mantiene las mismas especificaciones con las que fue fabricado. Este periodo de tiempo se determinó con la formulación que se utiliza para la fabricación de la película plástica en conjunto con las condiciones climáticas del almacén en el que se encuentra el material. De igual forma, se implementó un control dentro de la fabricación de la película plástica que retrasa el encogimiento de esta.

6. Implementar una base de datos para relacionar OF y OV

El personal de planeación realizó una base de datos que relaciona las ordenes de fabricación con las órdenes de venta para que las áreas de ventas, almacén y producción tuvieran la misma información. Esto funciona como un candado para identificar si se está produciendo dos veces una misma orden de venta o si aún no se ha producido.

Este es un problema que se presenta ya que los clientes general diferentes órdenes de venta de un mismo producto, por lo que un mismo producto genera de dos hasta cuatro órdenes de venta y estas, a su vez, generan la misma cantidad de ordenes de fabricación.

7. Calendario de limpiezas

Se propuso un plan de limpieza para que los trabajadores de la bolseadora cumplieran con el plan de limpieza y ayudaran al mantenimiento básico de la misma (lubricar los componentes necesarios). Antes de aplicar el plan de limpieza, se solicitó al área de mantenimiento una pequeña capacitación al personal de producción para mencionar qué componentes deben evitar tocar, en qué componentes se debe tener mayor cuidado en la limpieza y qué componentes se tienen que lubricar, se puede observar en la *Tabla 10*.

PLAN DE LIMPIEZA					
MÁQUINA LEMO					
DIARIAMENTE					
Las siguientes actividades deberán realizarse diariamente al termino de cada turno.					
FECHA	ACTIVIDAD	SÍ	NO	OBSERVACIONES	REALIZÓ
	Dejar material sobrante identificado y en una tarima				
	Barrer área				
	Limpiar con un trapo humedo toda la máquina				
	Dejar material sobrante identificado y en una tarima				
	Barrer área				
SEMANALMENTE					
Las siguientes actividades deberán realizarse cada fin de semana con la máquina apagada por seguridad del personal.					
FECHA	ACTIVIDAD	SÍ	NO	OBSERVACIONES	REALIZÓ
	Hacer la devolución de todo el material sobrante que esté en el área				
	Barrer el área				
	Limpiar con un trapo humedo toda la máquina				
	Limpiar con un trapo húmedo todos los cables y mangueras de la máquina				
	Lubricar los engranes de los carros, así como los componentes				

Tabla 10.

Plan de limpieza de máquina. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

El plan de limpieza se estableció en conjunto con el área de producción y mantenimiento para identificar las actividades que deben realizarse, así como su frecuencia, estas se dividieron en actividades diarias y semanales:

- **Actividades diarias:** Se establecieron como actividades diarias aquellas que generan problemas tanto para la utilización de la máquina, como para el proceso por lo que se definieron las siguientes actividades:
 - Dejar el material sobrante identificado y en una tarima
 - Barrer área
 - Limpiar con un trapo húmedo toda la máquina
 - Dejar material sobrante identificado y en una tarima
 - Barrer área

- **Actividades semanales:** Se establecieron como actividades semanales aquellas que consideró el área de mantenimiento que apoyarían con las recomendaciones del técnico para evitar paros durante la producción, estos se dividieron en las siguientes actividades:
 - Hacer la devolución de todo el material sobrante que este en el área
 - Barrer el área
 - Limpiar con un trapo húmedo toda la máquina
 - Limpiar con un trapo húmedo todos los cables y mangueras de la máquina
 - Lubricar los engranes de los carros, así como los componentes

8. Control para el cálculo de la materia prima

El área de planeación en conjunto con el área de producción, determino realizar el cálculo de la materia prima con un 10% y 15% extra de producto, 10% para los productos que no tienen impresión y 15% para los que si llevan impresión. Contemplaron como merma:

- Inicio y final de rollo
- Secciones que perforan durante el proceso de extrusión
- Secciones que perfora el área de impresión
- Secciones con defectos de impresión
- Ajuste de producto bolseado

Las anteriores consideraciones permiten que el área de producción tenga oportunidad de realizar los ajustes necesarios antes de producir y evitar las entregas incompletas al cliente.

9. Control de con las condiciones de operación

La máquina tiene diferentes operadores encargados de producir las bolsas, para poder tener un control en la forma de operación de cada uno de ellos, se estableció un formato en el cual se registraban las condiciones en las cuales se programaba la máquina para cada producto, de esta forma no habría cambios entre un operador y otro siguiendo las condiciones que dan el resultado esperado. Esto es una forma de controlar el proceso evitando el factor humano y obteniendo una “receta” de cada producto, se puede observar en la *Tabla 11*.

HOJA DE CONTROL DE PROCESO LEMO					
CÓDIGO SAP:	DISENO:	FECHA:			
PRODUCTO:	CÓDIGO PT:	CLIENTE:			
TENSIÓN:	VELOCIDAD:	DISP. DE OXY DRY:	MEDIDAS:		
	VELOCIDAD DISP. OXY DRY:				
PRESIONES					
NIP		DANZARINES			
SELLO GENERAL		1	2	3	
SELLO	CORTE PLANCHADOR				
TEMPERATURA			AIRE DE SOPLADO		
RECTO		CURVO		INFERIOR	
SNS11	SNS21			SUPERIOR	
SNS12	SNS22			CENTRAL	
TIEMPOS					
CORTE:	SELLADO:	PLANCHADO:			
NOMBRE Y FIRMA OPERADOR		NOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR		NOMBRE Y FIRMA CALIDAD	

Tabla 11.

Formato de especificación de proceso. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Dentro de la hoja en la que se registran las condiciones de operación, se determinó en conjunto con producción y calidad agregar:

- Sustrato
- Tensión
- Velocidad
- Medidas
- Velocidad del dispositivo oxy dry
- Presión del rodillo NIP
- Presión del sello
- Presión general
- Presión de corte
- Presión del planchador
- Presión de los danzarines

10. Check list para la recepción de las OF

El área de planeación entrega un “kit de planeación” con la orden de fabricación, en la cual se incluye la orden de fabricación, la solicitud de traslado de materiales en la cual se puede identificar la materia prima, el plano mecánico por el cual se pueden revisar las dimensiones de la bolsa, la ficha técnica que indica la cantidad de bolsas a empacar por cada una de las cajas, así como la forma en la que el cliente las pide empacadas y la tarjeta viajera en donde se registra la producción hora por hora. Se creo un check list con apoyo del área de planeación y producción, con el cual se podían asegurar que todos los kits recibidos, estuvieran completos, se puede observar en la *Tabla 12*.

CHECK LIST						Fecha					
RECEPCIÓN DE KIT DE PLANEACIÓN											
OF	Sol. De traslado	Plano mecánico	Ficha Técnica	Tarjeta Viajera	Firma sup.	OF	Sol. De traslado	Plano mecánico	Ficha Técnica	Tarjeta Viajera	Firma sup.

Tabla 12.

Check list kit de planeación, Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

11. Horarios de recepción de OF

Se establecieron horarios para entregar el kit de planeación, horarios en los cuales el almacén recibiría la orden de solicitud de traslado y horarios de entrega de materia prima. En este proceso están involucrados el área de planeación, supervisores de planta y personal de almacén, por lo que todos ellos participaron para definir los horarios de cada una de las actividades. De esta forma, mejoramos la comunicación entre las áreas y mantenemos un control en cuanto a las actividades que todas estas áreas comparten. Esto se puede observar en la *Ilustración 9*.

AYUDA VISUAL					
HORARIOS DE RECEPCIÓN DE KIT DE PLANEACIÓN					
HORARIO DE RECEPCIÓN KIT DE PLANEACIÓN		HORARIO DE RECEPCIÓN DE SOLICITUD DE TRASLADO ALMÁCEN		HORARIO DE ENTREGA DE MATERIAL	
08:30	09:00	09:30	10:00	12:00	13:00
12:30	13:00	13:30	14:00	16:00	17:00
14:30	15:00	15:30	16:00	12:00	13:00
DEL SIGUIENTE DÍA					
<p>LA RECEPCIÓN DE LOS KIT'S DE PLANEACIÓN SOLO SE RECIBIRÁN EN EL HORARIO ESTABLECIDO, DE ESTÁ FORMA PRODUCCIÓN Y ALMACÉN PODRÁN CUMPLIR LOS HORARIOS DE ENTREGA Y EVITAR LAS URGENCIAS. ASÍ MISMO, ÚNICAMENTE SE RECIBIRÁN LOS KIT'S CORRESPONDIENTES A LAS ORDENES QUE SE ENCUENTREN DENTRO DEL PLAN. EN CASO DE QUE LAS ORDENES NO SE ENCUENTREN DENTRO DEL PLAN, SE ACEPTARÁN ÚNICAMENTE SI FUE NOTIFICADO VÍA CORREO ELECTRÓNICO 24 HORAS ANTES COPIANDO A TODOS LOS INVOLUCRADOS.</p>					

Ilustración 9.

Horarios de recepción de kit de planeación. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Todas las mejoras antes descritas se compartieron primero con los supervisores de área y con todas las áreas involucradas para llegar a un acuerdo y definir responsabilidades.

Análisis y discusión de resultados

Después de aplicar las mejoras, se analizaron las mejoras obtenidas durante un mes de aplicación y los resultados se enlistan a continuación:

1. **Realizar un calendario de mantenimientos preventivos:** La generación del calendario de mantenimientos preventivos generó como resultados:
 - a. Disminución en las fallas de la máquina: La constante lubricación y revisiones continuas de los componentes generó la disminución de los paros de máquina generados por las fallas mecánicas, de un promedio de 12 a 2 paros mensuales, esto equivale a que se redujeron los paros un 83% en promedio
 - b. Disminución en los tiempos muertos generados por las fallas mecánicas: Al tener una mejor limpieza y mantenimiento preventivo en la máquina, generó la disminución de las fallas mecánicas, entre ellas la principal que generaba que la máquina se tuviera que quedar parada hasta ocho horas. Estas acciones disminuyeron estas fallas de tres veces a la semana a dos-tres veces al mes, lo cual representó una disminución de 96 horas a 24 horas, equivalente a una disminución del 75% de tiempo muerto

2. **Capacitar al personal:** La aplicación de una capacitación al personal generó como resultado:
 - a. Disminución de desperdicio por piezas defectuosas: El personal logró realizar sus propias muestras de calidad cada vez que se requería, dejaron de depender del área de calidad para realizar esta actividad y fueron capaces de realizar los ajustes necesarios en caso de ser necesario; esto generó la disminución del desperdicio generado por la falta de pruebas de calidad realizadas al producto del 30% al 2%
 - b. Disminución de tiempos muertos por espera del personal de calidad: El personal que prefería parar la producción, dejó de depender del área de calidad para realizar las pruebas de calidad del producto, la capacitación aumento la confianza del personal para

liberar sus muestras y esto disminuyó los tiempos muertos en promedio de 120 minutos a treinta minutos, mismos que no fue posible disminuir puesto que las primeras piezas de cada nueva orden de producción se tenían que realizar específicamente por el área de calidad. Lo anterior equivale a una disminución del 75% del tiempo muerto por espera de autorización del personal de calidad

