



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Herramientas de mejora  
continua aplicadas a la  
gestión de inventario**

**TESINA**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Industrial**

**P R E S E N T A**

María Leticia Rodríguez Alférez

**DIRECTOR DE TESINA**

Dr. Ricardo Torres Mendoza



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2023

# Índice

Resumen .....	4
Palabras clave.....	5
Introducción.....	5
Definición del proyecto.....	6
Planteamiento del problema .....	6
Objetivos .....	7
Objetivos específicos:.....	7
Capítulo 1. Descripción del sistema .....	7
Industria juguetera en México.....	7
Descripción de la empresa .....	9
Productos proporcionados por la empresa.....	10
Organigrama.....	11
Descripción del sistema en estudio .....	11
Área 070 .....	12
Área 110 .....	12
Sistema AS400 .....	12
Indicadores clave de rendimiento .....	12
Capítulo 2. Marco Teórico.....	14
Six sigma .....	14
Definir:.....	14
Medir: .....	14
Analizar: .....	15
Mejorar: .....	15
Controlar: .....	15
2.1 Análisis causa-efecto:.....	16
Pasos para seguir para realizar un diagrama de espigas de pescado. ....	17
2. 2 5's .....	17
2.3 Inventario ABC.....	18
2.4 Mapeo del proceso .....	20
2.5 Indicadores clave de rendimiento .....	21
Capítulo 3. Desarrollo del proyecto .....	22

3.1	Etapa 1: Definir .....	22
	Mapeo del proceso.....	22
3.2	Etapa 2: Medir y Etapa 3: Analizar.....	27
	Diagrama causa-efecto .....	29
	Definición de Indicadores Clave de Desempeño y medición de los estándares.....	37
	Confiabilidad del inventario .....	38
	Fill- rate .....	38
	Movimientos en sistema.....	39
3.3	Etapa 4: Mejorar .....	39
	Implementación de 5's .....	39
	Determinación de ubicaciones .....	41
	Control de entradas y salidas.....	43
	Implementación de inventario ABC.....	43
	Capacitación .....	44
	Monitoreo de la operación.....	44
Capítulo 4.	Análisis de resultados .....	45
4.1	Comparativa del área .....	45
	Inicio.....	45
	Al término del proyecto. ....	45
4.2	Cumplimiento de objetivos.....	45
Conclusiones y recomendaciones.....		47
	Conclusiones .....	47
	Recomendaciones .....	48
Bibliografía .....		49
Anexo 1.	Estudio de tiempos y diagrama de espagueti .....	50

## Resumen

Una empresa juguetera con una extensa familia de productos no posee una política de gestión de inventarios, lo que ha provocado un manejo poco adecuado del mismo, la ha llevado a parar su línea de producción continuamente y a su vez aumentar sus gastos logísticos considerablemente.

Debido a la gran variedad de productos que la empresa fabrica requiere tener una gran cantidad de inventario disponible, más de 50,000 números de parte diferentes entre resinas, pigmentos, partes compradas y empaque.

Dado el gran tamaño del inventario, este fue dividido en nueve áreas autónomas, donde según las necesidades de cada área se proponen mejoras al proceso que permitan realizar una correcta gestión de inventario, en este caso el inventario de resinas.

El área de resinas tiene tres inventarios principales, el área de “inventario” o el almacén 070 donde se resguarda la resina necesaria para surtir el área de moldeo dentro de la planta, el área de “kitting” o el almacén 110, donde se surten resinas a proveedores externos de partes moldeadas y el inventario fuera de la planta que incluye a los proveedores externos.

Dado que más del ochenta por ciento de los paros de líneas en moldeo se debían a la falta de surtimiento desde el inventario interno de la planta se decide iniciar con el área de resinas o almacén 070, donde se propone e implementa una política de gestión de inventarios ayudada de algunas herramientas de la metodología SIX SIGMA para realizar una mejora continua en el área y poder asegurar a la empresa que las mejoras realizadas se mantendrán una vez terminado el proyecto.

Para ello se hace uso de herramientas como diagrama de proceso y análisis de causa efecto, así como la aplicación de la herramienta 5's como uno de los principales aliados del proyecto.

Es importante mencionar que dentro del proyecto se hace uso de las herramientas del método SIX SIGMA únicamente en sus primeras cuatro etapas (Definir, Medir, Analizar y Mejorar), mientras que en la etapa final (Controlar) solamente se sientan las bases que permitan el control de las áreas junto a sus respectivos inventarios y se realiza el seguimiento las primeras ocho semanas posteriores a la aplicación de la mejora, después de este tiempo la empresa realiza el seguimiento y control de todas sus operaciones.

Al inicio del proyecto se realizó el reconocimiento de las áreas involucradas, así como el mapeo del proceso de surtido de las resinas, con el objetivo de reconocer las necesidades del área y encontrar oportunidades de mejora.

Dado que el área 070 no se encontraba delimitada y gran parte del material estaba esparcido a lo largo de toda la planta se inició con la delimitación del área, así como la implementación de 5's, volviéndose cada una de las "S" una etapa dentro del proyecto.

Por último, dentro de la etapa de control se realizó el seguimiento del inventario a través de auditorías constantes, así como el registro de entradas y salidas, lo que nos permitió realizar un análisis de los materiales que se ocupaban continuamente en la línea de producción e implementar un inventario ABC en el área.

Palabras clave

Inventario, Gestión de inventario, 5's, Diagrama causa-efecto, Inventario ABC.

## Introducción

Conocemos como inventario a los bienes de una empresa, los cuales son registrados de forma detallada, almacenados en áreas especiales y se mantienen disponibles para ser ocupados para la venta o manufactura de sus productos o servicios.

A pesar de que el inventario es parte importante de los activos de una empresa, su gestión es considerada una actividad no principal dentro de la misma, por lo que suele ser un área a la que no se le presta atención, dejando su gestión de lado hasta que se ve implicada una falla de disposición del material resguardado.

Pequeñas y grandes empresas enfrentan problemas de este tipo, los ejemplos más comunes son la insatisfacción del cliente cuando se trata de una empresa de servicios y paros de línea en las empresas manufactureras.

La mala gestión del inventario además de crear problemas en la operación del día a día, conlleva un costo logístico excesivo debido al intento de las empresas de disminuir el problema que causa la mala planeación de sus recursos disponibles.

El caso planteado a continuación es un ejemplo de este tipo de problemática.

Como ya se ha mencionado anteriormente se trata de una empresa manufacturera donde se le da vida a una vasta familia de juguetes, en su mayor parte de plástico, por lo que la materia prima principal se trata de resinas y pigmentos.

Curiosamente el almacén de las materias primas en esta empresa no se encontraba delimitado y no poseía una política de gestión definida, por lo que los paros de línea debido

inconsistencias en el registro de inventario eran una situación constante dentro de la planta.

La solución propuesta fue llevar a cabo una estrategia basada en la herramienta 5's que nos permitiera clasificar el inventario y designar un área adecuada para cada uno de los materiales y para mantener el nuevo orden instaurar un proceso que permitiera llevar un control adecuado de los materiales resguardados en el inventario.

Una vez que el proceso fue normalizado y se llevaba un control adecuado del material resguardado, se propuso una política de inventario ABC que permitía enfocarnos en los materiales que representan un mayor riesgo para la operación.

## Definición del proyecto

### Planteamiento del problema

Una empresa posee un extenso inventario de materias primas, el cual por falta de una gestión adecuada no es posible consultar ni rastrear dentro del sistema de la empresa.

Entre sus principales materias primas se encuentran las resinas y pigmentos, ya que esta empresa se dedica a la elaboración de juguetes, estos materiales se encuentran en un área poco adecuada, junto a otros materiales (empaques de cartón, baterías, piezas plásticas), situación que dificulta que se encuentren cuando son requeridos en línea de producción además de no permitir llevar una planeación y manejo de materiales adecuada.

Esta situación repercute directamente en la eficiencia de sus procesos, hace que su línea de producción pare continuamente y aumenta considerablemente los gastos logísticos debido a la prontitud en que el material es requerido.

El problema se agrava cuando la empresa en el afán de evitar paros continuos compra una gran cantidad de materias primas que aumentan su inventario y también la problemática a la que ya se enfrentaban.

## Objetivos

Proponer y ejecutar una estrategia de gestión de inventarios dentro del área de materias primas que permita a la empresa continuar con su labor sin reportar fallas por motivo de suministro.

### Objetivos específicos:

- Reducir el paro de líneas en un 98%. (Considerando la ocurrencia promedio de 11 paro de línea a la semana, no más de un paro de línea cada dos meses)
- Asegurar una coincidencia del recuento de inventario físico vs el registro en sistema de al menos del 95% (estándar internacional)
- Proveer a la empresa de una gestión total de su inventario para el final del proyecto.

## Capítulo 1. Descripción del sistema

El giro principal de la empresa es la fabricación y distribución de juguetes, entendiendo por juguete cualquier objeto que pueda divertir y entretener a una persona, principalmente a los niños.

En la actualidad existen un sin número de variantes de juguetes desde los tradicionales de madera hasta los juguetes electrónicos y videojuegos, en este caso nos centraremos en los juguetes de plástico los cuales son aún los más comunes debido a la amplia variedad de formas y usos que el material puede adquirir.

### Industria juguetera en México

México es el cuarto productor de juguetes a nivel mundial y se espera que continúe creciendo en este sector, actualmente hay más de mil unidades económicas distintas distribuidas a lo largo del país dedicadas a la fabricación de juguetes.

De las 1,051 unidades económicas dedicadas a la fabricación de juguetes únicamente el 2.6% corresponden a unidades económicas medianas y grandes, las cuales se encuentran principalmente en la región norte del país, siendo Nuevo León el estado con mayor concentración de ellas. En la figura 1 se muestra la concentración de las jugueteras de mayor tamaño en México.



**Imagen 1.** Elaboración propia. (2022). Muestra la concentración de las jugueteras de mayor tamaño por estado. Obtenido de: elaboración propia con datos obtenidos del INEGI.

Según datos del INEGI<sup>1</sup> en el año 2018, la industria del juguete en nuestro país representa ventas de mil 900 millones de pesos anuales y tiene los mayores flujos comerciales de productos con Estados Unidos de América, 88.9% del total de las exportaciones, seguido de la República Checa, China y Canadá.

Es importante recalcar que este mercado continúa en expansión, debido a que incluye a las dos economías crecientes principales Estados Unidos y China.

En el caso de las materias primas ocupadas, se sabe que en promedio 46.7% de los mismos provienen de nuestro país y 53.3% son importados principalmente desde China (80.2%), Estados Unidos (6.6%), Vietnam, Hungría y Dinamarca.

Autores como Daniel Zetina y María Cruz<sup>2</sup> nos muestran a través de diversos escenarios que la industria juguetera en nuestro país tiene un papel importante dentro de la economía, debido no sólo a lo bien posicionada que se encuentra en el mercado, sino también a la

<sup>1</sup> INEGI. (2020). Banco de información económica BIE. Recuperado 31 de marzo 2022, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&ind=682132>

<sup>2</sup> Daniel Eliseo Zetina Islas, María del Socorro Cruz Rivera y C. Iridian Divani Reyes Flores. (2020). Análisis de la participación de la industria del juguete mexicano en el mercado internacional. El buzón de Pacioli, Año XX, No. 115., 5-10.

derrama económica que genera, pues además de generar uno de cada diez mil empleos en el país, en promedio de las remuneraciones en este sector es 6.8 veces el salario mínimo, mientras que en los otros sectores se mantiene una proporción de 6.0 veces el salario mínimo.

## Descripción de la empresa

Ahora que conocemos el panorama general en el que se encuentra inmersa la empresa no es sorpresa que la ubicación de la misma se una ciudad al norte del país que le permita conexiones directas con sus principales proveedores y clientes.

La fábrica se encuentra ubicada en el estado de Nuevo León, lo que le permite mantener conexiones directas con ciudades como Texas, un punto en común de embarque para los diversos proveedores, además de contar con acceso directo al servicio ferroviario de las vías Noreste y Pacífico Norte provisto por Kansas City Southern y Ferromex, como se muestra en la figura 2, donde una ubicación aproximada de la empresa se encuentra marcada por una estrella.

Tal como puede observarse el servicio ferroviario antes mencionado le permite a la empresa una conexión directa con los puertos de Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Veracruz y Altamira, puertos clave que le asegura la importación de la materia prima proveniente de oriente, así como la exportación de sus mercancías.



**Imagen 2.** SCT, (2018) Vías férreas de México. Muestra el sistema ferroviario de México y la conexión de la ciudad de Monterrey con los diferentes puertos y conexiones. Obtenida de: INEGI. Medios de transporte, <https://cuentame.inegi.org.mx/economia/terciario/transporte/ferrocarril.aspx?tema=E>

## Productos proporcionados por la empresa

Actualmente es posible delimitar la actividad de nuestra empresa como fabricación de juguetes 339930 con base en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).

La cual está definida como unidad económica dedicada principalmente a la fabricación de juguetes, instrumentos musicales de juguete y juegos de mesa. Lo que excluye la reproducción de juegos de video, fabricación de bicicletas y triciclos y mesas especiales para juegos.

