



UNIVERSIDAD DE MONTERREY
ESCUELA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

Proyecto de Evaluación Final
Reducción y Control de Inventario en Proceso

Dr. Bernardo Villarreal Celestino

Ruth Alejandra Garza Rodríguez 343284

Elisa Liliana Villarreal Sánchez 340455

San Pedro Garza García, Nuevo León

20 de noviembre del 2019

Prólogo

Una característica importante de la actual competencia entre negocios es el concepto de Agilidad del negocio. Ésta es clave para determinar el nivel de éxito de una firma y se ha vuelto cada vez más importante al tener un mercado más exigente que ha originado un ambiente más dinámico y volátil. Este ambiente caracterizado por cambio e incertidumbre para las organizaciones manufactureras y sus respectivas cadenas de suministro también lo enfrentan empresas en otros sectores de la economía.

La agilidad de una organización está en función de su tiempo de respuesta para satisfacer su mercado objetivo. A medida que este tiempo se reduzca el nivel de agilidad de la organización aumenta. Uno de los elementos claves del tiempo de respuesta es el tiempo de respuesta de manufactura o producción. En particular, para la empresa en cuestión en este trabajo. El tiempo estimado es considerado alto originando niveles de inventario en proceso importantes. La firma de interés es Coflex, S.A. de C.V., productora de mangueras y conectores industriales. La estrategia de producción es de manufacturar para almacenar. Los inventarios de producto terminado se administran mediante un sistema de punto de reorden. A partir de los disparos realizados por este sistema, el flujo de producto a lo largo del resto del proceso se ordena mediante sistemas KANBAN. La metodología utilizada para resolver la problemática de la empresa se fundamentó con herramientas y esquemas del pensamiento esbelto. Inicialmente, la visión general de la operación se expone mediante un mapa de flujo de valor que describe el desempeño de cada parte del proceso. Principalmente, aquellas operaciones en las que se identifican altos niveles de inventario en proceso; trenzado, inyección y empaque entre otros. Un análisis detallado de los parámetros vitales usados para determinar la cantidad de Kanbans identificó importantes diferencias con los valores reales. En especial, los utilizados presentaban valores mayores a los reales, originando altos niveles de inventario. La estrategia diseñada para cumplir el objetivo del proyecto contempló la actualización de los valores de los parámetros para el cálculo de la cantidad de Kanbans. La implementación de la actualización de los parámetros está todavía en proceso estimándose terminar durante el inicio del año 2020. Los resultados a la fecha han sido satisfactorios y el cliente ha mostrado satisfacción por los mismos.

Atentamente,

Dr. Bernardo Villarreal C.

19 de Noviembre del 2019

Índice

Prólogo	1
Índice	3
Capítulo 1. Introducción al proyecto	8
Título	9
Información de la empresa	9
Descripción del proceso	10
Objetivo General	16
Objetivos Particulares	16
Alcance	16
Capítulo 2. Marco teórico	18
Marco teórico	19
Metodología	20
Análisis Actual	21
Procesos dentro de planta	22
Capítulo 3. Diagnóstico	26
Medición de Datos	27
Value Stream Map	27
SIPOC	31
Área de oportunidad en Trenzado	37
Área de oportunidad Ensamble	38
Área de oportunidad Planta 2	39
Causas Raíz	39
Causa raíz #1	39
Causa raíz #2	40
Resumen de objetivos	40
Mejoras colaterales	41
Capítulo 4. Soluciones elegidas al problema	43
Lluvia de ideas	44
Descarte de soluciones	48
Soluciones elegidas	50
Soluciones a Causa Raíz #1	50
Kanban Trenzado	50
Kanban Ensamble	55
Kanban Empaque	58
Soluciones a Causa Raíz #2	63
Orden de Trabajo Trenzado	63

Mejoras colaterales de soluciones	66
Capítulo 5. Proceso de implementación de soluciones	68
Matriz de implementación	69
Control de soluciones	69
Forma de implementación	71
Resumen de soluciones al objetivo	72
Capítulo 6. Implementación de Soluciones	77
Implementación en Trenzado	78
Implementación Ensamble	79
Capítulo 7. Proceso de control de soluciones	80
Capítulo 8. Conclusión y recomendaciones	95
Referencias bibliográficas	97

Capítulo 1.