- c. Estandarización de las pruebas de calidad realizadas al producto: Algunos de los operadores intentaban realizar sus pruebas de calidad para no tener que esperar al personal del área de calidad, pero liberaban ellos mismos su producción sin realizar todas las pruebas de calidad establecidas o con parámetros erróneos, esto era entendible puesto que nunca se les había capacitado para que ellos mismos lo realizaran; generar la capacitación y ayuda visual de las mismas, generó más confianza en los operadores y en el personal de calidad para que los operadores realizaran sus propias pruebas, disminuyendo el desperdicio, como se comentó anteriormente, del 30% al 2%
3. **Implementar sistema PEPS:** La implementación del sistema PEPS dio como resultados principalmente producir los pedidos con las dimensiones establecidas y garantizar la calidad de la bolsa, ya que, al pasar el tiempo, el material plástico se encogía paulatinamente y perdía su resistencia y duración. Esto permitió identificar y producir con el material correctamente en 32 rollos de 35, es decir, el 91% de las veces
 4. **Implementar una base de datos para relacionar OF y OV:** Esta pequeña implementación permitió mejorar la comunicación entre las áreas y, de igual forma, permite evitar la fabricación duplicada de ordenes de fabricación al tener más control en las órdenes. Hasta el momento, no se han presentado nuevamente ordenes de fabricación duplicadas, es decir que este punto se ha cumplido de tal forma que tenemos un cumplimiento de pedidos del 100%
 5. **Calendario de limpiezas:** La generación del plan de limpieza generó como resultados:
 - a. Disminución en las fallas de la máquina: La constante limpieza de la máquina y de los componentes generó la disminución de los paros de máquina generados por las fallas mecánicas, de un promedio de 12 a 2 paros mensuales, esto equivale a que se redujeron los paros un 83% en promedio
 - b. Producción de calidad: Mantener la máquina limpia disminuyó los defectos generados por la propia máquina a las piezas producidas. Los defectos redujeron de 2 eventos semanales a 3 eventos mensuales, es decir, se redujeron un 62.5%
 - c. Mejor ambiente laboral: Tener un área de trabajo limpia generó un mejor ambiente de trabajo para el personal que labora en el área y también generó que el trabajo en equipo se fortaleciera entre el personal por mantener su área de trabajo en mejores condiciones, siendo como resultado la satisfacción del personal de esta máquina de 7 de 8 trabajadores, es decir, el 87.5% del personal de esta área
 6. **Control para el cálculo de la materia prima:** Esta mejora permitió principalmente completar las ordenes de fabricación sin faltantes, esto es algo que ocurría en dos pedidos semanales y se disminuyó a dos pedidos mensuales, es decir, se redujeron el 75%; mismos que se buscan eliminar con la continua actualización de los cálculos que el área de planeación realiza.

- 7. Control de con las condiciones de operación:** La especificación de proceso en cuanto a la especificación de proceso generó:
- Estandarizar las condiciones de operación: Cada operador tiene sus propios métodos de ajuste de operación y esto afectaba entre un turno y otro, por lo que estandarizar las condiciones de operación permitió continuar con los ajustes de operación iniciales con los que se liberaron las primeras piezas. Durante el mes, se llenaron 11 de 14 hojas de condiciones de operación, es decir, el 78.6%
 - Disminución en el desperdicio generado: La estandarización en las condiciones de operación permitió mantener las piezas fabricadas con los ajustes iniciales liberadas; esto disminuyó el desperdicio del 30% al 2%, como se mencionó anteriormente
- 8. Check list para la recepción de las OF:** Este check list se implementó con los supervisores de producción, quienes reciben el kit de planeación. De esta forma se pudo controlar la recepción de ordenes de fabricación completas, obteniendo como resultado:
- Disminución en los tiempos muertos en producción por espera de autorización de diseño: El tiempo de espera de la autorización del diseño se eliminó, por lo que el tiempo muerto de 60 minutos se eliminó al tener el plano mecánico desde que se recibía el kit de planeación
 - Disminución en el desperdicio generado por la falta de información: El desperdicio generado por falta de plano mecánico y ficha técnica era alrededor de dos toneladas a media tonelada; el desperdicio era grande ya que muchas veces los supervisores se daban cuenta del error mucho tiempo después de que se hiciera el ajuste en la máquina y se iniciara la producción; esta mejora nos permitió eliminar el desperdicio generado por esta causa al 100%
 - Disminución en los tiempos muertos por espera de material: El tiempo muerto promedio por espera de material a causa de la falta de la solicitud de traslado y, por ende, la falta de materia prima disminuyó el tiempo de 180 minutos a 45 minutos en promedio, es decir, se redujo el tiempo muerto en un 75%; al faltar la materia prima, se tenían que esperar con la máquina detenida hasta que encontraran la hoja de solicitud de traslado y el almacén surtiera la materia prima
- 9. Horarios de recepción de OF:** La estandarización en los horarios de las tres áreas dio como resultados:
- Mejor comunicación entre áreas: La comunicación entre planeación, supervisores y almacén se veía afectada por el proceso que llevaban, el estandarizar los horarios de recepción de documentación y materia prima mejoró la interacción entre las áreas, los horarios de recepción de documentación se cumplieron 10 de 14 veces, es decir, el 71%
 - Disminución de las “urgencias” en las ordenes de fabricación y seguimiento al plan de producción: Cuando no había horarios establecidos de recepción de kits, todo el día se podían recibir órdenes de fabricación solicitando cambiar el plan de producción y esto llegaba a generar confusión por parte de supervisores y almacén, puesto que, el plan de producción se modificaba de dos a tres veces por día por considerar todos los pedidos como “urgencias”; ahora, con los cambios realizados se logró mantener el orden del plan de producción y evitar confusión entre áreas, esta mejora se ha cumplido al 100%

- c. Disminución en tiempo muerto por espera de materia prima: Estandarizar los horarios de recepción de documentación mejoró el control que llevaban los supervisores y el personal de almacén en cuanto al orden de entrega de materia prima, esto disminuyó en promedio de 180 minutos a 60 minutos, es decir, el 66.7%

Todas las mejoras antes descritas se compartieron primero con los supervisores de área y con todas las áreas involucradas para llegar a un acuerdo y definir responsabilidades para su implementación. Actualmente la máquina ha disminuido el número de producto defectuoso, los técnicos de la máquina aún no pueden acudir a realizar el mantenimiento necesario para la máquina, pero respecto a los problemas que internamente se podían trabajar, ya se realizan las acciones mencionadas y se continúa con el seguimiento a cada una de ellas.

AMEF final

Una vez que se implementaron las mejoras, nos reunimos nuevamente con el equipo para revisar los resultados de las mejoras implementadas y clasificar nuevamente los hallazgos iniciales, esto dio como resultado el AMEF después de las mejoras, como se observa en la *Tabla 13*.

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E Y	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Resp.
Producir	Se alarma la máquina (conexión cables interrumpidos)	Se detiene la producción, la máquina se debe apagar y volver a producir hasta que se quite la alarma	10	Alguna falla mecánica	3	Ninguno	10	300	Contactar al técnico directo de LEMO, la alarma proviene de algún sistema electro-mecánico y es necesario que el técnico lo revise para eliminar esa alarma	Freddy García
Producir	Saldado disparajo	Rechazo por parte del cliente	3	La presión de la "soldadura" y la "calibración" del sello solo lo puede realizar mantenimiento, operación no está autorizada para realizarlo	2	Mantenimientos preventivos	5	30	Continuar con los mantenimientos preventivos	Freddy García
Registrar caja en hoja viajera	Registro incorrecto	Retraso en PT por revisión caja por caja	3	Mala práctica de captura	2	Supervisor revisa la captura	3	48	Continuar con las capacitaciones continuas	Juan Martínez
Entregar tarimas a almacén	Producción entrega tarimas mal etiquetadas	Retraso en entrega a cliente	3	Error de captura en SAP	2	Supervisor revisa la captura	3	48	Continuar con las capacitaciones continuas	Ramiro Villá
Realizar proceso de envío a cliente	La cantidad no cuadra entre etiquetas y hoja viajera	Retraso en entrega a cliente	3	Mala práctica de captura	2	Supervisor revisa la captura	3	48	Continuar con las capacitaciones continuas	Juan Martínez Ramiro Villá
Entregar OF a producción	Material no disponible incompleto para la OF	Detectar la producción	3	Información incorrecta sobre stock en almacén de MP	5	Los controles realizados durante las capacitaciones disminuye la ocurrencia	4	160	Continuar con las capacitaciones continuas	Ramiro Villá
Surtir MP a producción	Surtir MP mal etiquetada	Detectar la producción y/o retraso en el plan de producción	3	Se dejó material sobrante en planta y en inventario se desvirtúa con datos incorrectos	3	Los controles realizados durante las capacitaciones disminuye la ocurrencia	4	36	Continuar con las capacitaciones continuas	Ramiro Villá
Surtir MP a producción	Surtir rollos de MP con defectos (cortados o con surcos)	Disperdicar material	3	Cuando la MP se enfría, se empieza a entorcer en sí misma y se crean surcos	5	Sistema de enfriamiento antes de embobinar	6	240	Realizar proyecto de mejora para el área de extrusión	Roymando Delgado Julio Rivera Mario García
Producir	Saldado disparajo		3	Fallo en los rollos de la máquina	3	Mantenimientos preventivos	3	72	Continuar con los mantenimientos preventivos	Freddy García
Entregar OF a producción	OF duplicadas	Fabricar dos veces una OF	3	Plasación cruz 2 OF igual con diferentes lotes de MP	2	Documento que relaciona OF con DV	4	64	Continuar con el llenado de la base de datos	Bruno Domínguez
Surtir MP a producción	Surtir MP descalibrado	Entrega incompleta a cliente	3	El calibre de la MP cambia en el almacén	5	Estudio de los calibres por parte de desarrolleros	4	180	Continuar con el estudio de los parámetros que afectan al calibre del material	Roymando Delgado Julio Rivera Mario García

Tabla 13.

Clasificación después de las mejoras en el formato AMEF. Fuente: Creación propia, basada en Gutiérrez H. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma.

Como se puede observar, las mejoras implementadas nos permitieron reducir significativamente la mayoría de los hallazgos encontrados en la primera reunión. Así mismo, como es necesario continuar con las mejoras implementadas y continuar mejorando el proceso, se identificaron las nuevas causas raíz que continuarían generando errores. Lo anterior se puede observar en la *Tabla 14*.