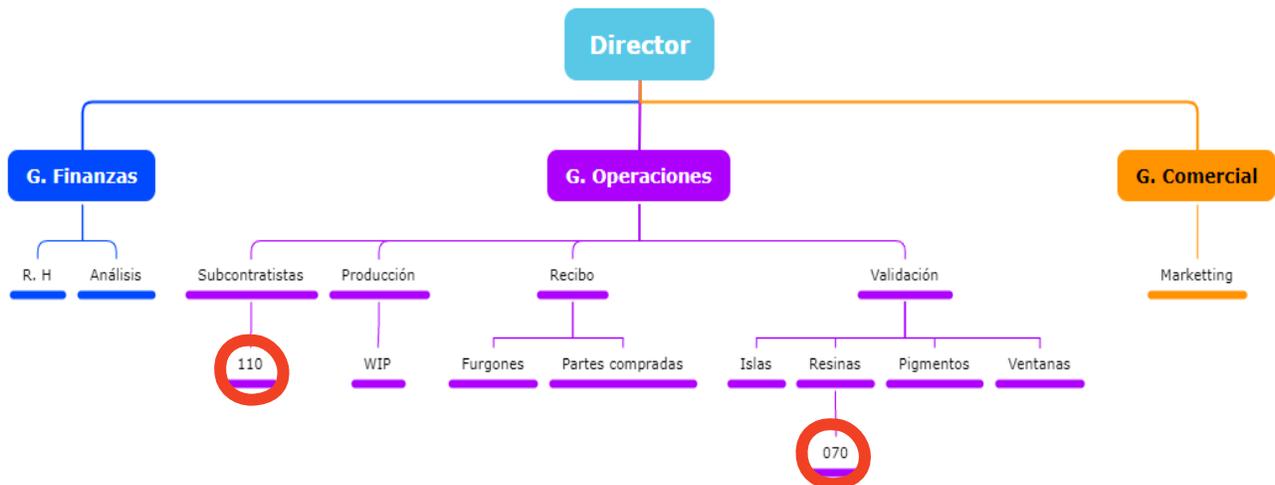
Dentro de esta clasificación la empresa actualmente produce más de cincuenta tipos de juguetes distintos entre los cuales destacan los juegos de mesa, bloques de plástico, figuras de acción, muñecas de plástico y carritos montables. Un ejemplo de la mercancía que produce la empresa es posible observarla en la figura siguiente.



**Imagen 3.** Anónimo, (2022). Juguetes de plástico, Muestra ejemplos de los juguetes producidos por la empresa. Obtenido de: [https://www.google.com/search?q=juguetes+de+plastico&rlz=1C1ONGR\\_esMX1026MX1026&sxsrf=ALiCzsZDu9zu28-ckS4R9txlRUqgyelW4w:1668427503309&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwis\\_Kvl0K37AhVcJkQIHd-7AyoQ\\_AUoAXoECAIQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1](https://www.google.com/search?q=juguetes+de+plastico&rlz=1C1ONGR_esMX1026MX1026&sxsrf=ALiCzsZDu9zu28-ckS4R9txlRUqgyelW4w:1668427503309&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwis_Kvl0K37AhVcJkQIHd-7AyoQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1)

## Organigrama

La empresa cuenta con tres áreas principales finanzas, operaciones y gestión comercial



**Imagen 4.** Elaboración propia. (2022). Muestra el organigrama general de la empresa y sus áreas principales. Obtenido de: Elaboración propia

En nuestro caso trabajaremos con los almacenes de resinas y subcontratistas, los cuales son parte del área de operaciones.

El área 070 se encuentra bajo la dirección del área de validaciones, los cuales se encargan de la gestión de los inventarios principales dentro de la planta.

Por su parte el área 110 es un inventario que se encuentra bajo la dirección del área de subcontratistas cuya finalidad es surtir de material a los subcontratistas de parte compradas.

## Descripción del sistema en estudio

Como ya se mencionó anteriormente el proyecto se lleva a cabo en los inventarios de resinas, el cual dentro de la planta se encuentra dividido en dos áreas, el área 070 y el área 110.

## Área 070

El área 070 esta definida como el almacén de resinas, esta alberga trece tipos diferentes de resinas, las cuales se distribuyen hacia las líneas de producción las 24 horas del día.

Esta área actualmente tiene materiales que no pertenecen a su inventario pigmentos, cartones, separadores y piezas plásticas, no posee posiciones definidas y no hay un registro del material que alberga.

Lo anterior ha provocado que el área 070 sea el lugar donde todos los demás almacenes de la empresa (recibo, pigmentos, WIP), dejen el material que en el momento no ocupan o aquellos materiales “no récord”, a los que deben realizar una disposición correcta.

## Área 110

El área 110 es un almacén de materia prima en transición, desde esta área se suministran las materias primas que requieren los subcontratistas según las planeaciones de producción proyectadas semanalmente.

Este almacén tiene dentro de él resinas, piezas plásticas, cartón y pigmento. Esta área cuenta con 17 posiciones definidas para albergar material y todo el material que se encuentra en ella se encuentra dado de alta en sistema. El principal problema del área 110 es que el registro que el registro en sistema de su material no coincide con el material que encuentras en el área, físicamente.

## Sistema AS400

El sistema que se ocupa como gestor de recursos dentro de la empresa es AS/400, un gestor diseñado por IBM en el año 1988 y que aún se encuentra vigente por ser un sistema robusto.

A través de este sistema es posible ingresar y compartir una gran cantidad de información a través de una plataforma multiusuario. A través de él es posible acceder a la información a través de controles numéricos y menús que incluyen las bibliotecas cargadas previamente para un usuario determinado.

## Indicadores clave de rendimiento

Ambos inventarios no contaban con indicadores al momento de iniciar el proyecto es por eso que para obtener una medición del funcionamiento de la gestión de nuestro inventario se propusieron tres métricas.

- **Confiabilidad del inventario:** El grado en que el inventario físico se apega al inventario que está dado de alta en el sistema
- **Fill- rate:** El cumplimiento total de todos los pedidos realizados al área durante un tiempo determinado
- **Movimientos en sistema:** Se propone llevar un registro de los movimientos realizados

De las cuales hablaremos de su implementación más adelante.

## Capítulo 2. Marco Teórico

### Six sigma

Six Sigma es una metodología de gestión y organización empresarial cuyo objetivo es reducir los fallos o defectos de los productos a un nivel prácticamente nulo a través de la identificación de errores y posibles rutas de mejora.

Esta metodología fue creada en Motorola por el ingeniero Bill Smith en la década de los 80's, esta se encuentra centrada en la reducción de la variabilidad lo que permite reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.

Como parte de esta ruta de mejora se instaura la metodología DMAIC, la cual permite la mejora de métodos existentes, debido a que en el ciclo que propone la misma es posible encontrar una solución a situaciones específicas y proponer un control a las mismas.

Esta metodología está compuesta por cinco fases:

#### Definir:

En esta fase se entiende el problema y se fija el objetivo del proyecto. A través del análisis del problema te permite delimitar tu campo de acción y fijar objetivos esperados, así como un tiempo estándar para ser realizado.

Los pasos a seguir durante esta etapa son:

- Definir los requerimientos del cliente
- Establecer las metas y beneficios esperados durante el proyecto
- Desarrollar un plan macro de proyecto
- Mapeo de proceso general

#### Medir:

Durante esta etapa se establece la línea base del proyecto, se validan las métricas y se identifican todas las variables que influyen en los procesos involucrados.

Los pasos a seguir en esta etapa son:

- Definir las variables a controlar dentro del proceso
- Realizar un mapeo del proceso a nivel detallado identificando si existe una brecha entre el proceso real y el aprobado
- Crear un plan de recolección de datos
- Recolección y validación de datos
- Determinar el nivel sigma del proceso

## Analizar:

A partir del conocimiento del proceso y las variables identificadas se validan las causas posibles de la problemática planteada para identificar los factores críticos y así proponer opciones de mejora.

Los pasos a seguir en esta etapa son:

- Definir los objetivos de desempeño
- Identificar las operaciones dentro del proceso que generan valor
- Identificar las fuentes de variación
- Determinar la causa raíz de las fuentes de variación

## Mejorar:

Las estrategias encontradas en las fases anteriores son implementadas en esta etapa, es aquí donde es posible hacer la mejora tangible.

Los pasos a seguir en esta etapa son:

- Proponer soluciones para las causas raíz encontradas anteriormente
- Priorizar las soluciones según el nivel de impacto en el proyecto
- Evaluar los modos de falla
- Ejecutar y validar las mejoras potenciales a través de pruebas
- Corregir y reevaluar la situación

## Controlar:

Una vez implementadas las mejoras es necesario mantener las soluciones en el tiempo para que estas puedan significar un cambio real.

Los pasos a seguir en esta etapa son:

- Estandarización del proceso
- Monitoreo del proceso
- Cierre del proyecto<sup>3</sup>

---

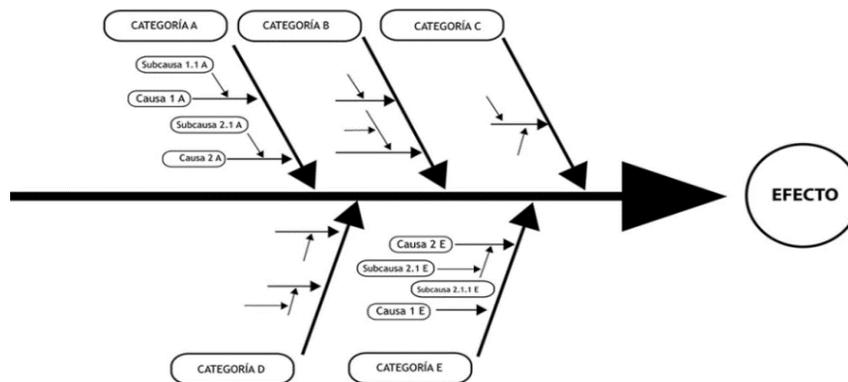
<sup>3</sup> Pulido, H. G., Salazar, R., & de la Vara Salazar, R. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma. McGraw-Hill Educación. pp. 426-431

## 2.1 Análisis causa-efecto:

El análisis causa-efecto es una herramienta que te permite representar de forma gráfica las posibles causas que originan un problema, así como estudiar procesos y situaciones con el objetivo de desarrollar un plan de recolección de datos.

Fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. También se le conoce como Diagrama Ishikawa o Diagrama Espina de Pescado.

Según algunos autores como Zapata y Villegas<sup>4</sup>, esta herramienta no es más que un vehículo para tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones visibles a cualquier nivel de detalle requerido.



**Imagen 5.** Jesús García Jiménez, (2005). Diagrama Causa- Efecto, de Ishikawa o de espina de pescado. Muestra un ejemplo de un diagrama análisis causa-efecto Fuente: Las siete herramientas de la calidad, obtenido de: <https://jesusgarciaj.com/2010/01/15/las-siete-herramientas-de-la-calidad-diagramas-causa-efecto/>

En general se propone hacer uso de esta cuando se considere que es necesario identificar las causas principales de un problema o cuando existan diversas opiniones sobre las causas de un problema.

Según lo explica Benjamín W. Niebel y Andris Freivalds<sup>5</sup> el método para crear un diagrama causa-efecto adecuado debe iniciar con la definición de un evento no deseable o problema, lo que de ahora se conocerá como el efecto, y se ubicara en la “cabeza del pescado”, el siguiente paso es identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas, como las “espinas del pescado” unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado.

<sup>4</sup> Zapata Carlos Mario y Sandra Milena Villegas. Reglas de consistencia entre modelos de requisitos de un método, Medellín-Colombia, Universidad EAFIT, 2006, pp. 40-59. [redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/215/21514104.pdf](http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/215/21514104.pdf)

<sup>5</sup> Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (12.a ed.). Ricardo A. del Bosque Alayón., pp.19.

Aunque según otros autores como Romero E. y Díaz J.<sup>6</sup> indican que es posible hacer uso de esta herramienta al trabajar en una lista con todos los problemas identificados o a través de una lluvia de ideas, intentando jerarquizar las problemáticas principales y sus respectivas causas, o incluso al identificar las ideas principales y ubicarlas directamente sobre las raíces o espinas del diagrama para después identificar las causas secundarias, que se ubicarán en las raíces secundarias que se desprenderán de las ramas principales.

Pasos para seguir para realizar un diagrama de espinas de pescado.

- Realizar una lista con los problemas identificados a través de una lluvia de ideas
- Jerarquizar las ideas de acuerdo con las problemáticas principales y las posibles causas
- Realizar una lluvia de ideas que permita encontrar las posibles causas de las problemáticas principales

## 2. 2 5's

Otra herramienta ejecutada durante el proyecto son las 5's, esta consta de cinco etapas definidas:

**SEIRI – CLASIFICAR.** La finalidad de esta etapa es identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios, implica también desechar los materiales innecesarios.<sup>7</sup>

**SEITON – ORDEN.** En esta fase se busca establecer la forma en que deben ubicarse e identificarse los materiales, de forma que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

**SEISO – LIMPIEZA.** Esta etapa se encuentra basada en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, su finalidad es asegurar que todos los materiales se encuentren en un buen estado.

**SEIKETSU – ESTANDARIZACIÓN.** El objetivo de esta etapa es proveer la posibilidad de distinguir fácilmente una situación normal de una inusual mediante un control visual.