Introducción al proyecto

Título

“Reducción y control del inventario en proceso”

Información de la empresa

Coflex, es una empresa mexicana que inició en 1989 fabricando conectores flexibles para agua reemplazando las tradicionales conexiones de cobre. Hoy en día son el fabricante más grandes de conectores flexibles con años de experiencia sirviendo al mercado mexicano y con exportaciones a más de 20 países en América. Tiene más de 800 empleados en oficinas en México y Latinoamérica

Se dedica al diseño, producción e innovación de productos de plomería. La principal cartera de productos de Coflex, son las mangueras flexibles de agua, conectores para agua y gas, coladeras, aireadores así como cintas selladoras, llaves de agua y grifos. Todos los productos mencionados se fabrican en una misma planta de producción ubicada en Monterrey. Esta planta se divide en dos partes para así poder satisfacer a sus clientes con sus distintos productos. A través de los años ha recibido distintos premios como lo son el Premio Nuevo León a la Calidad, Empresa Incluyente, Proveedor del año de “The Home Depot”, entre otros.

(Coflex, 2018)

Ejemplos de los productos se muestran a continuación:



Figura 1. Conectores Flexibles Coflex



Figura 2. Coladera cuadrada

La planta, está dividida en dos partes, Planta 1 y Planta 2. Dentro de la planta 1, se hacen los conectores flexibles en trenzado, donde se le da un recubrimiento a las mangueras

vírgenes y en ensamble, donde las mangueras se une con sus complementos. Dentro de la Planta 2, se hace la inyección de plásticos y se hace el empaque de los productos que se tienen.

Entre las dos plantas se tienen distribuidas las siguientes áreas:

1. Ensamble
2. Empaque
3. Trenzado
4. Inyección
5. Traslado

Descripción del proceso

Dentro de la Planta 1 se tiene el almacén de materia prima mientras que en la Planta se tiene el almacén de producto terminado. El proyecto tiene un enfoque principal en la Planta 1, por la necesidad que se presenta más adelante, donde primeramente se tiene el área de trenzado, dentro de este proceso, las mangueras vírgenes son recubiertas con vinilo y esta área trabaja mediante un sistema de Kanban, donde se tienen que rellenar los carriles establecidos con nuevos carretes para de esa manera cumplir con su demanda de acuerdo a su capacidad. Seguido de este proceso, se tiene el área de corte, donde reciben por parte de ensamble, proceso más adelante en el flujo, la cantidad de mangueras cortadas que se necesitan.

Así mismo, las órdenes de trabajo que se reciben en ensamble, son las mismas que se disparan mediante las órdenes de compra de los clientes, éstas son recibidas en una de las 20 líneas que se tienen en ensamble, de esta manera, los líderes de línea notifican a corte para que haga la cantidad de mangueras necesarias con las medidas establecidas. Posteriormente, la manguera recibida de corte, tuercas recibidas de almacén de materia prima, espigas y empaques que se reciben de un área llamada “expendio” que es el sub-ensamble de componentes previos al ensamble, donde de igual manera que trenzado, trabajan en base a un kanban para satisfacer la demanda y finalmente se ensamblan los componentes recuperados de los procesos previos, para, finalmente, ser verificados por el departamento de calidad y ser trasladados a producto terminado.

Para comprender mejor, los conectores flexibles a grandes rasgos pasan por el siguiente proceso:

Primero una manguera vírgen es recubierta con vinilo para aumentar su resistencia y durabilidad, después, es cortada dependiendo de las especificaciones y los tamaños requeridos. En el área de subensamble, pequeñas piezas y complementos cómo lo son las espigas y los empaques son unidos para después pasar a ensamble, donde se unen las diferentes piezas recuperadas para llegar al producto final. En las líneas de ensamble, se terminan de unir las piezas, se registran los productos, se empaacan en cajas y al final por tarimas donde cuando la tarima está montada con la cantidad establecida de cajas, es registrada y pasada al almacén de producto terminado.