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E Y	Causas: Potenciales	D C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Resp.
Surtir MP a producción	Surtir MP mal etiquetada	Desperdiciar material	7	Producción registra mal los devoluciones o producción pierde la etiqueta de MP	7	Niegarlo	8	392	Control en el área de almacén	Julio Rincón
Entregar trunks a almacén	Producción entrega trunks fuera de horario	Retraso en entrega a cliente	8	Falta de personal	6	Niegarlo	8	304	Horarios de entrega para producto terminado	Julio Rincón
Entregar OF a producción	OF incorrectos	Producir con especificaciones diferentes	9	Ingeniería tiene algún error en la ficha técnica	6	Niegarlo	7	378	Controlar en el proceso de Ingeniería de producto	Luis Jara
Recibir OF y MP	Producción respaldada la OF	Retraso en el plan de producción	7	Falta de espacio establecido para OF	7	Establecer lugar para OF	7	343	Control en área productiva	Joaquín García
Producir	Se alarma la máquina (conexión cables interrumpida)	Se detiene la producción, la máquina se debe apagar y volver a prender hasta que se quite la alarma	10	Alguna falla mecánica	3	Niegarlo	10	300	Contactar al técnico directo de LEMO, la alarma promueve de algún sistema electro-mecánico y es necesario que el técnico lo revise para eliminar esa alarma	Freddy García
Surtir MP a producción	Surtir rollos de MP con defectos (cortados o con arreglos)	Desperdiciar material	8	Cuando la MP se cae, se empieza a recoger en almacén y se crean arreglos	5	Sistema de certificación antes de embobinar	6	240	Realizar proyecto de mejora para el área de extrusión	Joaquín García
Surtir MP a producción	Surtir MP descabreado	Desperdiciar material por especificaciones diferentes	8	Calidad no libera especificaciones rollo a rollo de extrusión	3	Producción inicia control rollo a rollo del calibre	3	216	Control en el área de almacén	Julio Rincón
Mostrar rollo	Material en core de 6"	Los cambios son más lentos, solo se cuenta con un juego de chokos	7	Impresión embobina MP impresa en cores de 6"	10	Niegarlo	3	210	Control en área productiva	Joaquín García
Surtir MP a producción	Surtir rollos de MP con defectos (cortados o con arreglos)	Retraso en el plan de producción	7	Calidad no libera especificaciones rollo a rollo de extrusión	3	Producción inicia control rollo a rollo del calibre	3	183	Realizar proyecto de mejora para el área de extrusión	Joaquín García
Surtir MP a producción	Surtir MP descabreado	Entrega incompleta a cliente	9	El calibre de la MP cambio en el almacén	5	Estudio de los calibres por parte de desarrollo	4	180	Continuar con el estudio de los parámetros que afectan el calibre del material	Popayán Delgado Julio Rincón Mario García

Tabla 14.

Clasificación de nuevas oportunidades de mejora en el formato AMEF. Fuente: Creación propia, basada en Gutiérrez H. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma.

Nivel sigma después de las mejoras

Posterior a las mejoras realizadas, se utilizó nuevamente la calculadora de nivel sigma en la cual se colocaron los diferentes productos que entraron a producción, así como el número de defectos y oportunidades de cada producto. Con la información anterior, se pudo calcular el nivel sigma del proceso de 4.5, así como los defectos por millón de oportunidades (DPMO) de 1,520. Los resultados los podemos identificar en la *Tabla 15*.

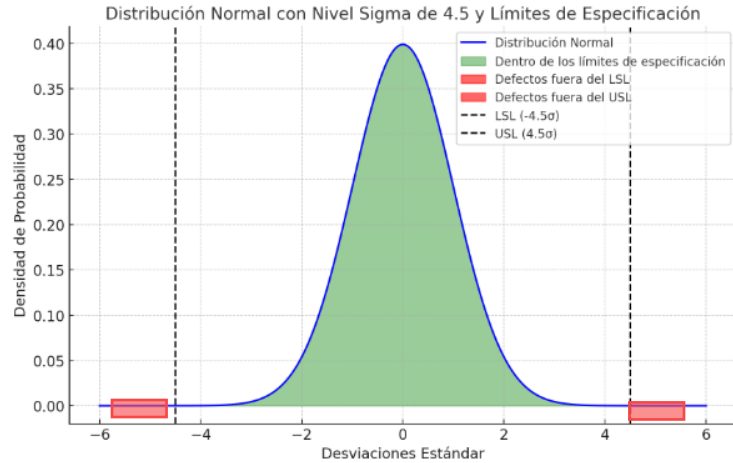
Multiple Products From Same Process

	Product A	Product B	Product C	Total
Enter Number of Defects:	10,000	12,720	26,850	49,570
Enter Number of Units:	1,550,000	750,800	2,750,000	5,050,800
Enter Number of Opportunities Per Unit:	7	7	6	6
Defects Per Million Opportunities:	922	2,420	1,627	1,520
Sigma Level				4.5

Tabla 15.

Cálculo del Nivel Sigma después de las mejoras. Fuente: Creación por Direktor Group, basada en datos proporcionados por la empresa.

Por lo antes mencionado, se observa que el proceso en el cual se está realizando el proyecto cuenta con un nivel sigma de 4.5, es decir que la distribución se encuentra dentro de los límites de especificación del proceso (como se puede observar en la *Gráfica 2*) lo que genera aproximadamente 1,520 defectos por cada millón de oportunidades.



Gráfica 2.

Distribución de nivel Sigma de 4.5. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Project charter final

Como se mencionó al principio del presente escrito, se implementó una tabla para la gestión de las actividades, por lo que es necesario mostrar el resultado final de las actividades planteadas al inicio, esto se puede observar en la *Tabla 16*.

Project Charter				
Proceso:	Bolso			
Líder del proyecto:	Lea Jiménez Espitia			
Fecha de inicio:	5/2/2024	Fecha de cierre:	5/4/2024	
Problemática:	La empresa está a punto de perder a uno de sus grandes clientes a causa de los defectos presentados en las últimas entregas de producto			
Alcance:	Bolso y las áreas involucradas en el proceso			
Objetivos:	Disminuir el número de defectos para no perder al cliente			
Actividades	Fecha inicial	Fecha término	Responsables	Estatus
Mapear proceso	5/2/2024	9/2/2024	Lea Jiménez	Finalizado
SIPOC	5/2/2024	9/2/2024	Lea Jiménez Juan Martínez Ramiro Villa Joaquín González	Finalizado
Calculo de nivel sigma	5/2/2024	16/2/2024	Lea Jiménez	Finalizado
AMEF	19/2/2024	23/2/2024	Lea Jiménez Juan Martínez	Finalizado
Análisis de mejoras	26/2/2024	1/3/2024	Ramiro Villa Joaquín González	Finalizado
Implementación de mejoras	4/3/2024	29/3/2024	Israel Najera Área de bolso	Finalizado
Presentación de resultados	1/4/2024	5/4/2024	Lea Jiménez	Finalizado

Tabla 16.

Project Charter final del proyecto. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Conclusiones

Durante la realización del proyecto de mejora en la máquina borseadora me presenté con múltiples retos, principalmente liderar un equipo de trabajo grande. Lo anterior va más relacionado con la confianza que yo misma me tenía, ya que, respecto al apoyo de todos los participantes, no existió problema alguno. A pesar de esto, mis superiores siempre confiaron en mis capacidades y me impulsaron continuamente a tomar decisiones, así como determinar el orden en el que se realizarían las actividades. Inicialmente fue complejo decidir por donde iniciar, pero siempre es importante poder mantener un orden y la metodología DMAIC nos brinda el orden necesario durante los proyectos de mejora. La propuesta de implementar las mejoras siguiendo cada etapa fue ampliamente apoyada por el personal directivo, ya que muchos de ellos tienen las certificaciones Yellow Belt y Green Belt.

La aplicación de la metodología DMAIC en equipo, nos permitió como empresa cumplir el objetivo de disminuir los rechazos internos y externos del producto, así como también disminuir los desperdicios generados por el mismo proceso. Además, nos permitió tener un control más profundo en el proceso de borseo y, lo más importante, evito que la empresa perdiera a los clientes al demostrar las acciones de mejora que se estaban presentando, así como también pudieron visualizar las mejoras con el producto que les entregamos.

Así mismo, con el presente escrito logré capturar los proyectos principales que he podido realizar a lo largo de estos meses, logré estar a cargo de proyectos importantes que me brindaron gran experiencia profesional, posibilidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera y la oportunidad de trabajo en equipo. Algunos de los logros adquiridos y que agradezco mucho son la oportunidad de trabajar en una industria en la que no había estado antes, el apoyo brindado por mi equipo de trabajo, la confianza de mi jefe para darme el cargo de proyectos de suma importancia y la oportunidad de dirección para apoyar a mi jefe. Estos proyectos me permitieron ahorrar una cantidad de dinero significativo para la empresa, así como la disminución del tiempo en instalaciones por la planeación previa de los proyectos. También me permitieron dar visibilidad del lugar en el que se encontraba la planta con los indicadores, mismos que continúe midiendo con el apoyo del área gerencial y del área productiva. De igual forma, los indicadores de producción no serían posibles sin el apoyo del personal de planta que realiza sus registros continuamente.

Finalmente, el cambio de la empresa a otro nivel va de la mano con la metodología lean six sigma, misma que no es posible realizar sin que el personal directivo y productivo confíe en la metodología. El cambio siempre tiene que iniciar midiendo a la empresa en dónde está en ese momento, teniendo la línea inicial se puede establecer una meta y enfocarse en los objetivos que nos harán llegar hacia esa meta; logrando la meta, establecer nuevamente un objetivo y continuar mejorando.

Lo anteriormente dicho es algo que aprendí durante la carrera en la facultad, imponiendo una meta, tomando los créditos que tenía en ese momento y poniéndome metas semestre a semestre para lograr concluir la carrera, así logré terminar la carrera.

Después de haber realizado todas estas actividades, me siento muy orgullosa de poder poner en práctica mis conocimientos, haciendo más eficientes los procesos. Lograr ahorros significativos para las empresas, disminuyendo los defectos que generan pérdidas económicas y continuar generando experiencia profesional. Así mismo, me permite y enorgullece poner en alto a los egresados de la facultad de ingeniería con la capacidad y conocimiento que representamos en las empresas, por los conocimientos que soy consciente que tenemos gracias al apoyo de la universidad, sus profesores y nosotros mismos.

Bibliografía

- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma* (2ª ed.). McGraw-Hill.
- Rodríguez Mera, M., & Guerrero Moreno, D. (2015). *Aplicación de Lean Six Sigma para la mejora del proceso de trabajos de grado en una Institución de Educación Superior*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso* (1ª ed.). ICG Marge.
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Fundación EOI.
- Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing: Guía básica*. Limusa.

Anexos

Anexo 1. Descripción del proceso productivo de la empresa

En la empresa se realizan múltiples procesos, durante el proceso general interactúan diferentes áreas como se muestra en la *Ilustración 10*.