**SHITSUKE – DISCIPLINA.** Durante esta fase es necesario realizar los cambios necesarios para que las normas antes establecidas se vuelvan la “forma usual” de llevar a cabo el proceso dentro del área.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Romero, E., & Díaz, J. (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. RLEE (México, XL (1), 127–142. <https://rlee.ibero.mx/index.php/rlee/article/view/344/954>

<sup>7</sup> Manzano Ramírez, M., & Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing: implantación 5S. 3C Tecnología Glosas de innovación aplicadas a la pyme, 5(4), 16–26. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>

<sup>8</sup> Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación (Vol. 1). Fundación EOI. Pp. 36-42

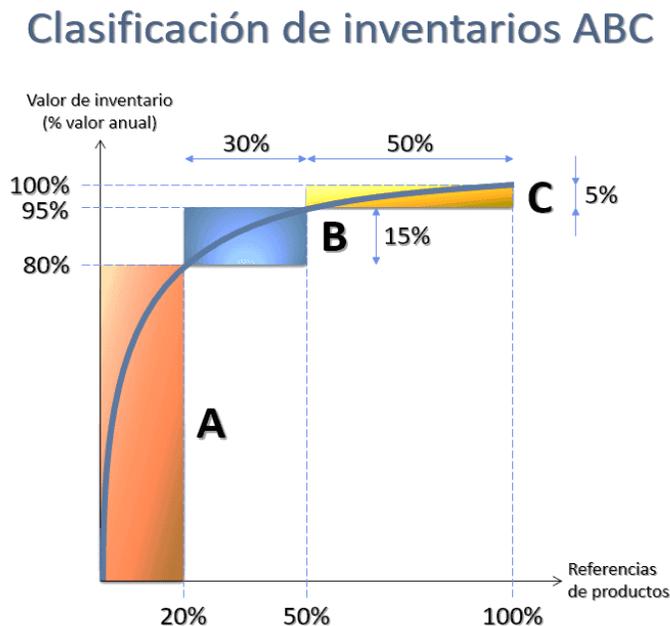
## 2.3 Inventario ABC

La práctica más común para la gestión del inventario es el conteo físico de los bienes bajo resguardo, es decir dedicar un día entero al conteo y registro de todo el material dentro del almacén de forma periódica.

Este último método puede ser efectivo, pero presenta desventajas como afectar a la producción o causar en los clientes la no disposición temporal de productos para la satisfacción de sus necesidades.

Con el objetivo de evitar estos perjuicios y conservar una buena gestión del inventario surge el inventario ABC, este consiste en dividir el inventario según una clasificación basada en la regla 80-20 o Ley de Pareto, en la cual los artículos se clasifican de dos maneras, por su valor en dinero o su valor de frecuencia de uso.

Lo que permite distinguir tres categorías de productos.



**Imagen 6.** GPM, (2023). Clasificación de inventarios. Muestra la clasificación del inventario ABC según el valor del inventario anual y la variedad de números de parte. Obtenido de: <https://www.gpmconsultoria.com/blog/principio-de-pareto-vs-matriz-de-kraljic-en-la-gestion-de-compras>

#### Artículos con rotación A

Se trata de los artículos que más rotación experimentan, se considera que tienen una importancia estratégica.

Suelen ser los productos en los que la empresa tiene invertido más presupuesto y generan el 80% de los ingresos, por lo que es prioritario evitar las roturas de la mercancía.

También se considera que pertenecen a este grupo aquellos artículos que por sus características son críticos para el buen funcionamiento de la empresa.

Para ellos se recomienda mantener un control de los bienes bajo resguardo exhaustivo con auditorias constantes.

#### Artículos con rotación B

Se trata de los artículos identificados como de rotación media y suelen representar, en cantidad, el 30% de los inventarios, siendo este el porcentaje comúnmente establecido sin ser una norma general, para más información es posible consultar el libro "Planeación y control de la producción" de Daniel Sipper.

El aprovisionamiento de este tipo de mercancías puede funcionar con la regla de inventario mínimo/máximo o una cantidad de reorden, no es necesario realizar un control exhaustivo, pero si mantenernos atentos a su evolución en la clasificación, pues pueden convertirse en artículos tipo A o C.

#### Artículos con rotación C

Por su parte, los productos C son los más numerosos, llegando a suponer el 50% de las referencias almacenadas, sin ser este porcentaje una norma establecida, este puede variar según el tipo de producto, en la clasificación son los menos demandados por parte de los clientes.

Los recursos dedicados a controlar estas referencias pueden ser más sencillos o espaciados.<sup>9</sup>

---

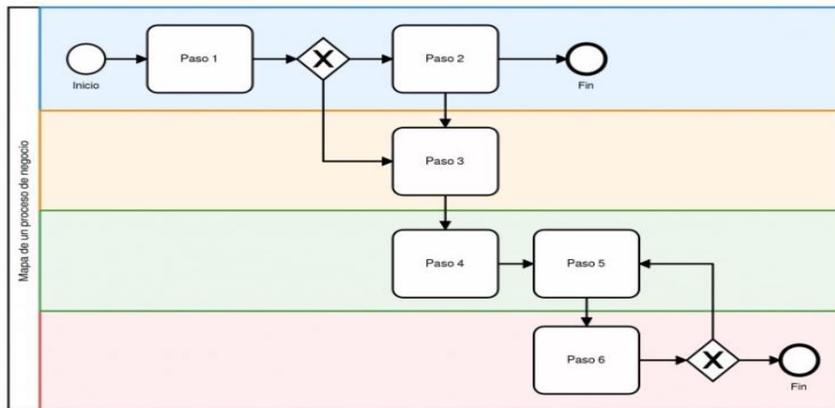
<sup>9</sup> Baca Urbina, G., Cruz Valderrama, M., Cristóbal Vázquez, I. M. A., Baca Cruz, G., & Gutiérrez Matus, J. C. (2012). Introducción a la Ingeniería Industrial (2.a ed.). Grupo Editorial Patria., Pp. 166-170

## 2.4 Mapeo del proceso

Se conoce como mapeo del proceso a la representación gráfica de la secuencia de pasos que conforman un proceso o procedimiento.

El propósito del mapeo de procesos es definir exactamente qué sucede en un proceso, entendiendo así cómo funciona su organización, la secuencia de actividades que lo componen y los responsables de cada una de las actividades.<sup>10</sup>

En la figura siete se ejemplifica un mapeo de proceso.



**Imagen 7.** Héctor J. (2020). ¿Qué es y por qué necesitas un diagrama de procesos? Ejemplifica un mapeo de proceso. Obtenido de: <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-y-por-necesitas-un-mapeo-de-procesos-h%C3%A9ctor-j-de-la-cruz/?originalSubdomain=es>

Tener una representación visual del flujo de trabajo trae múltiples beneficios entre los que se encuentran:

- Entendimiento claro de los procesos
- Ofrece visibilidad completa del proceso y su relación con los demás
- Facilita la inducción y capacitación
- Permite aplicar mejores prácticas e identificar áreas de oportunidad

<sup>10</sup> Pérez, J. A. (2010). Gestión por procesos. MADRID: ESIC. Pp.71-82

## 2.5 Indicadores clave de rendimiento

Según el manual para el diseño y el control de indicadores<sup>11</sup>, un indicador es una herramienta cuantitativa o cualitativa que permite mostrar indicios o señales de una situación, actividad o resultado.

Los indicadores sirven para valorar el resultado, así como medir el logro de los objetivos iniciales dentro de un proyecto.

Es importante resaltar que para que pueda llamarse indicador a una cifra o estadística esta debe cumplir con características específicas, las cuales se enumeran a continuación:

- **Válido:** la medición exacta de un comportamiento, práctica, tarea, que es el producto o resultado esperado de la intervención.
- **Confiable:** consistentemente medible a lo largo del tiempo, de la misma forma, por diferentes observadores.
- **Medible:** cuantificable usando las herramientas y métodos disponibles
- **Oportuno:** aporta una medida a intervalos relevantes y apropiados en términos de las metas y actividades del programa.
- **Importante programáticamente:** Con esto nos referimos a que el indicador debe encontrarse claramente relacionado con el problema o evento al que se pretende medir y controlar.
- **Ser preciso:** Es decir debe contar con objetivos y metas claros, para poder evaluar qué tan cerca o lejos nos encontramos de los mismos y proceder a la toma de decisiones pertinentes.
- **Relación con dos o más variables:** Cuando se relaciona una variable con una referencia (otra variable) está permitiendo establecer un punto de comparación que permita determinar y tener bases suficientes para emitir una opinión o un juicio acerca del desempeño. Un número por sí sólo no puede ayudarnos a emitir un juicio.

---

<sup>11</sup> Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Manual para el Diseño y la Construcción de Indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México. México, DF: CONEVAL, 2013.

## Capítulo 3. Desarrollo del proyecto

### 3.1 Etapa 1: Definir

#### Mapeo del proceso

Como parte de entender y definir el proceso se realizó un mapeo del mismo, el cual se presenta a continuación.

#### *Mapeo del proceso suministro de resinas*

El proceso de recepción y envío de resina son las dos actividades principales del área y son llevados a cabo de la siguiente manera.

#### *Proceso resina enviada a la 070*

El proceso inicia con la llegada de la resina en furgones al área de recibo, una vez que esta se encuentra ubicada dentro de la empresa, el área de recibo es la encargada de identificarla de acuerdo con el número de furgón y su factura correspondiente.

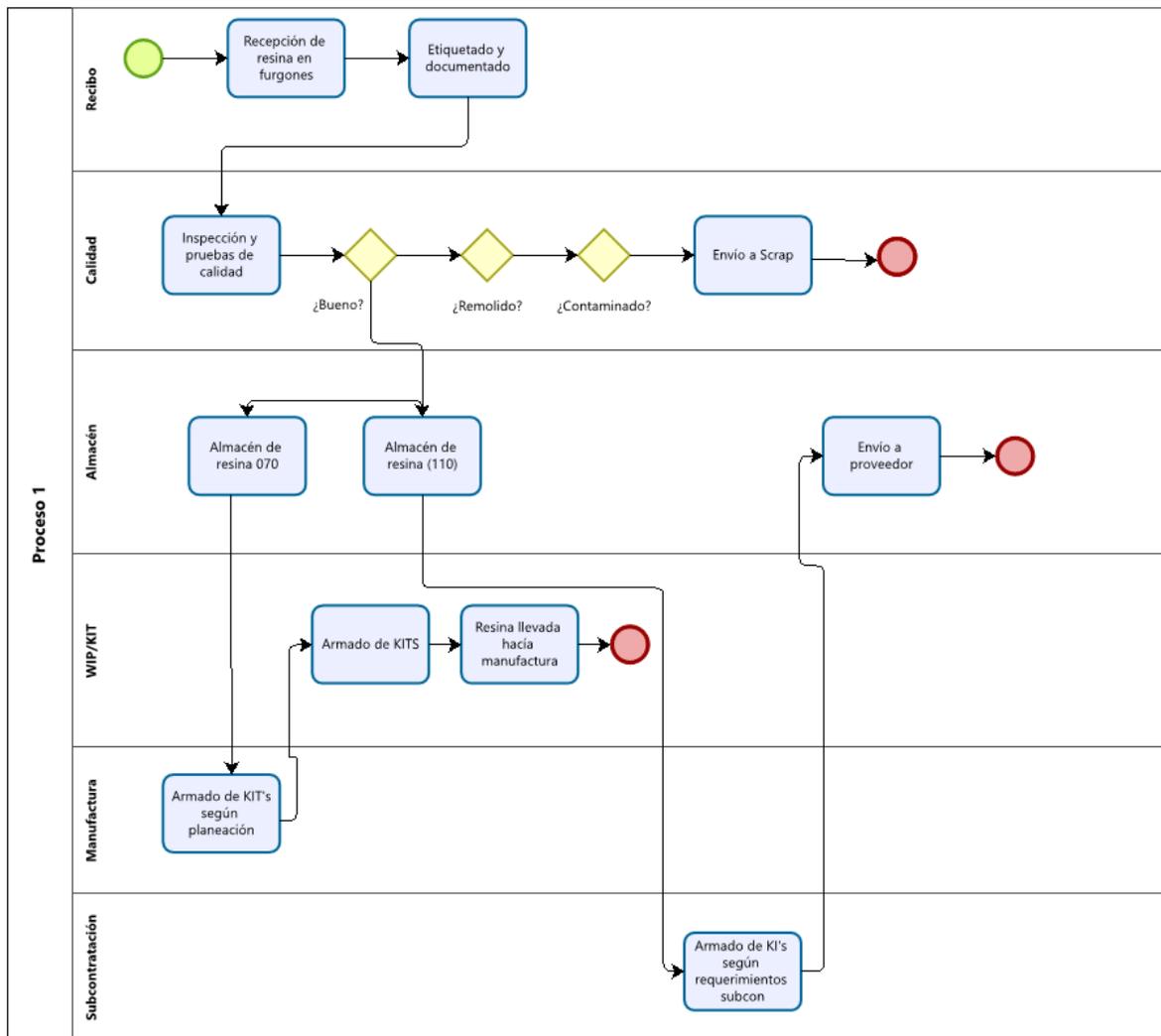
Una vez identificada la resina es documentada y dada de alta en sistema AS400, posteriormente una muestra de la resina es tomada del furgón para ser enviada al área de calidad, quien verifica que cumpla adecuadamente con los requerimientos necesarios para ser ocupada para la elaboración de juguetes.

Después de ser aprobada por el departamento de calidad, la resina es liberada y descargada en contenedores, esta puede tener tres destinos distintos, el área 070, el área 110 o bien directamente a las líneas de moldeo.

En caso de ser destinada al área de almacén, esta pasa del área de recibo al área de “store” y es dada de alta en sistema en una de las localidades disponibles dentro del área 070.

Para disponer de ella es necesario que el área de moldeo a través de la planeación de su producción envíe una hoja de requerimiento, donde los pigmentos y las resinas son enviadas en conjunto desde sus almacenes hasta la línea de moldeo.