Durante todo este proceso, los materiales, componentes, materia prima y producto terminado están siendo registrados y actualizados en tiempo real en la herramienta “GP” donde se pueden buscar los distintos códigos y saber en dónde están ubicados y en qué cantidad. Esta herramienta es sumamente importante para el monitoreo y desarrollo de nuestro proyecto.

El principal proceso de coflex, previo a las órdenes de trabajo, es el área de MRP, es decir la planeación de requerimientos de materiales. Coflex trabaja mediante dos esquemas de producción los cuales son los siguientes:

1. Reposición de inventario: dentro del almacén de producto terminado se tienen mínimos y máximos de inventarios de cada uno de los productos disponibles y se resta el producto cuando se registra un pedido. En este esquema, se produce para llenar los inventarios, es decir, regresarlos a su nivel máximo en temporadas altas de ventas y a su nivel ideal en temporadas promedio. Esto se hace con la mayoría de los productos que se venden de manera nacional.
2. Lote por lote: este esquema se hace con los productos que piden los clientes de manera personalizada, para esto necesitan ciertas medidas establecidas por el cliente de los conectores necesarios, por ende, estos no se producen para almacenar se producen solamente cuando los pide el cliente, que normalmente son de

Latinoamérica con un tiempo de entrega de 5 días y los productos se venden de manera industrial. También manejan este término cómo *make to order*.

La manera en la que Coflex secciona sus productos son con base a su tipo de mercado y su familia, así mismo a su prioridad de venta, para esto, se tienen los A, B y C, siendo categoría A los que más ventas tienen, mientras que los C son los que menos movimiento tienen. Dentro de las familias, se tienen doce, las cuales engloban los productos de Coflex, las cuales son las siguientes:

1. Conectores y llaves para control de agua
2. Productos para gas
3. Lavabo y fregadero
4. Sanitario
5. Coladeras y sistemas para planta
6. Válvulas de agua y accesorios para tubería
7. Filtración para agua
8. Regaderas
9. Grifería
10. Ductos para extracción de aire
11. Destapacaños
12. Usos varios

Coflex cuenta con cuatro mercados diferentes, los cuales son los siguientes:

1. Nacional: que se maneja a manera de reposición de inventario basado en mínimos y máximos de inventario por producto. Al 98% de los clientes nacionales se les debe de entregar su producto en menos de 48 horas.
2. Latinoamérica: es un mercado al cual se le surte de manera híbrida, tanto como reposición de inventario, así como a *make to order*. Así mismo, se tiene un tiempo de entrega de 5 días.
3. OEM: son clientes que necesitan productos industriales y también se maneja bajo la mecánica de *make to order*, con entregas programadas.

4. Home Depot: para cumplir con la demanda de este mercado, se trabaja bajo la mecánica de *make to stock*, donde se tiene un tiempo de respuesta de 10 días.

En los mercados que se trabaja bajo la mecánica de reposición, se tienen establecidos los mínimos y máximos de inventario y los puntos de reorden para de esta manera poder cumplir con su demanda, sus máximos de inventario, en la mayoría de los productos, es equivalente a 15 días de ventas aproximados, estos datos son recuperados del pronóstico, el cual se actualiza al año, pero si durante un mes se tienen “picos” en las ventas se modifica por mes.

Después de haber realizado un análisis de las situaciones de la organización, se detectó que se tiene una gran área de oportunidad en el inventario en proceso o también conocido como WIP por sus siglas en inglés (*work in progress*). Se identificó que se tiene material estacionado dentro de cada una de las áreas en las dos plantas y se identificó que este mismo lleva tiempo sin ser usado por lo que representa un costo significativo para la empresa.

Dentro de las actividades del personal de producción no se tenía el registrar el inventario en proceso diariamente, solo se tenían registros de algunos días, por esta razón, se comenzó recolectando esta información mediante un sistema donde se tienen identificados los materiales, cantidades y costos en cada una de las áreas. Estos reportes despliegan información valiosa como el código de componente, ubicación, descripción del componente, cantidad en existencias y el costo individual de los componentes. Gracias a estos reportes se pudo cuantificar de mejor manera cómo es que el WIP representa una cantidad significativa en cada una de las áreas mencionadas anteriormente. El reporte diario se clasifica en día de la semana y turno en el que se registró.