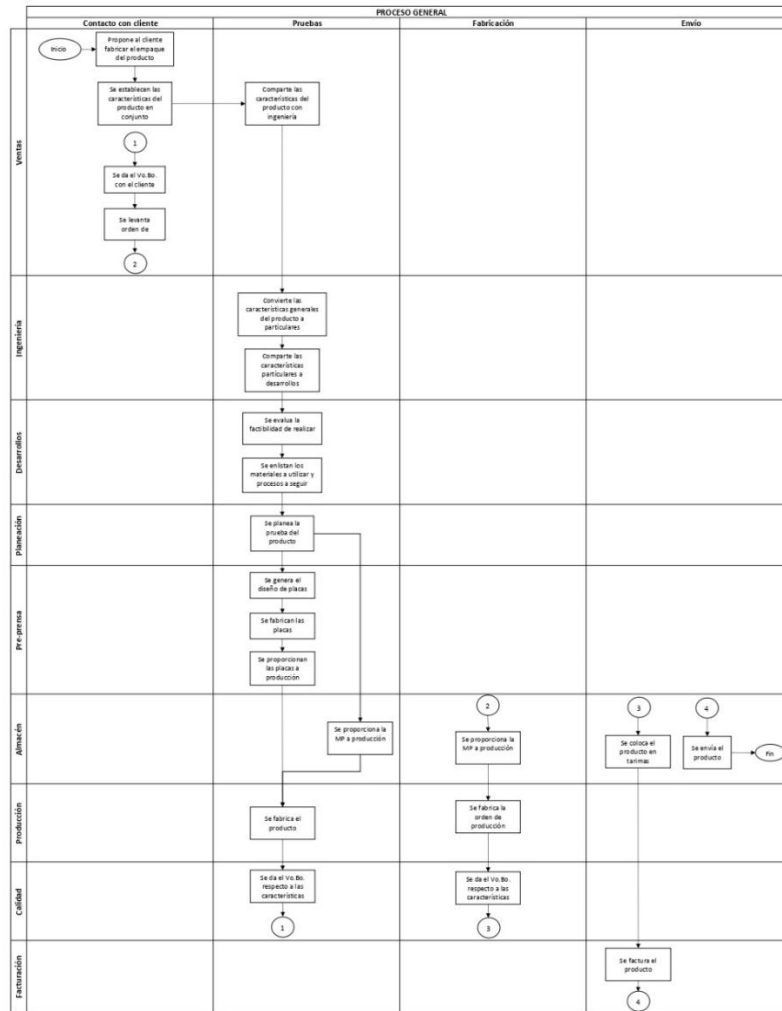


Ilustración 10.

Organigrama general de la empresa. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Además de estas áreas encargadas del proceso general, existen otras áreas administrativas que juegan un papel importante para que el proceso general pueda funcionar correctamente, estas son:

- **Compras:** Quienes se encargan de comprar la materia prima, herramientas, contactar proveedores y realizar tratos con ellos
- **Finanzas:** Quienes se encargan de administrar el flujo efectivo de la empresa y administrar los recursos con los que cuenta la empresa

- **Almacén de refacciones:** Quienes administran las refacciones necesarias para que la operación continúe efectivamente
- **Mantenimiento:** Quienes se encargan de mantener en funcionamiento las máquinas de forma óptima
- **Tráfico:** Esta es una sub-área de almacén y se encargan de recibir la materia prima, enviar el producto terminado y recibir las nuevas máquinas

Así mismo, existen diferentes procesos productivos dentro de la empresa. Un producto no necesariamente pasará por todos los procesos, pero es necesario describir de forma general qué es lo que realiza cada una de estas áreas para tener un contexto de lo que se realiza dentro de la empresa.

- **Extrusión:** Proceso durante el cual se transforman la combinación de diferentes resinas en una película plástica, este proceso es posible gracias a los hornos de calor por los que pasan las resinas para derretirse, así como un sistema de ventiladores que “inflan” la película como un globo. Este globo pasa por una extensión amplia de la máquina para que realice su proceso de templado a temperatura ambiente. Finalmente, pasa por rodillos en donde se cortan los extremos del globo para dividir el globo en dos películas que formarán rollos de película.
- **Montaje:** Proceso en el que las placas de fotopolímero se unen a las mangas de impresión con ayuda de sticky back, que es un material esponjoso con adhesivo en ambas caras. El sticky back es un apoyo para la placa de fotopolímero para plasmar correctamente el diseño en la película.
- **Impresión:** Proceso en el que la película flexible pasa por una máquina en donde unos cilindros llamados anilox (cilindros que recolectan la tinta) que transfieren la tinta a la placa de fotopolímero y posteriormente a la película plástica, una vez que se aplican todas las tintas a las que corresponde el diseño, la película pasa por un horno por el cuál las tintas realizan su proceso de secado y finalmente se embobina en un rollo para poder pasar a otro proceso.
- **Laminación:** Proceso por el que tiene que pasar la película en caso de tener impresión dorso (tinta que, al formarse el producto, tendrá contacto directo con el producto que se consumirá), para poder cubrir la tinta utilizada con ayuda de un adhesivo que se aplica con mangas de laminación sobre la película impresa para después pasar por un rodillo aplanador que unirá esta película y adhesivo con otra película (esta otra película se determina dependiendo del diseño del producto y de lo que el cliente requiera).
- **Corte:** Proceso durante el cual se eliminan los excedentes de las películas vírgenes, impresas o laminadas. Así mismo, en los casos en los que las bobinas impresas tienen el diseño repetido más de una vez, se cortan en bobinas separadas para que llegue la película impresa a la medida a la que el cliente lo requiere.
- **Bolseo:** Proceso por el cuál la película plástica se forma en una bolsa al pasar por diferentes sellos que funcionan a cierta temperatura (adecuada para no quemar ni deformar el material). Algunas bolsas se requieren con dobleces especiales, zipper o perforaciones que se pueden ajustar en las máquinas dependiendo de lo que se requiere por el cliente.
- **Doblez:** Proceso por el cual pasa la película plástica por un “triángulo formador” que realiza la función de doblar a la mitad la película. Durante este proceso, la película es aplanada para que el doblado se mantenga firme. En algunas ocasiones, la película se pide perforada, los perforadores se encuentran con un aditamento cerca de la máquina que se sincroniza con la velocidad de la máquina para realizar las perforaciones que se establecen por parte del cliente.

Anexo 2. Segundo caso de aplicación dentro de la empresa – Planeación de instalación de máquina flexográfica

Este proyecto inició antes de que yo ingresara a la empresa, pero nadie llevaba la planeación en ese momento, por lo que tome el proyecto completamente desde marzo de 2023. Para poder tener el orden de todas las actividades que se tenían que realizar y de todos los involucrados, recurrí a realizar un diagrama de Gantt que se puede observar en la *Ilustración 11*.

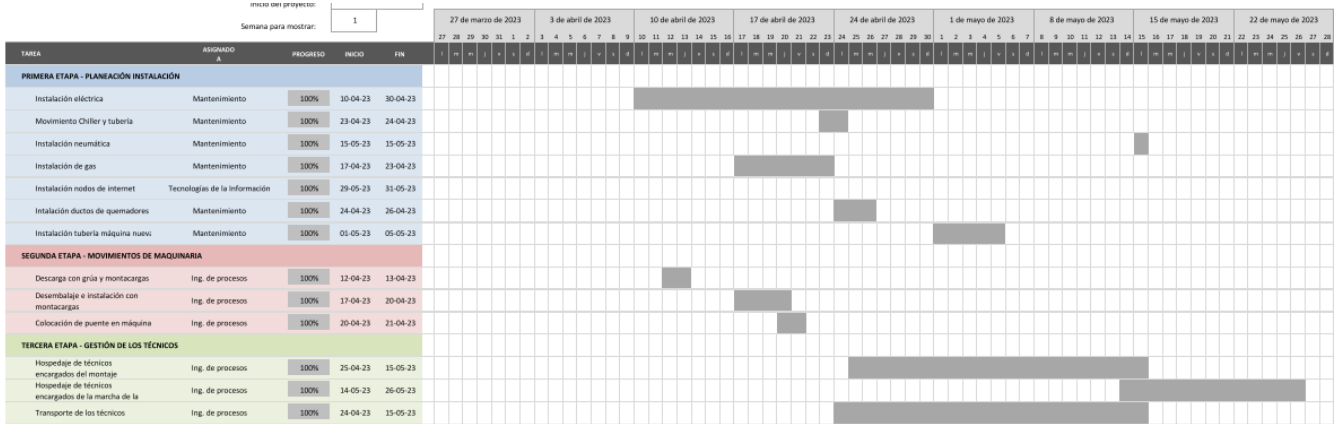


Ilustración 11.

Diagrama de Gantt para instalación de máquina flexográfica. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Dividí la instalación en 3 etapas importantes: Planeación para todas las instalaciones que necesitaría la máquina para funcionar, movimientos de maquinaria que se realizarían con el equipo necesario y la gestión de los técnicos de la empresa de la máquina flexográfica. Cada una de estas etapas se describen a continuación más a detalle:

Primera etapa – Planeación instalación

Para esta etapa se realizó un levantamiento de todos los servicios que utilizaban las máquinas flexográficas con las que se contaba en ese momento en la empresa. Este levantamiento dio como resultado la necesidad de tener instalaciones eléctricas, de gas, de agua, de aire, de extracción de gases y de internet. Además de conseguir la lista de los servicios necesarios para el funcionamiento de la máquina, se definió que la instalación de agua de una de las máquinas flexográficas interferiría con la instalación de agua de la nueva máquina, por lo que, dentro de esta etapa, se estableció la necesidad de reubicar esta instalación.

Posterior al levantamiento, tuve reuniones en conjunto con el área de mantenimiento para establecer cuáles serían los requerimientos para cada una de las instalaciones, la ubicación de cada una de las instalaciones, los responsables de cada actividad y las fechas idóneas en las que se deberían realizar cada una de estas instalaciones. Una vez que se estableció todo lo anterior, mi trabajo fue dar seguimiento en conjunto con el área de compras para contar con todo el material necesario para la realización de las actividades en tiempo y forma, así como el pago a los proveedores que acudirían a realizar las instalaciones pertinentes. Es importante mencionar que también fue necesario pactar el día y horario con el área de planeación para detener la máquina flexográfica a la que cambiaríamos su Chiller de posición y dar seguimiento para que esta instalación se cumpliera en el tiempo establecido y con las condiciones de seguridad

necesarias. Lo anterior para no tener contratiempos y no afectar el plan de producción que ya se tenía planteado.

A continuación, se desarrollan cada una de las actividades plasmadas en la “Primera etapa”:

Instalación eléctrica

Para la instalación eléctrica era importante instalar un nuevo transformador, pues se contaba con uno que ya no soportaría las conexiones para la nueva máquina. El equipo de mantenimiento realizó el cálculo y se solicitó un transformador de 15 KVA, además se solicitaron los cables necesarios para las conexiones considerando la distancia que tendrían que recorrer, así como la corriente que tenían que soportar.

Movimiento Chiller e instalación tubería de agua para ambas máquinas

Como mencione anteriormente, la instalación de agua de una de las máquinas flexográficas que ya se tenía en planta, estorbaba para la nueva máquina, por lo que se estableció la necesidad de mover de posición el Chiller y la colocación de la tubería. Para esta actividad fue necesario contactar a un proveedor externo que realizara la instalación de la tubería de cobre para el Chiller que se movería y para el de la nueva máquina.

Instalación neumática

La instalación neumática fue de las partes de la planeación más sencilla, pues era una actividad que podían realizar los compañeros del área de mantenimiento conectando únicamente una manguera, por lo que se solicitó la manguera del diámetro y longitud específico para realizar la conexión en cuanto fuera posible.