Posteriormente el material es transferido en sistema a la nueva área. Este proceso se encuentra representado brevemente en la figura número 8.



**Imagen 8.** Elaboración propia. (2021). Muestra el proceso mediante el cual la resina es recibida, almacenada y suministrada a las líneas de ensamble. Obtenido de: Elaboración propia.

### *Proceso de la resina enviada a la 110*

El proceso inicia con la llegada de la resina en furgones al área de recibo, una vez que esta se encuentra ubicada dentro de la empresa, el área de recibo es la encargada de identificarla de acuerdo con el número de furgón y su factura correspondiente.

Una vez identificada la resina es documentada y dada de alta en sistema AS400, posteriormente una muestra de la resina es tomada del furgón para ser enviada al área de calidad, quien verifica que cumpla adecuadamente con los requerimientos necesarios para ser ocupada para la elaboración de juguetes.

Después de ser aprobada por el departamento de calidad, la resina es liberada y descargada en contenedores, esta puede tener tres destinos distintos, el área 070, el área 110 o bien directamente las líneas de moldeo.

En caso de ser destinada al área de kitting, esta pasa del área de recibo al área de “store” y es dada de alta en sistema en una de las localidades disponibles dentro del área 110.

Para disponer de ella es necesario que el área de subcontratación a través de la planeación de su producción envíe una hoja de requerimiento, donde se incluye una descripción del material y las cantidades de pigmentos y resinas que deben ser enviadas desde sus almacenes hasta los proveedores de partes plásticas externos.

El material es cargado en cajas de tráiler desde el área 110, posteriormente se realiza una bitácora del material cargado para descontarlo en sistema, misma que es revisada por un encargado de la empresa y el proveedor externo. Una vez que el material es revisado y aprobado por ambos, es descargado en sistema y generado un pase de salida.

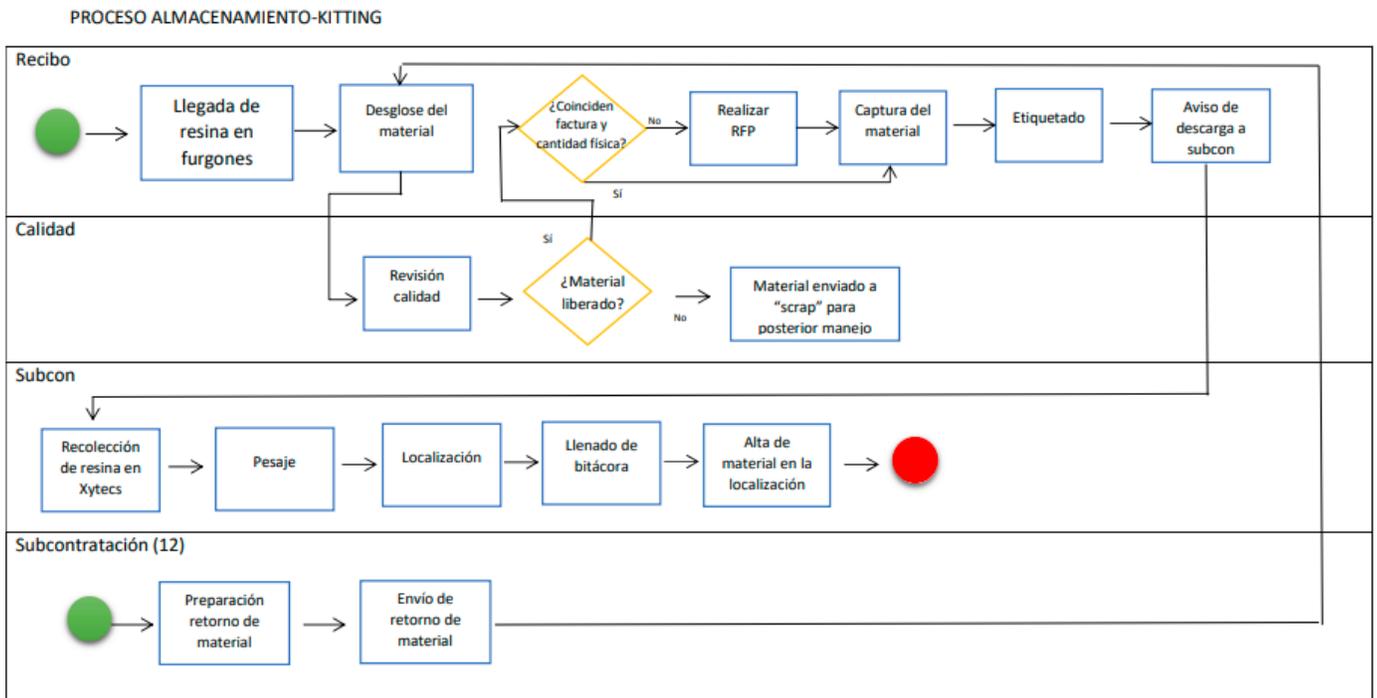
*Mapeo de procesos Subcon*

El proceso de recibo en el área de subcon tiene dos características que lo diferencian de las resinas recibidas en la 070, la primera es que la resina es dispuesta en un tipo de contenedores de plástico llamados xytecs, desde furgones con resina a granel, por lo que es necesario antes de darla de alta en sistema realizar un pesaje y etiquetado de cada uno de los contenedores plásticos.

La segunda característica se trata de la devolución de los materiales desde los almacenes de los subcontratistas.

Así el proceso completo de la recepción de resina se muestra en la figura número 9, donde es posible observar que para realizar la recepción y almacenaje de la resina esta primero es sometida a un proceso de desglose en el área de recibo donde se revisa la coincidencia de los números de parte y las cantidades de los xytecs enviados.

Posteriormente la resina es sometida a una revisión llevada a cabo por el área de calidad, donde se descarta material sucio o con presencia de metales pesados, si el material es liberado el área de subcon procede a recolectar el material, realizar el pesaje de los xytecs, acomodarlo dentro de la bodega y realizar el ingreso al sistema.



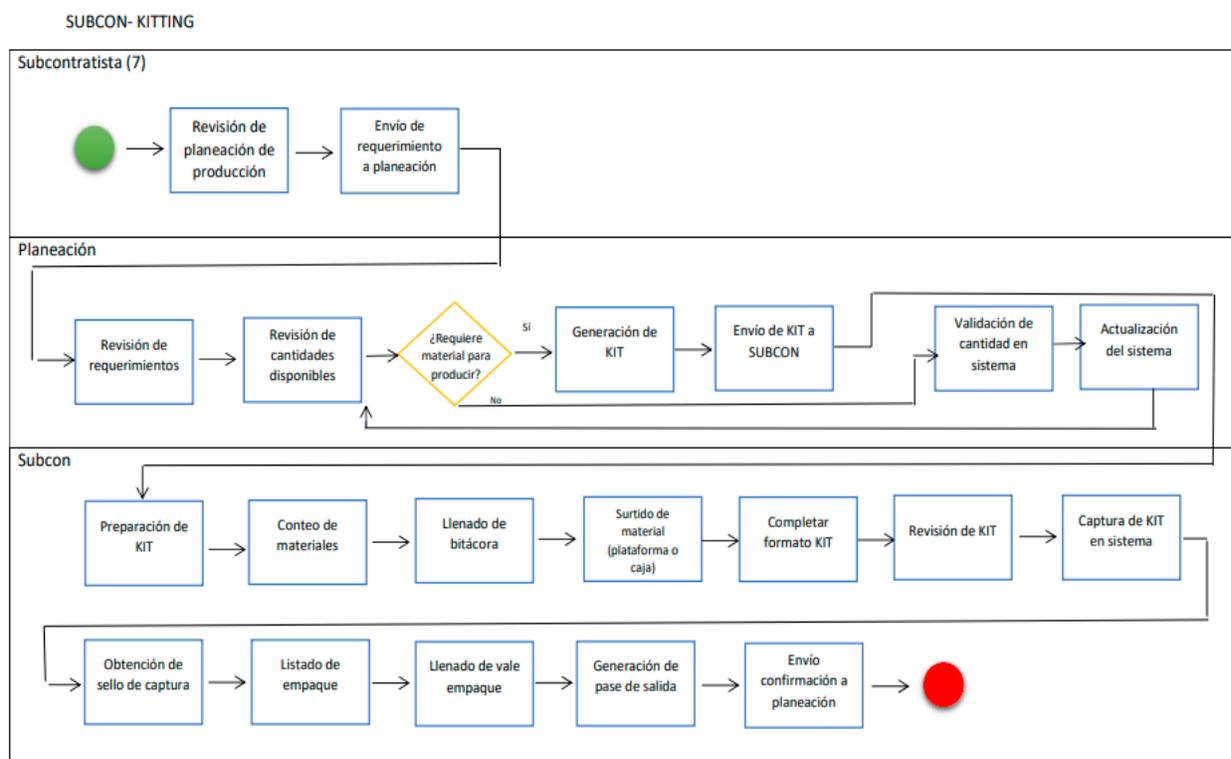
**Imagen 9.** Elaboración propia. (2021). Muestra el proceso en que la resina es recibida y almacenada en el área 110, destinada a la materia prima para suministro de los subcontratistas. Obtenido de: Elaboración propia.

Cuando la resina requiere ser enviada desde el almacén 110 hacia los subcontratistas, estos deben realizar el envío del requerimiento según su planeación de manufactura, posteriormente el área de planeación interna dentro de la empresa realiza la revisión de los requerimientos y las coteja contra el inventario disponible marcado en sistema.

Si el proveedor realmente requiere el envío de la materia prima se genera un listado de mercancía, en sistema, que será enviada a cada uno de los proveedores externos, llamado “kit” el cual permitirá al área de “subcon kitting” realizar la preparación y el surtido de la mercancía.

Subcon recibirá el “kit”, realizara la preparación de la mercancía, realizará el conteo del material previamente pesado y lo llevará hacia el área de surtido donde lo acomodará, una vez surtido, realizara una revisión y la captura del “kit” en sistema, obtendrá el sello de captura y el vale con la salida de empaques necesarios, por último, generará el pase de salida que enviara a planeación para que el proveedor pueda recoger su materia prima en el área de surtido.

Es posible visualizar este proceso en la figura 10.



**Imagen 10.** Elaboración propia. (2021). Muestra el proceso en que la resina es preparada y enviada desde el área 110 a los subcontratistas. Obtenido de: Elaboración propia.

### 3.2 Etapa 2: Medir y Etapa 3: Analizar

Tal como se ha mencionado anteriormente el cliente busca realizar una gestión de nivel de inventarios eficiente dentro del área de materias primas que le permita continuar con su labor sin reportar fallas en su proceso por motivo de suministro.

Al inicio del proyecto con la finalidad de encontrar la problemática central a atacar se llevo a cabo una reunión con los tres gerentes para entender la perspectiva de cada uno de ellos.

Los tres mencionaron que gran parte de los paros de líneas eran causados por falta de materia prima en almacenes a pesar de que el espacio destinado a inventarios se encontraba lleno, además de quejarse sobre el tiempo de surtido de la materia prima.

Posteriormente realizamos el mapeo del proceso junto a los jefes de área de todas las áreas involucradas en los procesos de surtido de materiales desde los almacenes de materia prima.

- **El encargado de recibo** quien nos mostró el proceso por el cual se daba ingreso a la mercancía desde las vías férreas hasta el patio de la planta, ahí fue posible observar que gran parte de la materia prima se quedaba en el patio de ingreso debido a que el área de calidad tardaba una gran cantidad de tiempo en liberar la resina, lo que alentaba el proceso de surtido tanto a la línea de producción por medio de las tuberías de distribución como para el almacén destinado a proveedores.

También fue posible observar el proceso de recepción de la resina que llegaba desde proveedor en un tipo de contenedor de cartón con capacidad para media tonelada o costales, la cual no podía surtirse a través del sistema de tubería y requería el almacenamiento en la 070, esta también se quedaba largo tiempo en el patio de descarga debido a que el área destinada para resguardarla continuamente se encontraba ocupada. Además de que los pedidos llegaban muy irregularmente, por lo que continuamente entregaban más de una orden de compra no planeada para recibo (proveedores se atrasaban o adelantaban con sus entregas).

- **La encargada del área de calidad** nos mostró pasos a seguir para realizar la liberación de la resina.
- **El encargado del área de “subcon-kitting”**, quien nos mostró el pesaje, almacenamiento y “*kitting*” de la materia prima. Con él fue posible observar que almacenar la resina y realizar el pesaje era muy complicado debido al poco espacio con el que se contaba dentro del almacén.

También fue posible observar gran parte de la materia prima dañada, el encargado señalo que se debía a que se movía continuamente de lugar para hacer espacios de almacenaje.

- **La encargada de área de validación**, quien nos mostró el recorrido que debían hacer los montacarguistas para llevar la materia prima desde los almacenes hasta las líneas de producción, nos enseñó las características de las materias primas y el empaque de estas, mencionó la confusión entre los diferentes materiales y la falta de material en el área debido al control limitado de los movimientos en sistema. Además, nos mostró un área donde había una gran cantidad de producto que no se había surtido en un largo tiempo y comenzaba a maltratarse.
- **El encargado del área de planeación** nos mostró como se realizaba la planeación de la producción de los distintos números de parte, considerando el inventario marcado en sistema dentro de la planta y los proveedores, el cuál se veía afectado por el intercambio de materias primas en producción y que no realizaban el movimiento adecuado en sistema provocando que una resina que si estuviera en inventario apareciera en cero y se solicitara material no necesario.
- **En encargado de producción** nos mostró el proceso que se llevaba a cabo en la recepción de la materia prima, indico que continuamente había problemas debido a la falta de transferencias, el intercambio de la materia prima desde el surtido y el intercambio de la materia prima por insuficiencia de inventario. Nos mostró cuales eran los tipos de producto que más eran confundidos.