A continuación se presentan los datos que se recuperaron durante el proceso previo al proyecto para obtener el inventario en proceso dentro del mes de julio, se presentan a continuación:

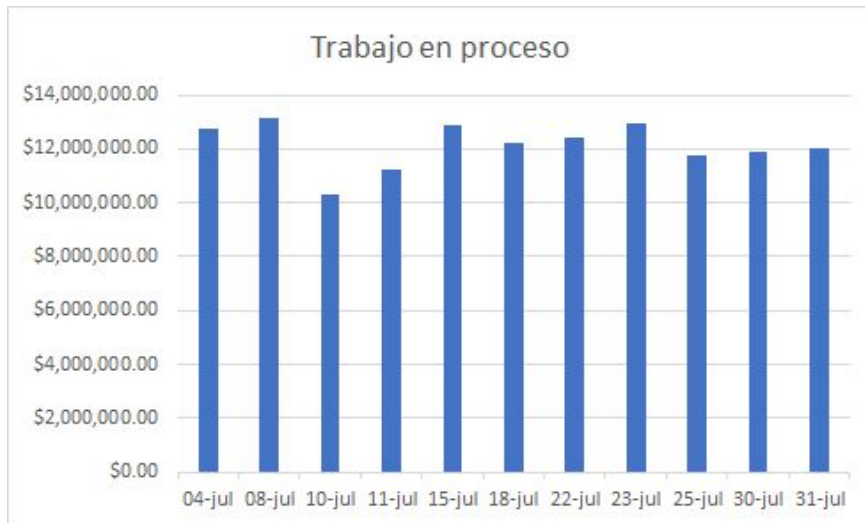


Figura 3. Costo de Inventario en Proceso por día de julio

En base al gráfico 1 observado, se presenta de manera gráfica la necesidad encontrada, lo cual se plasma en pesos mexicanos. Dentro de los procesos anteriormente mencionados, se obtiene un WIP de más de 10 millones, de los cuales el 55% del total se encuentra solamente en la planta 1.



Figura 4. Costo de Inventario en Proceso por Ubicación

ALMP P2	\$ 1,538,278.19	14%
EMPAQUE	\$ 1,433,275.90	13%
ENSAMBLE	\$ 2,766,158.46	25%
INYECCION	\$ 1,431,894.51	13%
SE	\$ 1,007,510.67	9%
TRASLADO	\$ 257,836.42	2%
TRENZADO	\$ 2,813,563.83	25%
Total	\$11,248,517.97	

Figura 5. Costo de Inventario en Proceso por Ubicación con porcentajes

Observando este problema de enfoque, en el gráfico 2, se muestran las ubicaciones con su representación monetaria. Con lo mencionado anteriormente respecto al porcentaje tan alto en la planta 1, este será el enfoque del proyecto, de igual manera, se establecerá un plan de control no solo para las áreas de enfoque sino también para todas las ubicaciones de la empresa.

Como se observa en la tabla 1, el total de entre las 5 áreas más importantes más las 2 áreas que se mencionan más adelante de ambas plantas, es cerca de los 11.3 millones de pesos mexicanos, teniendo, como ya se mencionó, un 52% de este total en solo la planta 1 lo que equivale a cerca de 6 millones de pesos mexicanos.

Para resolver esta problemática encontrada y presentada , se establecen objetivos como lo son general y particulares, en el caso de esta necesidad, el objetivo general se establece y se apoya mediante los particulares, que, como se observó en el gráfico 2 y en la tabla 1, son en relación a las áreas con el mayor porcentaje de WIP, las cuales son trenzado y ensamble, ambas en la planta 1. Así mismo, es importante mencionar las áreas dentro de la tabla 1, ya que, no solamente son las 5 áreas presentadas, sino que también el área denominada como ALMP-P2 es producto en proceso que se tiene dentro de un almacén para evitar este costo, pero, a final de cuentas, este producto ya solo necesita de ser empaquetado, por lo que no se puede considerar como materia prima.

Por otra parte, se tiene el área de “sin etiqueta” que es un conector que se sale de la producción de la planta 1, para ser terminado en la planta 2, actualmente se considera como

parte del almacén pero es un producto que debe ser localizado en empaque, por lo que se incluye en el inventario en proceso a analizar.