Instalación de gas

La instalación de gas fue muy importante, pues se tenía que contactar a un proveedor externo que pudiera realizar la conexión de forma segura para todos. El área de mantenimiento se encargó de buscar a dicho proveedor y de comunicar las necesidades requeridas, así como la posición de toda la instalación.

Instalación de nodos de internet

La máquina flexográfica debe tener conexión a internet para que sea posible configurarla desde Checoslovaquia, esto es importante por dos razones, la primera es para poderla poner en marcha una vez que esté instalada y para solicitar ayuda siempre que se necesite y los técnicos de Checoslovaquia puedan acceder a ella remotamente en el momento que así se requiera.

Instalación de ductos de quemadores

Como última instalación, era importante establecer cuál sería el recorrido del ducto de los quemadores, pues la máquina cuenta con un horno por el cual pasan todos los sustratos impresos, todos los gases que expulsan estos hornos deben salir de la empresa para no causar un sobrecalentamiento dentro de esta. Nuevamente, esta instalación no es posible realizarla con el personal actual de mantenimiento con el que se cuenta, por lo que el proveedor externo que realizó la instalación de la tubería de agua también realizó esta instalación.

Segunda etapa – Movimientos de maquinaria

Para esta segunda etapa era necesario contactar a un proveedor externo que realizaría los movimientos de la maquinaria. Esto es necesario puesto que en la empresa no contamos con el

equipo necesario para realizarlo, además que esta empresa que contactamos es experta en realizar movimientos de maquinaria y el tiempo en el que lo realizan es óptimo.

Para esta etapa se compartió la lista de los contenedores que llegarían a la empresa con el peso de cada uno de estos, de esta manera, el proveedor podría realizar la cotización respecto a la maquinaria que utilizaría para cada uno de los movimientos. Además de compartir la lista, una persona encargada de esta empresa externa realizó un recorrido por la planta y por el almacén para establecer en conjunto conmigo los espacios que requeriría para la colocación de los contenedores y de la máquina.

Una vez que teníamos esta información, realice en conjunto con el personal de la planta, la liberación de los espacios necesarios para la colocación de los contenedores y el área por la que se colocaría una de las partes de la máquina más complicadas (esto debido a que esta pieza pesaba 25,000 Kg). Así mismo, establecimos los días que requeríamos para cada una de las actividades, dos días para la recepción de los contenedores uno de ellos con el apoyo de la grúa para el contenedor de 25,000 Kg; cuatro días para el desembalaje y la instalación de la máquina con ayuda de montacargas y dos días con una grúa más pequeña que utilizaríamos para colocar el puente de la máquina.

Se establecieron fechas en conjunto con la llegada de los técnicos para que los movimientos se realizarán en el momento en el que los técnicos lo indicarán. Así mismo, se llegó a un acuerdo con el personal de rampas para que no tuvieran recepción o entrega de material durante los días y horarios establecidos por la llegada de los contenedores.

Tercera etapa – Gestión de los técnicos

Para esta etapa se tenían 3 factores importantes: el transporte, el hospedaje y la alimentación de los técnicos; ya que la empresa se tenía que hacer responsable de todos estos gastos.

Para la cuestión del transporte, acordamos en conjunto que lo más económico sería que una persona se encargara del transporte de los técnicos desde el aeropuerto hasta el hotel, del hotel a la empresa y de la empresa al hotel.

Para el tema del hospedaje, acordamos en conjunto con el área de compras, hospedarlos en un hotel cercano a la empresa, este resultó más económico e ideal para el transporte de los técnicos; cabe mencionar que uno de los técnicos reside en Toluca, por lo que declinó la oferta de hospedarse en el hotel y de usar el transporte proporcionado, esto generaba un ahorro considerable.

Finalmente, para la cuestión de los alimentos, el desayuno y la comida se proporcionaban en el comedor que se encuentra en la empresa, dicho comedor nos brinda comidas completas que resultaban adecuadas para los técnicos que asistirían a la instalación y puesta en marcha de la máquina. Esto generaba un costo menor, puesto que la comida dentro de la empresa cuenta con un descuento al ser un comedor subsidiado.

Como ya se mencionaba, la primera etapa fue la planeación de la instalación, empecé a tomar el proyecto desde mi llegada. Para este punto, la máquina ya había sido solicitada, por lo que era necesario realizar un presupuesto y plan de pagos con el área de contabilidad para que todos los pagos se liberaran en tiempo y forma y la instalación de la máquina no se viera afectada; posterior a esto, se realizó un plan para la llegada de la máquina, instalación, prueba y capacitación.

Preparación previa

El primer levantamiento se relacionó con el costo de la máquina, se puede observar en la *Tabla 17*, los transportes y seguros necesarios para el envío y recepción de la máquina. Este levantamiento se realizó con el apoyo del área de compras.

MOVIMIENTOS MÁQUINA	\$1,632,148.00	Fecha prevista	Fecha de pago	Presupuesto planeado
Máquina + IVA		14 - 15 de abril		
Flete marítimo		8 de abril (Llegada al puerto de Veracruz)	30 - 31 de marzo	1,000,000.00
Gastos de importación		8 de abril (Llegada al puerto de Veracruz)	30 - 31 de marzo	400,000.00
Flete terrestre		Del 8 al 14 o 15 de abril (Hasta la llegada a JKK)	4 de abril	100,000.00
Seguro de transporte		13 de marzo	13 - 18 de marzo	100,000.00
Seguro de montaje		29 de abril (Inicio de montaje)	24 de abril (Antes de iniciar el montaje)	100,000.00 (tentativa)

Tabla 17.

Presupuesto de envío y recepción de máquina flexográfica. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Posterior al levantamiento inicial de la llegada de la máquina, se hizo un levantamiento y análisis con el área de mantenimiento sobre todo lo necesario para el funcionamiento de la nueva máquina. Esta tarea no era compleja, puesto que, dentro de la planta, existen dos máquinas iguales a la que iba a llegar, la cuestión aquí era considerar si algunos de los equipos que se comparten entre máquinas (transformador, tanque de gas, etc.) podrían soportar una máquina más. Lo complejo de esta tarea era planear las instalaciones de tal forma que fueran concluidas en su mayoría antes de que se terminara la instalación de la máquina, lo anterior debido a que, sin estas instalaciones, no se podría configurar la máquina para su uso. Así mismo, se necesitaban coordinar los tiempos, ya que algunas actividades las realizaban proveedores externos y otras el área de mantenimiento; y en algunas ocasiones se requería detener una de las máquinas impresoras para no afectar el producto y/o la instalación.

Instalación eléctrica

Se determinó que, para la instalación eléctrica, se requería un transformador extra, debido a que el que se tenía se podía sobrecalentar con una conexión más. El transformador propuesto era de 30 KVA, con cables de la extensión necesaria para poder llegar al área de la máquina, gabinetes, pastillas, tablero y accesorios necesarios. Al final, el presupuesto disminuyó por que se adquirió un transformador de 15 KVA, los demás accesorios se mantuvieron en la misma cantidad. Lo anterior se puede observar en la *Tabla 18*.

MANTENIMIENTO	Fecha inicio	Fecha entrega	Presupuesto planeado	Presupuesto real
1. Instalación Eléctrica	24 de abril	5 de mayo	1,000,000.00 (Aproximado)	554,023.10
Transformador de 30 KVA				1,000,000.00
Cables, gabinetes, pastillas, tablero, otros				100,000.00

Tabla 18.

Instalación eléctrica. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Movimiento del Chiller y tubería de impresora 2

El plan de adquirir la tercera impresora flexográfica aún se veía lejos cuando instalaron la impresora flexográfica 2, por lo que el chiller se colocó junto a la máquina y la tubería estaba directa a la máquina, cuando se estaba planeando la llegada de la máquina, se estableció que el chiller debía colocarse en la parte exterior junto con el chiller de la máquina flexográfica 1. Por esto era necesario realizar una instalación de tubería de cobre desde la máquina hasta la nueva posición del chiller. Se puede observar en la *Tabla 19*.

2. Movimiento Chiller de SEMA y tubería (Aumento en costo por tubería de cobre)	27 de marzo	8 de abril	100,000 (Aproximado)	155,000.00
Instalación tubería de cobre				
Aislamiento				

Tabla 19.

Movimiento chiller y tubería. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Instalación neumática

Una parte importante de la máquina funciona con agua, por lo que se tenía que considerar esta instalación. Esta resultó más fácil que las anteriores, puesto que la manguera ya tenía un camino por el cual se podía atravesar y no era necesario realizar una nueva instalación. Para este punto, únicamente se compró la manguera y el área de mantenimiento la instaló, por lo que la cantidad presupuestada disminuyó. Podemos observarlo en la *Tabla 20*.

3. Instalación Neumática	15 de mayo	20 de mayo	140,000 (Aproximado)	12,000.00
Manguera			140,000	12,000.00

Tabla 20.

Instalación neumática. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Instalación de gas

En un inicio, se buscaron cotizaciones para la instalación de un tanque estacionario y tuberías, posterior a esto, se determinó que el tanque actual tenía la capacidad de abastecer las tres máquinas, por lo que únicamente se determinó instalar una toma extra de las tuberías hacia la nueva máquina. Esta instalación se realizó con un proveedor externo, por seguridad del personal interno y asegurar una instalación correcta. Podemos observar lo anterior en la *Tabla 21*.

3. Instalación Gas (Se debe parar S.M.M. 12 horas - 1 turno)	1 de mayo	13 de mayo	✓110,000 (Aproximado)	✓2,012,000
Instalación tanque y tuberías	8 de mayo	13 de mayo	✓20,000 (Aproximado)	✓2,012,000
Tanque estacionario de 5,000 L	1 de mayo	6 de mayo	✓10,000 (Aproximado)	✓0.00

Tabla 21.

Instalación de gas. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Instalación de ductos quemadores

La máquina flexográfica expulsa gases durante todo su funcionamiento y es necesario expulsarlos para evitar la contaminación de los demás productos. Esta instalación se realizó de igual forma con un proveedor externo, para garantizar la extracción correcta de los gases. Podemos observarlo en la *Tabla 22*.

3. Instalación Ductos quemadores	22 de mayo	27 de mayo	✓00,000 (Aproximado)	✓10,000,000
---	------------	------------	-------------------------	-------------

Tabla 22.

Instalación de ductos quemadores. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Instalación de chiller nueva máquina

La máquina flexográfica requiere un chiller para el correcto enfriamiento de los circuitos. La máquina cuenta con una tubería para el chiller, pero por la disposición de la planta era necesario colocarlo junto con los otros dos chiller y por esta razón, la instalación de la tubería tenía que extenderse hasta esa posición. La instalación la realizó un proveedor externo, para garantizar el trabajo realizado. Se observa en la *Tabla 23*.

4. Chiller de S.M.M.3	22 de mayo	3 de junio	✓01,000 (Aproximado)	✓00,000,000
------------------------------	------------	------------	-------------------------	-------------

Tabla 23.