Con lo anterior se realizó un resumen con las problemáticas con más de tres repeticiones dentro de las entrevistas antes mencionadas, con ello se decidió enfocarnos en seis problemáticas comunes que causaban el paro de línea:

- Falta de materia prima para surtido
- Fallas en el pronóstico de abastecimiento
- Sobre inventario
- Intercambio de materias primas
- Tiempo de surtido largo
- Personal no realiza transferencias

Lo que buscamos obtener es una reducción de paro de líneas en un 98%, asegurar una confiabilidad de inventario del 95% y lograr que el cliente sea autosuficiente en la gestión de su inventario para el final del proyecto.

## Diagrama causa-efecto

Para cada una de las seis problemáticas antes mencionadas se realizó un diagrama causa-efecto, para lograrlo se realizó entrevistas con 12 auxiliares de inventario y 10 montacarguistas, las preguntas eran variadas, pero giraban sobre los siguientes rubros.

- Su actividad principal dentro del almacén.
- El conocimiento que poseía sobre el uso del sistema AS400, de no contar con él se preguntaba cómo realizaban los movimientos pertinentes en sistema
- Si consideraba que le hacía falta equipo o material para realizar su trabajo (se le solicitaban ejemplos del material).
- Sobre el tiempo que tardaba aproximadamente en realizar un surtido y las razones que le dificultaban el surtido
- Se preguntaba si sabía diferenciar los números de parte que el encargado de producción mencionó como los que más confusiones presentaban.

Con la información recabada durante las entrevistas y la observación de los procesos observados se realizaron los siguientes diagramas causa-efecto.

En el diagrama causa efecto de la falta de materia prima encontramos que la falta de materia prima para surtido se debe entre otras situaciones a que los colaboradores no realizan transacciones en sistema, cuya información se ocupa posteriormente para realizar el pronóstico de abastecimiento.

Se puede observar el diagrama completo en la figura siguiente.

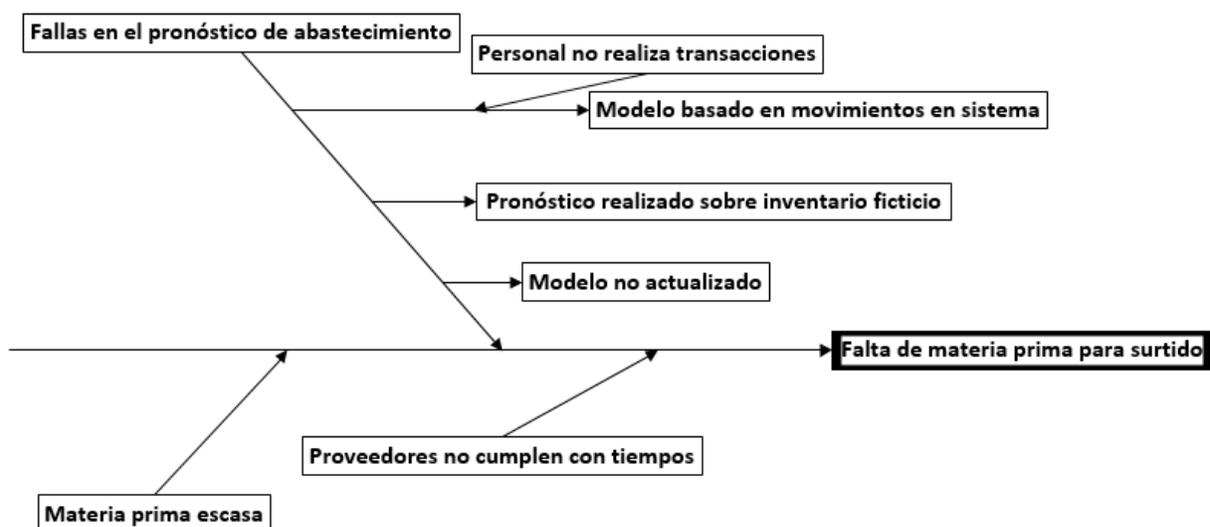
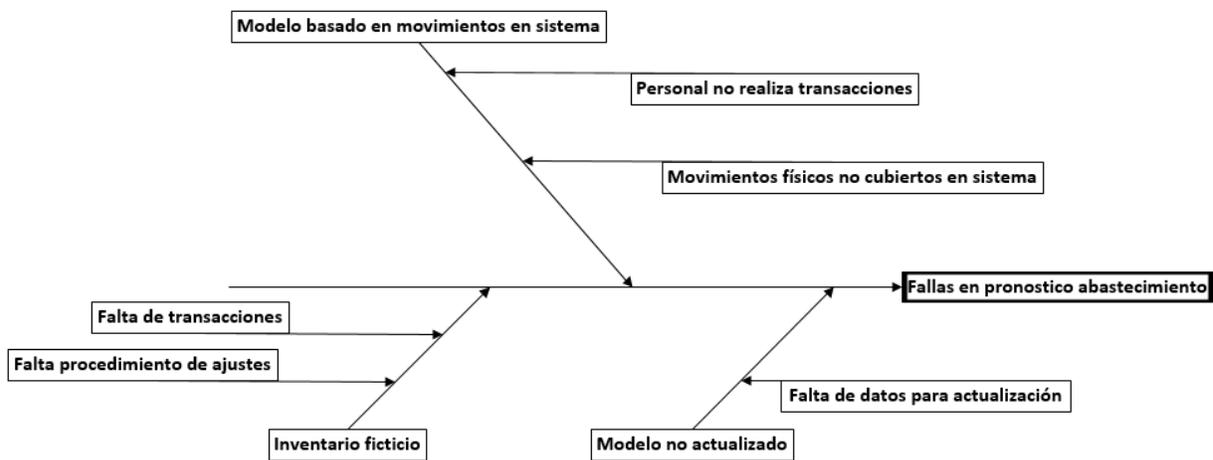


Imagen 11. Elaboración propia. (2021). Diagrama causa-efecto sobre la falta de materia prima para surtido. Obtenido de: Elaboración propia.

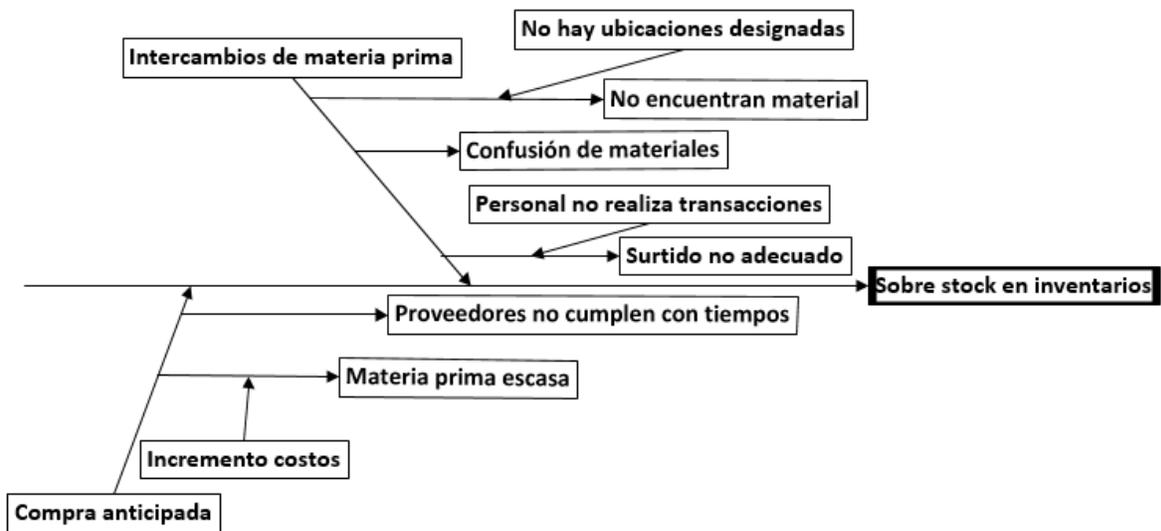
Otra de las problemáticas mencionadas por los encargados de área fue la falta de movimiento de diversos números de parte lo que llevaba a que la materia prima se deteriorara, lo cual fue asociado a los problemas mencionados en planeación y las fallas en el pronóstico de abastecimiento.

El diagrama causa efecto se puede observar en la figura número 12.



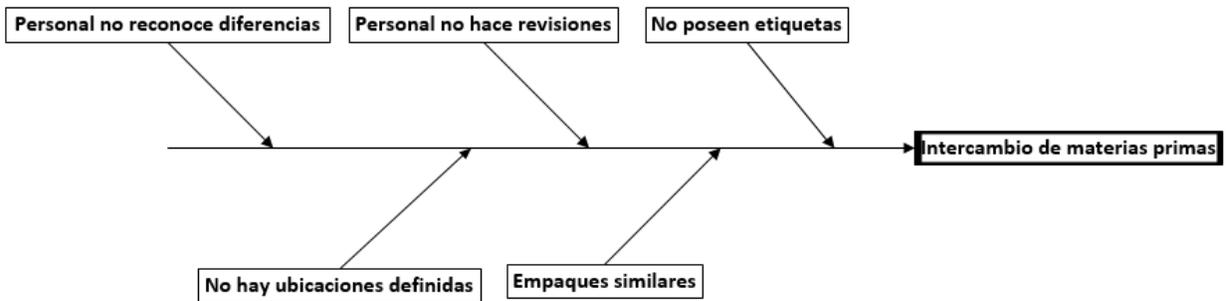
**Imagen 12.** Elaboración propia. (2021). Diagrama causa-efecto sobre las fallas en el pronóstico de abastecimiento, Obtenido de: Elaboración propia.

Otra de las problemáticas observadas fue la gran cantidad de materia prima guardada en el área de inventarios, lo cual impedía la maniobra y entorpecía la búsqueda de materia prima, lo que identificamos como sobre inventario, su diagrama causa-efecto se muestra a continuación.



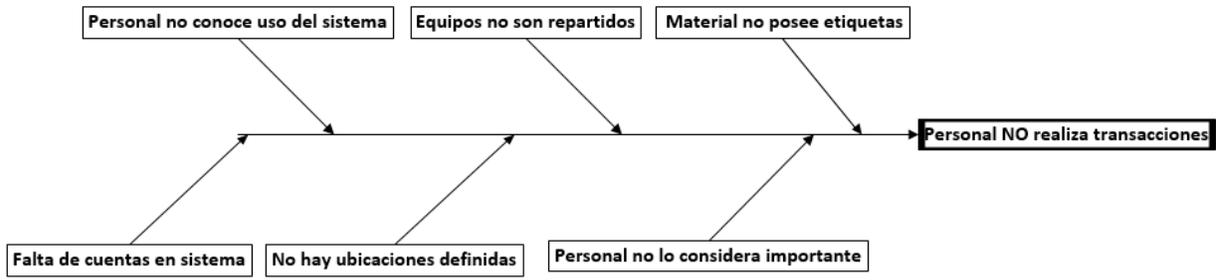
**Imagen 13.** Elaboración propia. (2021). Diagrama causa-efecto sobre las causas del sobre inventario, Obtenido de: Elaboración propia.

La figura número 14 muestra principalmente los motivos con más de cinco menciones que nos dieron los auxiliares y los montacarguistas por los cuales se daba el intercambio de materias primas, aunado a la observación de la falta de etiquetas y ubicaciones que propusimos.



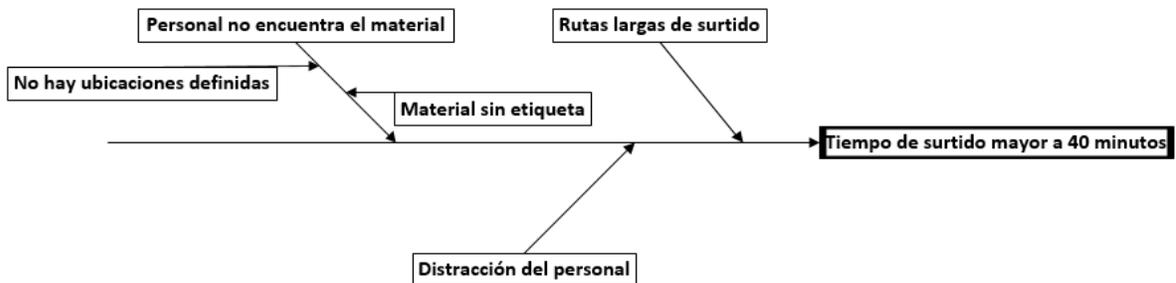
**Imagen 14.** Elaboración propia. (2021). Diagrama causa-efecto sobre las causas del intercambio de materias primas, Obtenido de: Elaboración propia.

La figura número 15 muestra las razones por las cuales los colaboradores no realizaban los movimientos en sistema, basadas en las entrevistas realizadas a los auxiliares y montacarguistas.