Instalación de chiller. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Llegada de máquina

Para la llegada de la máquina se estableció el área en el que se almacenarían los contenedores hasta la instalación, posteriormente, se contactó al proveedor que realizaría todas las maniobras con la nueva máquina (recepción de contenedores, posicionamiento en espacio, apoyo en la instalación), se estableció la posición del tambor central y la gestión de la llegada.

Almacenamiento de contenedores

Antes de recibir la máquina flexográfica, se debía definir el lugar en el que se posicionarían los contenedores. Para esto, solicite la lista de empaques/contenedores de la máquina para

identificar la cantidad de cajas a recibir y su tamaño. Podemos ver un ejemplo de esto en la *Ilustración 12*.

Invoice Item	Description				
1	Flexographic printing press SOMA FLEX OPTIMA2 1270-8 EG/WG (4th part of 6)				
P. list Item	Description	Size	Gross kg	Nett kg	Quantity
1	Support of rewinding module (5.2)	152x227x109 CM	635,00	471,00	1 Pcs
2	Support of unwinding module (4.2)	152x227x109 CM	550,00	420,00	1 Pcs
3	Ink pumping system (2)	518x228x243 CM	2480,00	2100,00	1 Pcs
4	Upper frame (6.1)	478x228x205 CM	2540,00	1833,00	1 Pcs
Total Weight			Gross kg	Nett kg	
			6 205,00	4 824,00	

Ilustración 12.

Ejemplo de lista de empaques/contenedores. Fuente: Creación por proveedor de la máquina flexográfica, basada en datos proporcionados por el fabricante.

Una vez que recibí la información, solicité la liberación del espacio definido con las medidas de la lista de empaques/contenedores y las posiciones de las cajas respecto al orden en el que se irían abriendo las cajas para la instalación.

Contacto con proveedor

El proveedor al que se contactó realizó la instalación de la máquina flexográfica dos, por lo que cuando se realizó la cotización, el proveedor ya tenía en cuenta en qué constaba la descarga y las maniobras. Además de esto, el proveedor acudió a una visita a la planta en la cual se mostró el espacio en el que se almacenarían las cajas, así como el espacio en el que se instalaría la máquina, de esta forma se podría realizar la cotización. La cotización se puede observar en la *Ilustración 13*.

Hola buen día
De acuerdo a su solicitud le envío la actualización de la cotización.
1.- Maniobras de descarga con grúa de un troquel de maquina [redacted] (26,0 t) y maniobras de descarga con montacargas de 5 contenedores con accesorios de la misma máquina en [redacted] IVA.
2.- Maniobras con montacargas para desembalaje y apoyo de instalación de maquina [redacted] (se cotizan 4 días de maniobra). En caso de requerir días adicionales tendrán un costo de \$ [redacted]
3.- Maniobra con grúa de 15.0 t para colocar puente de [redacted] (cincuenta mil pesos 00/100 m.n.) más IVA por día. (Se cotizan dos días de grúa para esta maniobra, de acuerdo a la experiencia anterior)
Servicio libre de seguro
Horario de lunes a viernes de 08:00 a 17:00hrs, sábados de 09:00 a 16:00 hrs. domingos días festivos o fuera de este horario se incrementa el 25%.
Quedo pendiente de sus comentarios.
Saludos

Ilustración 13.

Cotización de apoyo con instalación de máquina. Fuente: Creación por el proveedor del movimiento de maquinaria, basado en los trabajos a realizar

Tambor central

La parte fundamental de la máquina es el tambor central, esta pieza es extremadamente grande y pesada, por lo que, para tener una mejor planeación y utilización del apoyo de los proveedores, se identificó la posición que tendría el tambor central, la maniobra que se realizaría y el espacio

por el cual pasaría el tambor para su posicionamiento. A su vez, esto reduciría el tiempo y el aumento en el costo de las maniobras realizadas.

Gestión de la llegada

Ya se habían establecido todos los preparativos para la llegada de la máquina, por lo que únicamente se confirmó el día y hora de llegada de los contenedores, se habló al proveedor y se establecieron los días en los que se realizaría la descarga, todos los involucrados tenían conocimiento de la descarga y las maniobras que haríamos, por lo que todos siguieron el plan.

Las maniobras se realizaron en dos días, el primer día se descargaron todos los contenedores de menor tamaño y el segundo día se descargó y desembaló el contenedor que contenía el tambor central; este último se posicionó y los contenedores se colocaron en el orden y posición establecidos. La colocación del tambor central se puede observar en la *Ilustración 14*.



Ilustración 14.

Posicionamiento de tambor central. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Instalación de máquina

Ya se tenían los contenedores en la planta y contactamos a la empresa de la máquina flexográfica para que enviaran a sus técnicos para la instalación. Se estableció un hotel cercano a la empresa por el costo y la disminución del tiempo en el trayecto, esto disminuyó el presupuesto planeado a más del 50%. Lo anterior se puede observar en la *Tabla 24*.

PROVEEDORES	Fecha prevista	Fecha de pago	Presupuesto planeado	Presupuesto real
Hospedaje (montaje)	1- 20 mayo	1 de mayo - 10 de junio	1100,000 (3 técnicos x 20 días)	48,110.00
Hospedaje (marcha de máquina y capacitación)	22 mayo - 2 junio		100,000 (2 técnicos x 12 días)	40,000.00
Transportes	1 mayo - 15 junio		100,000 (Aproximado)	3500.00

Tabla 24.

Presupuesto de hospedaje de técnicos. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Nos enfrentamos a un problema durante la instalación de la máquina, ya que la empresa de la máquina no envió los componentes completos para la instalación, por lo que se tenía que tomar una decisión, detener la instalación hasta que se enviaran o continuar con la instalación e instalar los componentes faltantes en cuanto llegaran. Así que decidimos continuar con la instalación y, a decir verdad, fue la

mejor decisión, ya que los componentes llegaron justo cuando la instalación estaba por concluirse, como se puede observar en la *Ilustración 15*.



Ilustración 15.

Máquina instalada. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Pruebas y capacitación

Una vez finalizada la instalación, inició la etapa de pruebas, en la que se imprimieron trabajos complejos a mayor velocidad que las otras dos máquinas existentes. Se realizó la entrega de la máquina en conjunto con todos los accesorios que venían con la máquina. A pesar de la instalación de la máquina en el tiempo planeado, las capacitaciones no se realizaron en cuanto termino la instalación a causa de que los anilox comprados llegaron estrellados y, por esto, la máquina no se podía utilizar por temas de garantía con el fabricante.

Después de múltiples acuerdos con el fabricante, nos enviaron anilox nuevos y ya era posible iniciar con la capacitación. Estos anilox eran fundamentales ya que, durante la capacitación, se realizaría un “finger print”. Se prepararon todos los materiales, así como el plan de capacitación y se mandó a llamar al técnico de la máquina para agendar la capacitación.

El técnico realizó la capacitación a los trabajadores del área, se estableció que las dos máquinas existentes se quedarían con menos personal del usual para que todo el personal del área de impresión tuviera oportunidad de capacitarse en el uso de la nueva máquina.

Una vez que se terminó la instalación, realicé el análisis del presupuesto propuesto con lo que realmente se ocupó en el proyecto, este disminuyó un 8.04%, se disminuyeron costos en las maniobras y algunos costos de instalaciones de los servicios, pero aumentaron algunos relacionados con las mismas instalaciones por el costo variable en el mercado de los materiales, como fue el caso del cobre. A pesar de esto, significó un ahorro significativo para la empresa tanto económicamente como en tiempo, lo anterior se puede visualizar en la *Tabla 25*.

Total planeado	Total real
\$ 1,836,657.00	\$1,689,000.77

Tabla 25.

Presupuesto planeado vs real. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Así mismo, con la nueva máquina, la producción aumento en un 73% diaria. Con dos máquinas era posible producir 239,760 metros por día, mientras que con las tres máquinas logramos producir 414,000 metros por día. La diferencia existente en el aumento de producción es debido a que las dos máquinas flexográficas anteriores tienen un deterioro en sus componentes por el paso de los años y su mal uso; esto provoca que la producción generada por ambas máquinas fuera a una velocidad menor, evitando los defectos generados por las fallas que este deterioro genera en el producto del cliente. A diferencia de la nueva máquina, que logra producir a una mayor velocidad y con mejor resultado que las otras dos máquinas.

Anexo 3. Tercer caso de aplicación dentro de la empresa – Gestión para la mejora diaria de indicadores de producción

Diariamente se registran los datos de la producción, el desperdicio y los tiempos muertos de cada una de las máquinas, estos datos simplemente se registraban y se almacenaban en una base de datos. Por lo que, el área de mejora continua, decidimos realizar una reunión MDI para resolver, de una forma eficiente, las necesidades de producción.

En la empresa se empezaron a recopilar datos hora por hora de la producción, pero no se realizaba nada con esta información, por lo que se propuso realizar una reunión de MDI, junta que se realizaría diariamente con personal clave para la solución de problemas que se presentarán diariamente y que, al presentarse diariamente, se normalizaron.

El proyecto se dividió en cuatro fases descritas a continuación:

Selección de indicadores

Al tener el registro de la producción, el desperdicio y los tiempos muertos hora por hora de cada máquina, se determinó que realizaríamos el seguimiento de los indicadores producción y desperdicio diarios por área. En el punto en el que se determinó lo anterior mencionado, ya se tenía el registro, pero no una base que concentrara la información como nosotros deseábamos presentarla, por lo que se realizó una base de datos que contemplara todos estos datos. Se puede observar lo anterior en la *Ilustración 16*.

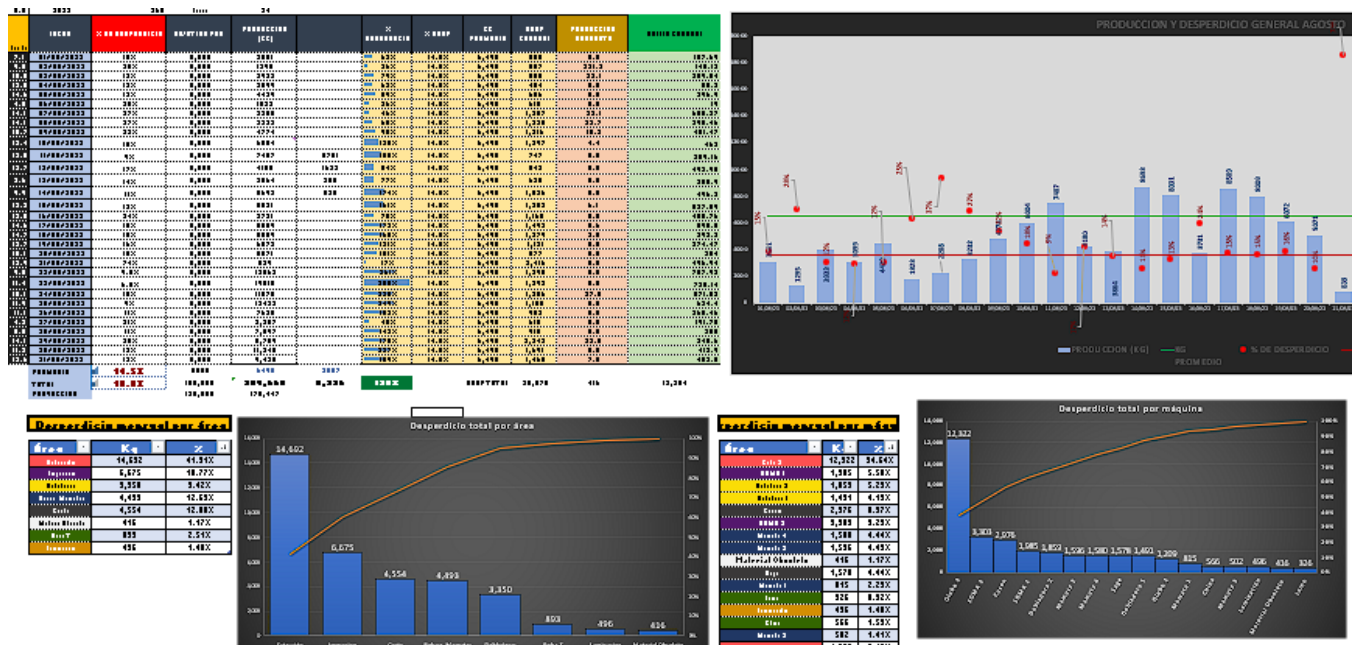


Ilustración 16.

Concentrado de indicadores de producción. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Selección de personas clave

Ya se había seleccionado la forma en la que los datos recopilados se presentarían, por lo que era momento de determinar las personas clave que tendrían que asistir a la reunión. Por lo anterior, era necesario establecer responsables por cada una de las áreas productivas de la planta; además de establecer los responsables de cada una de las áreas, era necesario determinar qué áreas se relacionaban directamente con la producción.

Por lo anterior, se estableció que las áreas que a continuación se enlistan, tendrían que establecer un responsable:

- Extrusión
- Impresión
- Laminación
- Corte
- Doble
- Bolseo
- Poucheo
- Almacén de refacciones
- Pre-prensa
- Mantenimiento
- Calidad

Formato de reunión

Una vez establecido el personal que tenía que asistir, se estableció el formato que tendría la reunión.

- a. La reunión tendría una duración de 15 minutos
- b. Durante cada reunión se realizaría una minuta en la cual se registrarían las acciones de seguimiento con su responsable
- c. La minuta de un día anterior sería firmada por cada uno de los asistentes para recopilar físicamente que tenían conocimiento de los acuerdos a los que se habían llegado un día antes
- d. Durante la reunión se daría el resumen general de la planta (producción y desperdicio generado un día antes)
- e. Posterior al resumen general, se mostrarían los resultados generales de cada área
- f. Las áreas que no hayan cumplido la meta de producción o hayan rebasado la meta de desperdicio establecida en conjunto, tendrían que explicar las causas por las cuales no se cumplió la meta. Si las acciones dependían de esta área o de otra relacionada a esta, se establecerían acciones de seguimiento para no repetir la causa que no permitió llegar a la meta del área.
- g. Al término de la revisión se revisarían las actividades pendientes plasmadas en las minutas diarias
- h. Posterior a la junta se enviaría la minuta a todos los involucrados
- i. Mensualmente se realizaría un recuento de lo que sucedió durante el mes

Seguimiento

Como se mencionó en el punto anterior, cada reunión se realizaría una minuta en la que se plasmarían los acuerdos a los que se llegaron, diariamente se revisarían estas acciones para determinar el estatus en el que se encontraban y, de ser necesario, que otras áreas apoyaran para la realización de tal actividad.

Iniciamos con las reuniones diarias, como mencioné anteriormente, la dinámica de la reunión se siguió al pie de la letra, las áreas que no cumplieran con la meta de producción tendrían que exponer ante todos los asistentes la razón por la cual no se cumplió la meta. Un ejemplo de lo anterior mencionado se puede observar en la *Tabla 26*.

Resumen del día:				31/08/2023		
Area	Plan Diario	Real	Balance	Adherencia	Desperdicio	
IMPRESIÓN	302,940	179,976	-122,964	59%	5%	
1	17,820	14,873	-2,947	83%	4%	36.5 kilos en proceso
2	129,600	38,122	-91,478	29%	8%	51.5 kilos en proceso
3	155,520	126,981	-28,539	82%	2%	24 kilos en proceso
BOLSEO	472,320	374,100	-98,220	79%	5%	
1	0	0	0	#DIV/0!		
2	149,760	119,100	-30,660	80%	7%	38 kilos en proceso
3	149,760	123,000	-26,760	82%	4%	22 kilos en proceso
4	172,800	132,000	-40,800	76%	3%	20 kilos en proceso

Tabla 26.

Ejemplo de resultados reunión diaria. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

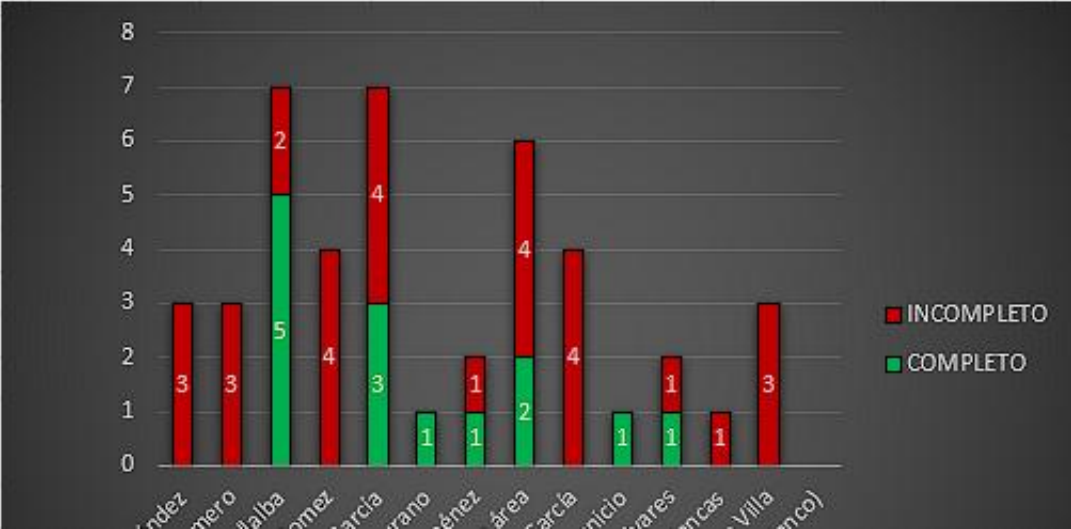
Durante la reunión, se iba tomando nota en la minuta diaria, en la cual se establecían acuerdos para lograr que la producción llegara a la meta, cada uno de los involucrados debía trabajar en los acuerdos que estuvieran relacionados con cada uno de estos. Se puede observar un ejemplo en la *Ilustración 17*.

ASUNTO:	Resultados de producción
FECHA:	31 agosto de 2023
LUGAR:	Sala de juntas oficinas
TEMAS A TRATAR:	
<ul style="list-style-type: none"> - Resultados de adherencia al plan de producción y desperdicio del día anterior - Hallazgos de calidad - Ordenes de producción urgentes - Desarrollos en curso 	
ACUERDOS TOMADOS:	
<ul style="list-style-type: none"> - Se debe checar el programa de Laminación, si no está cargado, se debe mandar el rodillo a rectificar (██████████) - Se bajo material de EVOH por arrugas, se debe identificar si el material en stock tiene arrugas (██████████) - Se debe identificar qué áreas trabajarán el 16 de septiembre para pedir tiempo extra (██████████) - Cambiar objetivo diario de toneladas en general de toda la planta (██████████) - Contratar 3 ayudantes para globo 2 (██████████) - Cada vez que se solicite una persona se debe llenar una requisición de personal (██████████) - Revisar el headcount de la planta para cuadrar la respecto a las necesidades de la planta (██████████) - Se debe notificar por correo cuando haya capacitaciones (██████████) - Viernes se presentan cierre de indicadores del mes (██████████) - Se grabarán las placas en las instalaciones de soma para probar con sus máquinas, se debe enviar el archivo (██████████) 	

Ilustración 17.

Ejemplo de minuta diaria. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

También se inició con un concentrado de acuerdos a los que se habían llenado durante las reuniones para poder dar seguimiento continuo y no dejar actividades abiertas, de ser así, únicamente estaríamos perdiendo el tiempo en realizar una serie de acuerdos que no se cumplirían. Se puede observar un ejemplo en la *Gráfica 3*.



Gráfica 3.

Concentrado de actividades de minutas. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

A final de mes, este concentrado de minutas se compartía al equipo que asistía a las juntas para que compartieran el estatus de cada uno de los acuerdos. Así mismo, mensualmente se presentaba el resultado de cada área para motivarnos a llegar a una mejor meta en el siguiente cierre de mes, así mismo nos hacía conscientes de la situación la que nos encontrábamos en ese momento. En conjunto, establecíamos metas a cumplir para el siguiente mes y eso también motivaba al equipo.

Todo este proyecto tuvo mejoras significativas en el área productiva, ya que reforzamos el sentido de trabajo en equipo, todos nos apoyamos como empresa e incluso los responsables de cada área compartían los resultados con cada una de las áreas y esto los motivaba a conseguir mejores resultados, siendo que sus necesidades productivas estaban siendo escuchadas y atendidas para una mejor operación.

Anexo 4. Cuarto caso de aplicación dentro de la empresa – Generación de base de datos y presentación de resultados para personal directivo

Lo que no se mide, no se puede mejorar; es por esto por lo que, cómo la empresa no contaba con indicadores, se buscaba tener un seguimiento de los KPI's que ya se tenían (pero que no se analizaban), así como la creación de nuevos KPI's que pudieran analizar en conjunto los gerentes y directores de la empresa. Por lo anterior, se necesitaba identificar cuáles eran los indicadores más importantes que tenían que presentarse por cada área, la forma en la que cada uno de los participantes podía reportar la información, la realización adecuada para que la captura de información fuera rápida y sencilla y que la presentación gráfica fuera atractiva y entendible para los participantes de la reunión.

A partir del año pasado, el dueño y el CEO de la empresa, decidieron establecer indicadores claves para llevar un seguimiento semanal de estos. Recordemos que: “Lo que no se mide, no se puede mejorar”, es por esto por lo que, al querer llevar la empresa a un enfoque Lean, los directores decidieron iniciar con el seguimiento a indicadores que apoyarían a identificar, escalar y alinear los recursos necesarios para la mejora y solución de problemas. Para esto era necesario que cada líder se adueñara de sus indicadores y que identificara las oportunidades de mejora para cada uno de los métricos. Así mismo, cada indicador debe tener clara una meta, un estatus y un Pareto de las principales causas por los que el indicador este fuera de la meta. La idea principal de esta reunión es dar seguimiento a las oportunidades de mejora que vayan surgiendo a lo largo del tiempo.

Los indicadores establecidos por dirección tenían que alimentarse con la información como se muestra en la *Tabla 27*.