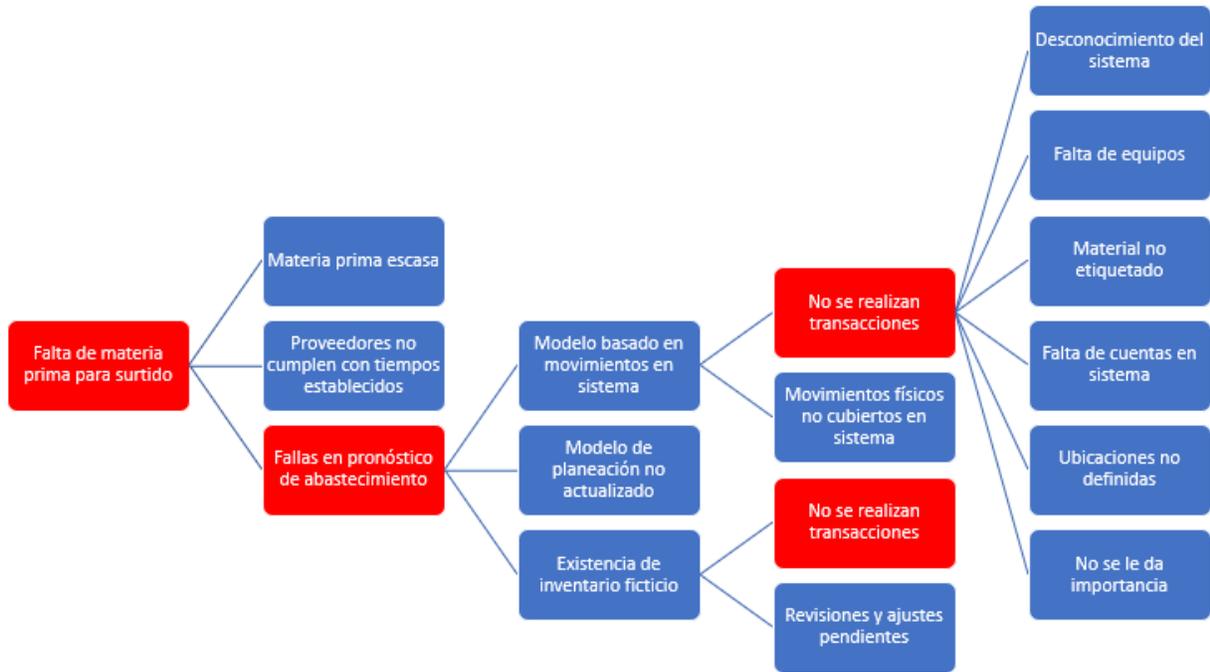
**Imagen 15.** Elaboración propia. (2021). Diagrama causa-efecto sobre por qué el personal no realiza las transferencias en sistema, Obtenido de: Elaboración propia.

Por último, nutrido de las entrevistas y la realización de diagramas de recorrido y medición de tiempos (Anexo 1 Estudio de tiempos y diagramas de espagueti). Se realizó el diagrama causa-efecto del tiempo de surtido, el cual se muestra en la figura número 16.



**Imagen 16.** Elaboración propia. (2021). Diagrama causa-efecto sobre el tiempo de surtido, Obtenido de: Elaboración propia.

A través de la observación de los diagramas causa-efecto es posible notar que algunas de las causas se encuentran relacionadas, es decir que la misma causa es parte de otra de las problemáticas incluidas en el análisis, por lo que se decidió ordenar los diagramas causa-efecto antes mostrados relacionando las causas con las 6 problemáticas principales relacionadas (marcadas en color rojo) y las consecuencias de cada una de ellas.



**Imagen 17.** Elaboración propia. (2021). Diagramas causa-efecto relacionados, Obtenido de: Elaboración propia.

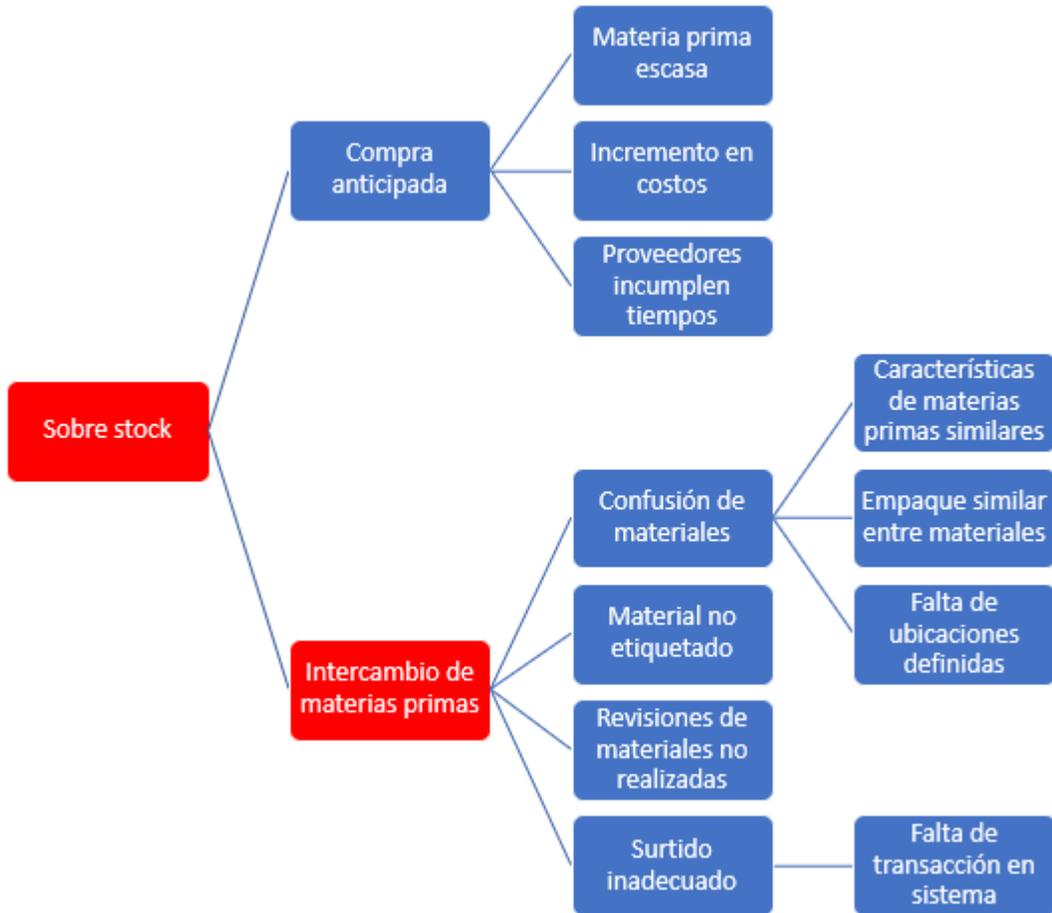


Imagen 18. Elaboración propia. (2021). Diagramas causa-efecto relacionados, Obtenido de: Elaboración propia.



Imagen 19. Elaboración propia. (2021). Diagramas causa-efecto relacionados, Obtenido de: Elaboración propia.

A partir del orden realizado en el diagrama anterior es posible observar que una causa impacta en más de una problemática principal.

Por ejemplo: Tres de las problemáticas principales son, la falta de transacciones en sistema, las fallas en el pronóstico de abastecimiento y la falta de materia prima para surtido, pero al ordenar la problemática con sus causas principales es posible notar que la falta de transacciones es uno de los múltiples factores que impactan en el pronóstico de abastecimiento y este a su vez es una de las causas de la falta de materia prima para surtido y el sobre inventario.

Después de observar este fenómeno se realizó un listado de las causas con una ponderación tomando en cuenta los siguientes rubros: menciones como causa, principales problemáticas en las que impacta y por último el grado de injerencia en el cambio de estas.

El grado de injerencia se cuantifico del 0 al 5, donde en 0 se considera un factor externo no controlable dentro de la planta y el 5 indica que se cuenta con todo lo necesario para realizar el cambio dentro de la planta.

El listado con las causas y su ponderación se muestra en la tabla 1.

Causal	Menciones	P. P. Impactadas	Injerencia	Prioridad
Material no etiquetado	4	5	5	100
Ubicaciones no definidas	4	5	5	100
Revisiones y ajustes pendientes	3	5	4	60
Desconocimiento del sistema	2	3	5	30
Falta de equipos (scanners)	2	3	4	24
Falta de cuentas en sistema	2	3	4	24
Colaboradores no le dan importancia	2	3	4	24
Movimientos físicos no cubiertos en sistema	2	4	3	24
Empaque similar entre materiales	2	3	1	6
Distraccion de colaboradores	1	1	3	3
Rutas largas de surtido	1	1	2	2
Proveedores incumplen tiempos de entrega	1	1	1	1
Materia prima escasa	1	1	0	0
Incremento en costos	1	1	0	0
Características de materias primas similares	2	3	0	0

**Tabla 1.** Elaboración propia. (2022). Tabla con ponderación para priorización, Obtenida de: Elaboración propia.

Por último, dentro de esta misma clasificación se marco en rojo aquellos factores considerados externos (aquellos en los que no se podría realizar una modificación o no atribuibles a los colaboradores), en verde los que eran parte del modo de trabajo de los colaboradores y podían ser modificados rápidamente y en amarillo los que serían impactados por los factores atribuibles a los colaboradores o no podrían ser cambiados dentro de la planta fácilmente.

La tabla 2 muestra el listado con la identificación del nivel de injerencia.

Causal	Menciones	P. P. Impactadas	Injerencia	Prioridad
Material no etiquetado	4	5	5	100
Ubicaciones no definidas	4	5	5	100
Revisiones y ajustes pendientes	3	5	4	60
Desconocimiento del sistema	2	3	5	30
Falta de equipos (scanners)	2	3	4	24
Falta de cuentas en sistema	2	3	4	24
Colaboradores no le dan importancia	2	3	4	24
Movimientos físicos no cubiertos	2	4	3	24
Empaque similar entre materiales	2	3	1	6
Distracción de colaboradores	1	1	3	3
Rutas largas de surtido	1	1	2	2
Proveedores incumplen tiempos	1	1	1	1
Materia prima escasa	1	1	0	0
Incremento en costos	1	1	0	0
Características de materias prima	2	3	0	0

**Tabla 2.** Elaboración propia. (2022). Tabla con ponderación para priorización, Obtenida de: Elaboración propia.

Con el análisis anterior fue posible notar que sería posible realizar un impacto a través de acciones simples como:

- Definir ubicaciones
- Etiquetar las materias primas
- Redistribuir los equipos
- Capacitar a los colaboradores en el uso de escáner

Para ello se establece un plan con seis etapas principales:



**Imagen 20.** Elaboración propia. (2022). Muestra las etapas principales del plan de mejora. Obtenida de: Elaboración propia.

Dado que el proyecto se centra en el control de inventario a continuación se hará énfasis en los procesos de afectación de inventario para proponer la mejora pertinente dentro de los mismos, es decir nuestras variables a controlar en este caso serán las entradas y salidas de mercancía.

Para medir el avance respecto a nuestros objetivos se propuso realizar la medición de tres indicadores clave de desempeño.

### Definición de Indicadores Clave de Desempeño y medición de los estándares.

Para obtener una medición de cómo está funcionando la gestión del inventario se proponen tres métricas.

## Confiabilidad del inventario

Una de las métricas más importantes a tomar en cuenta es la confiabilidad del inventario es el grado en que el inventario físico se apega al inventario que está dado de alta en el sistema.

Esta se obtiene a través de la siguiente formula:

$$\text{Confiabilidad} = \left( 1 - \frac{\text{Cantidad de diferencias}}{\text{Total de productos en inventario}} \right) \times 100\%$$

Para obtener el número de diferencias se considera que toda la información dentro del sistema debe coincidir con los datos que con los que el producto ha sido identificado dentro de nuestro inventario físico.

Por lo que se toma en cuenta que la localización, serial, cantidad y nombre del producto dentro del sistema coincidan con el inventario físico, si alguno de los datos fue cambiado, se considera una diferencia.

Para calcularlo se implementó un formato en Excel que permitía comparar las localizaciones, cantidades y materiales físicamente contra el informe obtenido del sistema.

## Fill- rate

Este se entiende como el porcentaje de cumplimiento total de todos los pedidos realizados al área durante un tiempo que fijamos en una semana.

Este lo obtenemos con la siguiente formula:

$$\text{Fill rate} = \frac{\text{Número de pedidos totalmente cumplidos}}{\text{Número de pedidos realizados}} \times 100\%$$

Este nos permite medir la probabilidad de ocurrencia de un paro de línea, este era posible obtenerlo desde un informe en sistema.

## Movimientos en sistema

Dado que la mayor parte de la mercancía no se encuentra dada de alta adecuadamente en el sistema se propone llevar un registro de los movimientos realizados.

Y es posible medirlo según la siguiente razón:

$$MCS = \frac{\text{Número de movimientos dados de alta en sistema}}{\text{Número de pedidos realizados}} \times 100\%$$

Para realizarlo se implementó una bitácora donde se registraban los pedidos realizados una vez fueran surtidos.

Por último, debido a que en las áreas de almacenamiento se encontraba una gran cantidad de materiales de distintos tipos, se inició con la clasificación de los materiales y la aplicación de las 5's.

En la primera medición de nuestros indicadores la confiabilidad del inventario se encontraba e 5% y el fill rate en 30%.

### 3.3 Etapa 4: Mejorar

#### Implementación de 5's

Se comenzó por aplicar 5's debido a la manera en que la mercancía se encontraba ya que no había ninguna lógica en el acomodo de la misma.

Clasificar:

Durante la etapa de clasificación de las áreas la primera acción a realizar fue una separación por tipo de materiales.

- Empaque
- Resinas
- Pigmentos
- Aditivos
- Cartones
- Complementos de juguetes



**Imagen 21.** Elaboración propia. (2021). Muestra el estado inicial de la bodega de materias primas.  
Fuente. Elaboración propia.

Todo el empaque, los accesorios y los aditivos fueron removidos físicamente y en sistema hacía las áreas libres de recibo.

Los pigmentos fueron enlistados y llevados hacía el área de pigmentos en la planta, donde posteriormente se dieron de alta en sistema.

Las resinas, fueron clasificadas según el tipo de empaque en que se encontraban, ya que según el tipo de resina podían encontrarse en tres presentaciones distintas.

Almacenadas en bolsas y contenedores plásticos (xytechs), almacenadas en bolsas y resguardadas en contenedores de cartón (gaylords) o empaquetadas en sacos de 25 kg dispuestos en camas de cinco sobre tarimas de madera.

Es importante mencionar que cada una de estas presentaciones tiene permitida una estiba distinta por políticas de seguridad de la empresa, situación que se debe considerar al momento de realizar el slotting.

La estiba máxima permitida para los gaylords es de tres, mientras que para los xytechs está permitido estibar cuatro.

Por último, la estiba de los pallets depende de la cantidad de costales que contiene, si se trata de un pallet con cuarenta costales, se permite realizar una estiba de tres, mientras si contiene sesenta, no es posible realizar estiba.

Dado que se desconocía la cantidad de cada una de las resinas y tipos de contenedores que se encontraban en la planta, cada una de las resinas fueron agrupadas de acuerdo con dos criterios, el tipo de empaque y el número de parte que contenía.

A su vez se llevó un registro de cada una para saber la cantidad real con la que se contaba en el almacén.

Por último, se recorrió la planta para identificar si había más material de este tipo en algún otro almacén.

### Determinación de ubicaciones

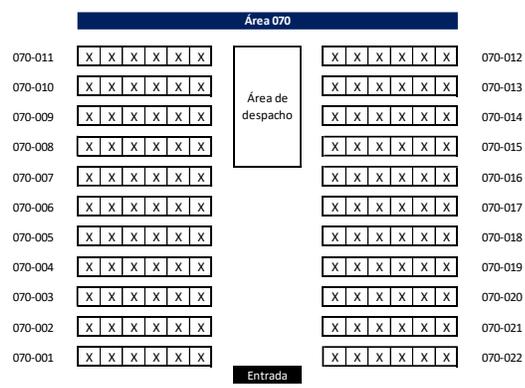
Al terminar la clasificación se encontró que dentro de los almacenes de resina había únicamente trece diferentes números de parte.

Los cuales se encontraban empacados siempre de la misma forma y que eran únicos para cierto proceso, por lo que no era necesario mantener todos los tipos de resina en cada uno de los almacenes, si no dividirlos según el tipo de proceso y organizarlos para que cada uno de los almacenes se encargara de surtir cierto tipo de resina.

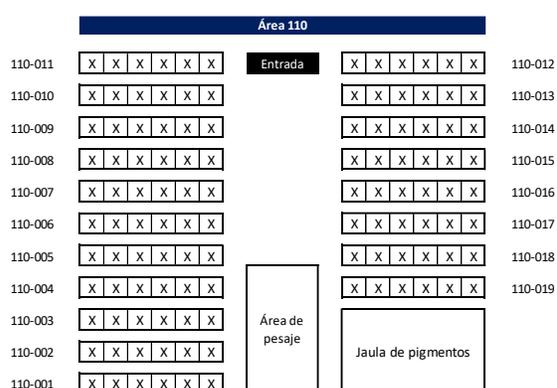
Para ello se propuso que los contenedores se mantuvieran en un inventario a piso debido a que

los contenedores son muy resistentes y de este modo se evitaría la necesidad de realizar una inversión en algún tipo de instalación.

Posteriormente se corroboraron las medidas de los almacenes y se propuso el siguiente acomodo de mercancía.



**Imagen 22.** Elaboración propia. (2021). Muestra las ubicaciones propuestas para el área 070  
Obtenido de: Elaboración propia.



**Figura 23.** Elaboración propia. (2021). Muestra las ubicaciones propuestas para el área 110. Obtenido de: Elaboración propia.

Donde el área 070 contaría con 22 localizaciones cada una con un espacio para recibir seis columnas con una estiba máxima de tres. Y únicamente albergaría resinas contenidas en contenedores de cartón (gaylords) o tarima.

Por su parte el área 110 contaría con 19 ubicaciones cada una con un espacio para seis columnas con una estiba máxima de cuatro.

Esta área se encontraba designada para albergar contenedores plásticos (xytecs).

Aunque se consideró necesario realizar el reordenamiento del área según la movilidad de nuestro inventario, ocupando el principio ABC, en el momento no se contaba con la información necesaria para realizar el análisis, por lo que se decidió continuar con el reacomodo y limpieza del área para posteriormente obtener la información necesaria del monitoreo de entradas y salidas.



**Imagen 24.** Elaboración propia. (2021). Muestra el acomodo realizado en el área 070. Obtenido de:  
Elaboración propia.

Dado que las resinas se encontraban revueltas y algunos empaques en mal estado, fue necesario realizar la limpieza del área de forma simultánea al reacomodo de la misma.

Posteriormente fue llevando a cabo la delimitación de las áreas y el rotulamiento necesario para indicar la localización pertinente.

Una vez con todo el material organizado por localizaciones, tipo de material y tipo de empaque se realizó un levantamiento de inventario y la depuración pertinente en sistema.

A partir de ese momento se comenzó con el monitoreo de movimientos.

## 3.4 Etapa 5: Controlar

### Control de entradas y salidas

Una vez realizado el acomodo comenzó el monitoreo de las entradas y salidas dentro de las áreas, a la par que se solicitó al área de recursos humanos que implementara un programa de capacitación a los colaboradores para mostrarle el uso del sistema y concientizarlos en la importancia de la realización de los movimientos en sistema.

Para realizar el monitoreo de entradas y salidas se propusieron dos formatos.

Un formato de registro de entradas y salidas que contiene los datos:

- Fecha
- Turno
- Tipo de movimiento (Entrada o Salida)
- No. de KIT
- Cantidad pedida en KIT
- Cantidad surtida
- Nombre del montacarguista.

El cuál nos permite llevar un registro de transacciones y observar la cantidad de movimientos realizados (análisis ABC) y calcular el porcentaje de surtido que se tiene de acuerdo a los requerimientos macados en los kit's.

El otro formato propuesto permite llevar el registro del material por localización considerando los siguientes factores:

- No. de parte
- Serial
- Cantidad

A partir de los cuales es posible realizar el cálculo de confiabilidad de inventario.

### Implementación de inventario ABC.

A través del monitoreo de las áreas se comenzó a encontrar información real de las resinas que tenían la mayor cantidad de uso, así fue posible entender que este dependía del tipo de juguete que se estaba produciendo en el momento y también notar que esta clasificación cambiaba periódicamente.

Lo que coincidía con el periodo de seis semanas reflejado en la planeación de producción, por lo que se propuso realizar la actualización del inventario ABC cada seis semanas y guardar el inventario en las áreas según el tipo establecido en la actualización.

Para el área 070 el inventario tipo A sería asignado en las primeras seis localizaciones más cercanas a la salida (070-001, 070-002, 070-003, 070-022, 070-021 y 070-020), el inventario B en las siguientes ocho localizaciones (070-004, 070-005, 070-006, 070-007, 070-019, 070-018, 070-017 y 070-016) y el tipo C en las localizaciones restantes.

En el caso del área 110 el inventario tipo A sería resguardado en las primeras cuatro localizaciones (110-001 hasta la 110-004), el inventario B en las siguientes siete localizaciones (110-005 hasta la 110-011) y el tipo C en las ocho ubicaciones restantes.

### Capacitación

Para realizar la capacitación se propuso un programa de cuatro sesiones, la primera donde se observaba la importancia de realizar las transacciones y los beneficios de mantener un inventario sano, la segunda donde se mostraban las recomendaciones y procesos a seguir para mantener el inventario y las últimas dos donde se mostraban los pasos del sistema para realizar las transacciones de los materiales en cada uno de los casos.

La capacitación fue realizada por el departamento de recursos humanos de la empresa, únicamente se realizó el seguimiento de esta y se aplicó una evaluación a los colaboradores capacitados.

### Monitoreo de la operación

Finalmente se realizó el monitoreo de la operación a través de la medición de los kpi's y auditorías sorpresa tanto de la documentación, como de los procesos y transacciones realizadas en las diferentes áreas. Con la finalidad de observar qué partes habían sido comprendidas y aplicadas por los colaboradores.

## Capítulo 4. Análisis de resultados.

### 4.1 Comparativa del área

Inicio.

Al inicio en las áreas era posible encontrar mercancía revuelta, sin ubicaciones definidas, con empaques rotos y en algunos casos incluso caducadas debido a la cantidad de mercancía resguardada y la falta de uso del sistema.

Era muy sencillo confundir el tipo de resina debido a que los empaques eran similares, lo que llevaba a retrabajos y paros de línea.

Al término del proyecto.

La mercancía se encontraba etiquetada, consolidada y en ubicaciones según su clasificación de inventario.

Los movimientos en sistema eran realizados en tiempo, lo que permitía una coincidencia del sistema mayor al 95%, a su vez la confiabilidad de las proyecciones de la compra de materias primas.

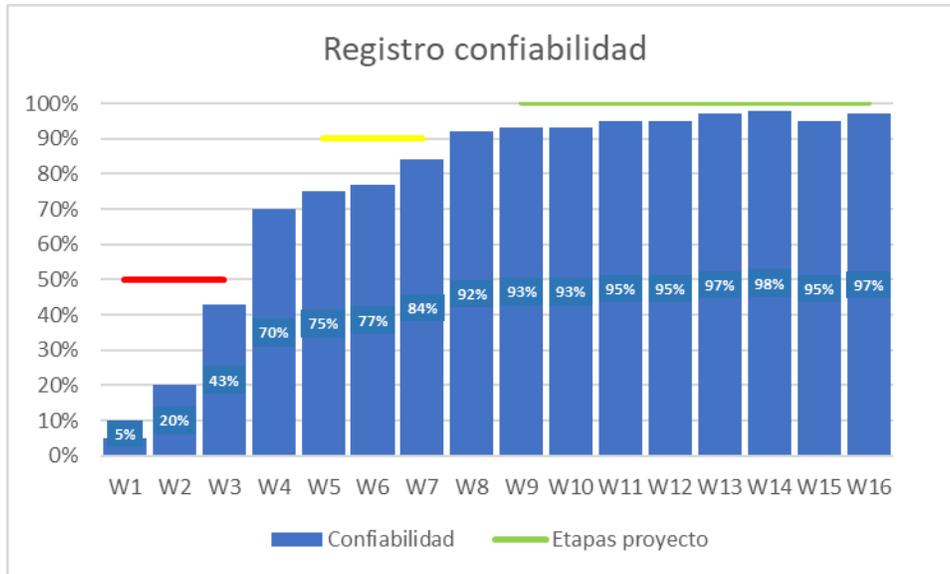
### 4.2 Cumplimiento de objetivos

A lo largo del proyecto fue posible notar semana con semana como la confiabilidad del inventario iba modificándose según los cambios realizados, así como el impacto generado sobre el resto de los indicadores.

Dentro de la gráfica es posible observar las diferentes etapas del proyecto, durante las primeras tres semanas se realizó la aplicación de las 5's y la definición de ubicaciones (se encuentra marcada dentro de las gráficas en color rojo)

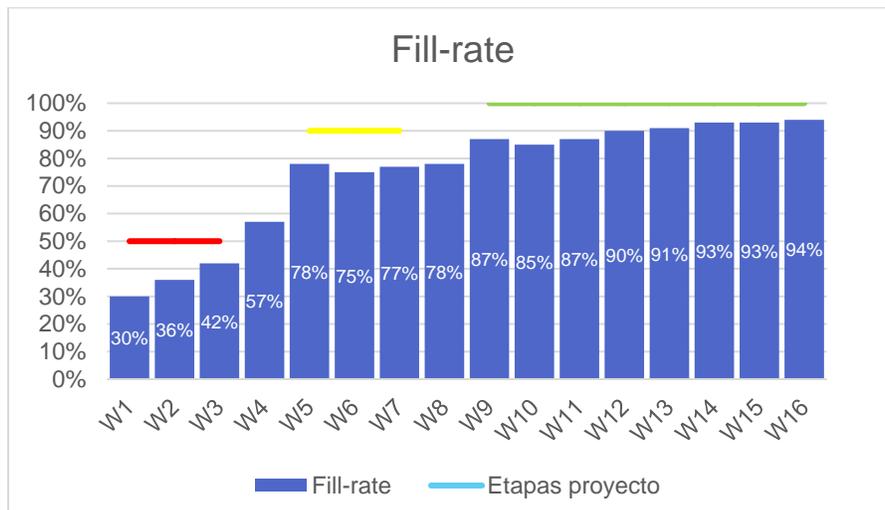
A partir de la semana cuatro hasta la semana ocho, se realizó el control de entradas y salidas, la aplicación del inventario ABC y la capacitación de los colaboradores involucrados (se encuentra marcado en las gráficas en color amarillo)

Por último, es posible observar en verde la etapa de monitoreo dentro del proyecto.