ÁREA	MÉTRICO	ÍNDICE
1. Seguridad	Accidentes	Accidentes reportables
2. Ventas	Ventas Totales	Facturación (kg y t)
	Ventas Flexible	Facturación (kg y t)
	Ventas Poliolefina	Facturación (kg y t)
	Ventas Alta Barrera	Facturación (kg y t)
	Ingresos Totales	\$ Ingresado en Ordenes Nuevas
	Ingresos Flexible	\$ Ingresado en Ordenes Nuevas
	Ingresos Poliolefina	\$ Ingresado en Ordenes Nuevas
3. Servicio	Ingresos Alta Barrera	\$ Ingresado en Ordenes Nuevas
	Entregas en tiempo	Ordenes entregadas en tiempo / Ordenes entregadas
	Adherencia Total	
	Adherencia Impresión	Unidades programadas / Unidades Procesadas
	Adherencia Extrusión	Unidades programadas / Unidades Procesadas
	Adherencia Bolseo	Unidades programadas / Unidades Procesadas

	Adherencia Pouch Días Carga Impresión Días Carga Bolseo Días Carga Extrusión Conversión producción	Unidades programadas / Unidades Procesadas Kg integrados / kg facturados
4. Calidad	Rechazos Externos	Unidades Rechazadas / Unidades Facturadas y Cantidad
5. Costo	Desperdicio Operativo Desperdicio Financiero	Unidades Desperdicio / Unidades Procesadas Kg Vendidos / Kg Facturados
6. Flujo	Inventario MP Inv. Obsoleto Inv. Obsoleto Inventario PT Gastos Cobranza Cobranza Vencida Pagos	Kg Inv. MP Total Kg Inv. MP lento movimiento (60 días) Kg Inv. MP Alta Barrera (Resinas + Película) Kg Inv. PT Total Suma de Órdenes de Compra ingresadas Monto Vencido / Monto Cartera Total Monto Vencido > 15 días Monto Vencido > 7 días

Tabla 27.

Indicadores clave por área. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Dentro de las ordenes de dirección, el archivo que contuviera las gráficas y los datos semanales y mensuales no podría ser editado por los líderes de cada área para evitar la distorsión de los resultados y las gráficas por lo consiguiente.

Ante la necesidad requerida y el problema determinado, dividí este proyecto en dos etapas que describiré a continuación:

Creación de bases de datos

Para lograr lo solicitado por dirección, fue necesario establecer la creación de dos bases de datos con ayuda de Excel: Concentrado y Scorecard; así como una presentación en la que se visualizarían las gráficas durante las reuniones. Dichos documentos se encuentran en línea para que los responsables de los indicadores puedan editarlo en cualquier momento.

Concentrado:

Dentro de este archivo, se crearon las hojas con cada una de las áreas correspondientes a los indicadores, de esta forma se podría proteger con contraseña cada hoja para que únicamente el dueño de los indicadores pueda llenar y editar esta base de datos. Se muestra el ejemplo en la *Ilustración 18*.

Ilustración 18.

Hojas del archivo "concentrado". **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

En cada hoja se colocaron las semanas del año (52), así como los métricos necesarios para los indicadores, con sus respectivas metas. Cada hoja solicita información diferente, algunos de los responsables deben llenar más información que otros y hacerse responsables de cada uno de estos datos. Se observa un ejemplo en la *Tabla 28*.

Tabla 28.

Ejemplo de hoja de métricos. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Scorecard:

Dentro de este archivo se captura automáticamente toda la información que los responsables capturan en el "concentrado", la base de datos es diaria puesto que hay indicadores que si cuentan con información diaria. Se muestra el ejemplo en la *Tabla 29*.

Métrica	02-ene												03-ene												10-ene											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Seguridad	Accidentes reportados (#)																																			
	Meta accidentes (#)																																			
	Ventas																																			
	Ventas totales (Kgs)																																			
	Meta ventas totales (\$)																																			
	Ventas Flexibles (Kgs)																																			
	Meta ventas flexibles (\$)																																			
	Ventas Poliolefina (Kgs)																																			
	Meta ventas poliolefina (\$)																																			
	Ventas Alta Barrera (Kgs)																																			
	Meta ventas alta barrera (\$)																																			
	Ingresos Totales ordenes nuevos (\$)																																			
	Meta ingresos totales O.N. (\$)																																			
	Ingresos Flexibles ordenes nuevos (\$)																																			
	Meta ingresos flexibles O.N. (\$)																																			
	Ingresos Poliolefina ordenes nuevos (\$)																																			
	Meta ingresos poliolefina O.N. (\$)																																			
	Ingresos Alta Barrera ordenes nuevos (\$)																																			
	Meta ingresos alta barrera O.N. (\$)																																			
	Entregas de tiempo (%)																																			
	Ordenes entregadas de tiempo																																			
	Meta entregas de tiempo (%)																																			
	Ordenes atrasadas (#)																																			
	Meta ordenes atrasadas (Kgs)																																			
	Meta días de carga impresión																																			
	Metros carga impresión																																			
	Meta metros de carga impresión																																			

Tabla 29.

Scorecard. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Al final de cada semana se hace una suma total para determinar el valor final de la semana en curso, con estos datos se generan gráficas automáticamente que pueden ser consultadas por cualquiera de los responsables o dirección si así lo desea. Se puede observar en la *Ilustración 19*.



Ilustración 19.

Gráficas de indicadores en scorecard. Fuente: Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Cabe mencionar que los datos semanales se suman de igual forma para dar un total mensual, este se refleja en una hoja con los resultados mensuales y, a su vez, estos generan una gráfica anual en la cual se pueden visualizar los resultados mensuales de cada indicador respectivamente.

Presentación de resultados:

En la presentación se encuentran cada una de las gráficas con los indicadores semanales, esta presentación se revisa a nivel gerencia cada semana. Durante la reunión se revisan los indicadores uno a uno de forma que todo el equipo sea consciente de la situación de cada área, así mismo, cada que un indicador no cumpla con su meta, tendrá que ser revisada por todo el equipo para poder identificar, escalar y alinear los recursos necesarios para la mejora y solución de problemas. A demás de identificar el problema, es necesario que cada responsable tenga identificadas las principales oportunidades de mejora para el problema presentado. De esta forma se podrán evitar discusiones de explicación o justificación, sino de alineación, ejecución y seguimiento a las oportunidades identificadas.

Presentación y modificación de las bases y presentación de acuerdo con las necesidades de las áreas y dirección

Una vez que se presentaron las bases de datos y la presentación con el equipo gerencial, se utilizó esta presentación de prueba durante 2 semanas. Posterior a esto, cada uno de ellos notificó los cambios que consideraron necesarios para hacer de mayor entendimiento sus indicadores durante la presentación semanal.

Cada cambio se trabajó en una reunión individual con cada uno de ellos, puesto que se exteriorizaron las ideas que tenían ellos y dirección para mostrar su información de una forma más efectiva.

Posterior a unas semanas de la creación de la base de datos, la junta comenzó a dar resultados, puesto que se podía medir la tendencia que tenían los datos, esto permitió a la junta directiva con gerentes tomar decisiones. Se muestra un ejemplo en la *Ilustración 20*.



Ilustración 20.

Gráficas scorecard 2024. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Con ayuda de las gráficas, los indicadores han podido tener continuidad y, a raíz de la junta, la junta directiva ha podido redireccionar los esfuerzos a las áreas que han presentado una tendencia continua (por debajo de la meta) o que está en decremento, así como el seguimiento en los resultados, como se muestra en la *Ilustración 21*.



Ilustración 21.

Comparación de tendencia 2023 vs 2024. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Finalmente, se hacen cambios continuamente en los indicadores para apoyar en la visualización durante las juntas y tomen mejores decisiones. Como fue el caso del último cambio que se realizó, en el que se ponderan las semanas iniciales del año para agruparlas mensualmente, de esta forma podrían seguir viendo los datos, sin perder visión en la tendencia de los datos. Se puede observar un ejemplo en la *Ilustración 22*.

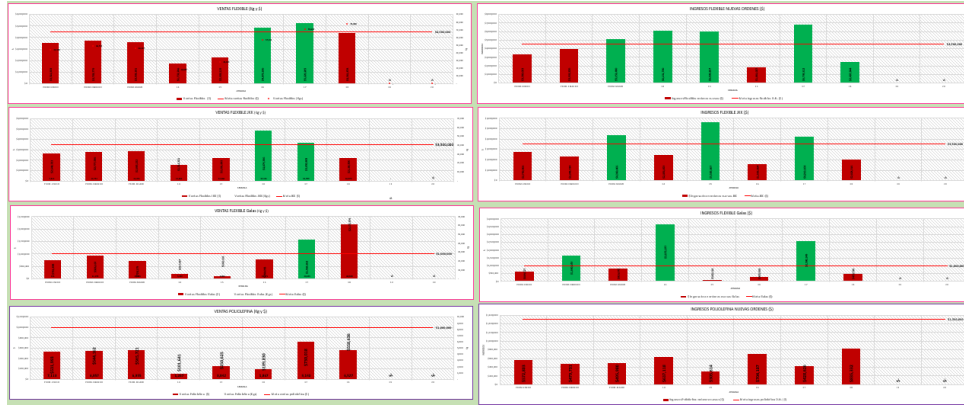


Ilustración 22.

Resultados ponderados gráficamente. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.

Si es necesario visualizar los datos semanalmente, pueden identificarlos en la misma presentación con ayuda de hipervínculos insertados dentro de las gráficas. Un ejemplo de esto se encuentra en la *Ilustración 23*.

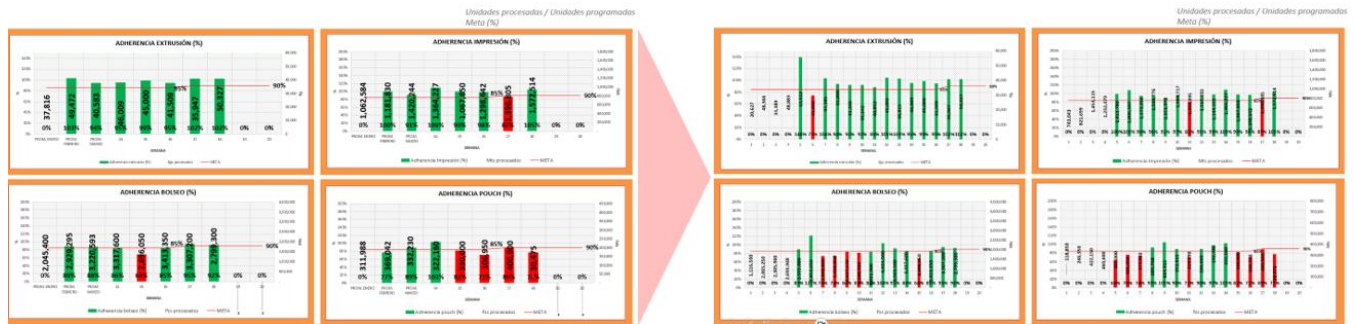


Ilustración 23.

Ejemplo de gráfica a detalle por semanas. **Fuente:** Creación propia, basada en datos proporcionados por la empresa.