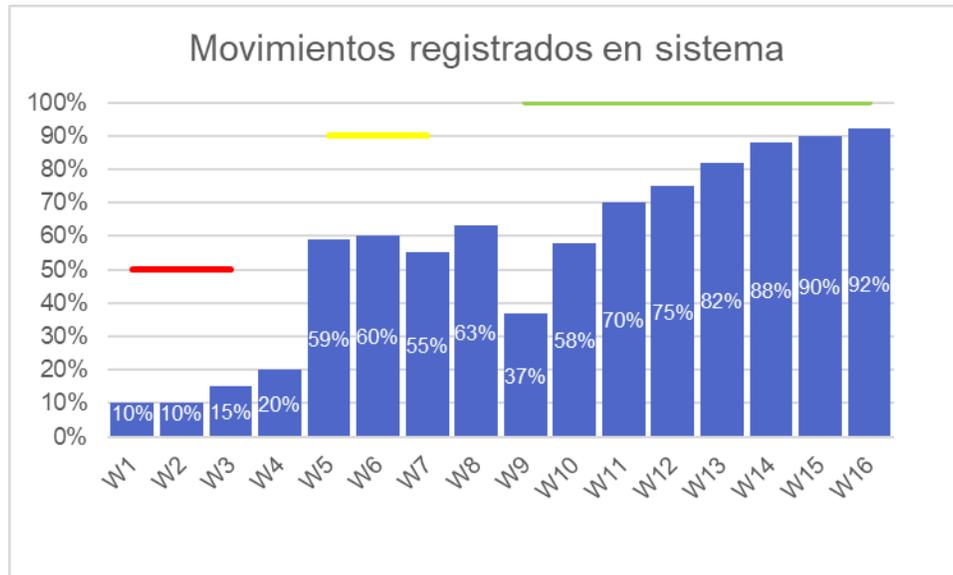
**Imagen 25.** Elaboración propia. (2021). Muestra el cambio en las confiabilidades en el inventario de materias primas a lo largo del proyecto. Obtenido de: Elaboración propia.

En la gráfica del fill-rate es posible observar su relación con el comportamiento de la confiabilidad del inventario y el impacto generado por la misma.



**Imagen 26.** Elaboración propia. (2021). Muestra el cambio en el fill-rate en el inventario de materias primas a lo largo del proyecto. Obtenido de: Elaboración propia.

En el caso de los movimientos en sistema es posible observar como los factores externos impactan en los procesos de la empresa, pues alrededor de la semana nueve, fueron intercambiados los responsables del área, lo cual impacto en el registro de la bitácora, provocando una inconsistencia en el seguimiento de los kpi's.



**Imagen 27.** Elaboración propia. (2021). Muestra el cambio en la coincidencia de registro de movimientos en sistema en el inventario de materias primas a lo largo del proyecto. Obtenido de: Elaboración propia.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

A través de la aplicación del proyecto, es posible concluir que todas las áreas dentro de una empresa juegan un papel vital dentro de la misma y cada una tiene su importancia, por lo que el control y seguimiento debe encontrarse en todas.

Al recordar nuestros objetivos específicos establecidos al inicio del proyecto es posible decir que se cumplieron con dos de ellos

- Reducir el paro de líneas en un 98% (No más de un paro de línea cada dos meses), los cuales dejaron de presentarse a partir de la semana número 10 del proyecto.
- Asegurar una confiabilidad de inventario al menos del 95% (estándar internacional), el cuál también lograr cumplirse a partir de la semana número 11 del proyecto, logrando llegar a mantener una confiabilidad promedio mensual de 96.75% en las últimas cuatro semanas.

El último de los objetivos era:

- Proveer a la empresa de una gestión total de su inventario para el final del proyecto.

El cuál no fue cumplido en un 100% debido a la creación de dos espacios extra para el almacenaje de productos como estampas, cartones y empaques que en su momento no existían y para las cuales al final del proyecto no se encontraba establecido en su totalidad el control del inventario.

En cuanto al objetivo general del proyecto el cual fue *“Proponer y ejecutar una estrategia de gestión de inventarios dentro del área de materias primas que permita a la empresa continuar con su labor sin reportar fallas por motivo de suministro.”* Es posible concluir que fue cumplido en su totalidad ya que a través del análisis y la ejecución de las mejoras fue posible no sólo controlar el inventario sino también evitar los paros de línea prácticamente en su totalidad.

Otra parte importante de resaltar es que acciones pequeñas pueden tener un gran impacto en problemáticas mayores con la detección y el análisis adecuado.

### Recomendaciones

Como recomendaciones es importante realizar el seguimiento a las nuevas reglas instauradas dentro del proceso para evitar volver a realizar las malas prácticas encontradas al inicio del proyecto, así como realizar la documentación correspondiente al nuevo proceso y hacer énfasis en la capacitación al personal para que cada uno reconozca la importancia de llevar a cabo el registro de los movimientos de la mercancía, sin importar si se trata de un colaborador con experiencia o nuevo dentro del almacén, esto último derivado de la alta rotación de los colaboradores.

# Bibliografía

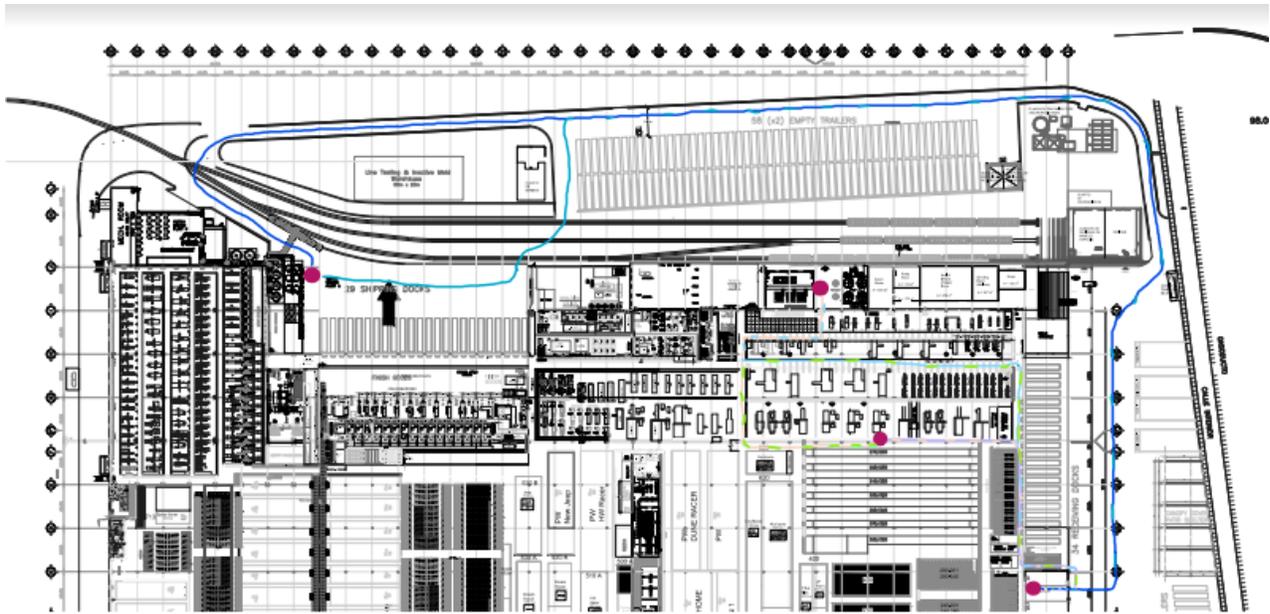
1. Daniel Eliseo Zetina Islas, María del Socorro Cruz Rivera y C. Iridian Divani Reyes Flores. (2020). Análisis de la participación de la industria del juguete mexicano en el mercado internacional. El buzón de Pacioli, Año XX, No. 115., 5-10.  
<https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/SiteAssets/Paginas/pacioli/Pacioli-115-eBook.pdf>
2. INEGI. (2020). Banco de información económica BIE. Recuperado 31 de marzo 2022, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&ind=682132>
3. Pulido, H. G., Salazar, R., & de la Vara Salazar, R. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma. McGraw-Hill Educación. pp. 426-431
4. Zapata Carlos Mario y Sandra Milena Villegas. Reglas de consistencia entre modelos de requisitos de un método, Medellín-Colombia, Universidad EAFIT, 2006, pp. 40-59.  
<redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/215/21514104.pdf>
5. Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (12.a ed.). Mc Graw Hill, pp.18-20.
6. Romero, E., & Díaz, J. (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. RLEE (México, XL (1), 127–142. <https://rlee.iberu.mx/index.php/rlee/article/view/344/954>
7. Manzano Ramírez, M., & Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing: implantación 5S. 3C Tecnología Glosas de innovación aplicadas a la pyme, 5(4), 16–26.  
<https://doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>
8. Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación (Vol. 1). Fundación EOI. Pp. 36-42
9. Baca Urbina, G., Cruz Valderrama, M., Cristóbal Vázquez, I. M. A., Baca Cruz, G., & Gutiérrez Matus, J. C. (2012). Introducción a la Ingeniería Industrial (2.a ed.). Grupo Editorial Patria., Pp. 166-170
10. Pérez, J. A. (2010). Gestión por procesos. MADRID: ESIC. Pp.71-82
11. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2013) Manual para el Diseño y la Construcción de Indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México. México, DF: CONEVAL
12. Olivos, S., & Penagos, J. (2013). Modelo de Gestión de Inventarios: Conteo Cíclico por Análisis ABC. NGENIARE, Universidad Libre-Barranquilla, Año 8(No. 14), 107–111.  
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/617/479>
13. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Conociendo la Industria del Juguete. Recuperado 20 marzo 2022 de:  
[https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825193959.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825193959.pdf)
14. Cruz Guzmán Rodrigo (2020). Industria del juguete, negocio. MUNDO EJECUTIVO. México, Año 8, 78 -82 <https://amiju.org.mx/wp-content/uploads/2020/04/Mundo-ejecutivo.pdf>
15. Daniel Eliseo Zetina Islas, María del Socorro Cruz Rivera y C. Iridian Divani Reyes Flores. (2020). Análisis de la participación de la industria del juguete mexicano en el mercado internacional. El buzón de Pacioli, Año XX, No. 115., 5-10.  
<https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/SiteAssets/Paginas/pacioli/Pacioli-115-eBook.pdf>
16. INEGI. (2020). Banco de información económica BIE. Recuperado 31 de marzo 2022, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0&ind=682132>

# Anexo 1. Estudio de tiempos y diagrama de espaguetti

ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento:	Sección:	Estudio núm.: 1
Subcon:		Hoja: 1
Operación:	Estudio de métodos núm.:	
Carga de KIT	1	Término:
Instalación/máquina:	Núm. :	Comienzo:
		Tiempo transc.:
Herramientas y calibradores:		Operario:
		Ormar
Producto/pieza:	Núm:	Observado por: Lety
	Material:	Fecha: 02/02/2022
Plano núm:	Condiciones de trabajo:	Revisado por:
Calidad:		

Nº	Descripción	T. E	T. B	V.	T. B	Tipo de movimiento							
						○	◻	◻	◻	◻	◻		
1	Trasladarse hacia 110-017	20.37	20.37				*						
2	Bajar xytec	12.5	32.87				*						
3	Apilar xytec	10.88	43.75				*						
4	Dejar xytec	9.28	53.03				*						
5	Trasladarse hacia 110-007	8.43	61.46				*						
6	Suma cantidad de resina	26.04	87.5								*		
7	Posiciona xytec	26.97	114.47				*						
8	Carga xytec	8.99	123.46				*						
9	Mueve a pasillo	11.76	135.23					*					
10	Trasladarse hacia 110-007	14.57	149.79				*						
11	Toma xytec	7.69	157.48				*						
12	Bajar xytec	9.35	166.83				*						
13	Trasladarse hacia 110-007	13.39	180.22				*						
14	Toma xytec	8.5	188.72				*						
15	Posiciona xytec	5.24	193.96				*						
16	Lleva xytec a pasillo	13.55	207.51				*						
17	Trasladarse a 110-007	12.36	219.87				*						
18	Toma xytec	9.44	229.31				*						
19	Bajar xytec	6.02	235.33				*						
20	Lleva xytec a pasillo	6.15	241.48				*						
21	Trasladarse a 110-007	5.77	247.25				*						
22	Toma xytec	4.68	251.93				*						
23	Lleva xytec a pasillo	13.63	265.56				*						
24	Trasladarse a 110-007	21.25	286.81				*						
25	Toma xytec	8.43	295.24				*						
26	Bajar xytec	6.85	302.09				*						
27	Lleva xytec a pasillo	9.75	311.84				*						
28	Revisión pesos/suma calculadora	9.49	321.33								*		
29	Llena bitacora	23.67	345				*						
30	Revisión pesos/suma calculadora	16.66	361.66								*		
31	Llena bitacora	44.99	406.65				*						
32	Enciende y sube a montacargas	28.32	434.97				*						
33	Toma xytec	12.96	447.93				*						
34	Bajar xytec	4.68	452.61				*						
35	Lleva xytec a plataforma	52.49	505.1				*						
36	Bajar xytec	12.45	517.55				*						
37	Sube xytec a plataforma	6.49	524.04				*						
38	Bajar cuchillas	5.62	529.66				*						
39	Toma xytec	26.55	556.21				*						





- Puntos de reunión
- Ruta 1 - 110 a planta C 796.2m
- Ruta 2 - 110 a planta C 733.4m
- Ruta 3 - 110 a 406 181.3m
- Ruta 4 - 110 a 406 379.7m
- Ruta 5 - 110 a planta B 355.9m
- Ruta 6 - 110 a planta B 352.8m