Cabe recalcar que este objetivo es disminuir el porcentaje del total de WIP actual con ayuda de la reducción en las áreas con mayor inventario en proceso.

Objetivo General

- Reducir un 19% del total de inventario en proceso.

Objetivos Particulares

- Reducir 33% en planta 1.
- Reducir 16% en planta 2.

Alcance

Como resultado del análisis, diseño e implementación del proyecto, a la empresa se les entregará la intervención por parte del equipo en cuanto a la reducción, el control y la mejora del inventario en proceso, WIP por sus siglas en inglés, de acuerdo con la necesidad encontrada y mencionada anteriormente.

Se busca que después de haber hecho la intervención de tres fases, análisis, diseño e implementación, no solamente disminuya el WIP, si no que se encuentre la manera en la cual se pueda mantener en sus niveles adecuados mediante un sistema de control que lo facilite.

Así mismo, dentro de sus niveles adecuados se necesita de un estudio es cual se entregará a la empresa para presentar los fundamentos claves del estudio que se realice, con la intención de seguir el control del WIP en sus diferentes ubicaciones.

También se espera que los niveles de WIP estén bien definidos y establecidos tanto en dinero y unidades, como ya se tiene actualmente y también en días, para poder visualizar de mejor manera la cantidad de producto en proceso que se tiene almacenado de manera que sea relacionado de una manera más fácil el WIP con la demanda y la producción, ya que se busca que se relacionen las piezas en trabajo con los productos finales para así identificar de manera más específica cuánto se debe de tener en inventario en proceso por cada área.

De igual manera, como se observa en los objetivos, se espera reducir el porcentaje de inventario en proceso del total, mediante la ayuda esencial de disminución de WIP en las ubicaciones de planta 1, de igual manera, se espera que se reduzca el inventario en proceso de la planta 2 mediante el plan de control.

Capítulo 2.
Marco teórico

Marco teórico

Para este proyecto se trabajará en una planta de producción donde se quiere disminuir la cantidad de trabajo en proceso, que es parte del inventario y que involucra que una cantidad de dinero está estacionada dentro de la planta.

El trabajo en proceso, también conocido como WIP, por sus siglas en inglés por work in progress es el producto o inventario que puede estar en ciertas fases en toda la planta, este puede ser desde materia prima hasta producto terminado. (Plenert, 2010)

Como se mencionó anteriormente, el WIP en la planta donde se va a trabajar, equivale a una cantidad significativa de dinero que no está siendo utilizada, así mismo, al no utilizar lo que ya se tiene de producto, se está produciendo más por lo que el WIP sigue aumentando. En otras palabras, producen sin terminar de consumir lo que se tiene.

El inventario en proceso entra dentro del rubro de capital de trabajo, donde también entran factores como lo son las inversiones, cuentas por pagar, cuentas por cobrar, así como el inventario, que en este caso es el WIP. Por ser un capital de trabajo, las empresas buscan que el WIP sea el menor posible pero muchas veces esto no es posible por distintos factores como lo son los niveles de producción, entregas de proveedores, demanda de productos, entre otros factores.

Es sumamente importante que se tenga una buena gestión de inventarios donde se considere el trabajo en proceso para así agilizar la productividad y al mismo tiempo no se tengan bienes retenidos dentro de la planta.

Según Sagner (2014), se deben de medir métricas para poder controlar de una mejor manera este inventario, algunas de éstas son:

- Errores en entregas de los proveedores.
- Días de materia prima y WIP.
- Inventario dañando en movimiento.
- Tiempo de maquinaria parada.

En cuánto, específicamente, al trabajo en proceso o WIP, este hace que se tenga una rigidez en la planta así como también disminuye la flexibilidad de la planta, lo que hace que no pueda cambiar fácilmente sus rutinas de trabajo.

Para evitar ciclos largos de WIP, como de inventario, se recomienda que se tenga una gestión dentro de la cadena de suministro y para poder implementar esta última de mejor manera se deben de considerar los siguientes puntos (Sagner, 2014):

- Implementar una cadena de suministro flexible donde se pueda alcanzar la demanda de manera eficiente.
- Buscar la manera de mejorar los tiempos de ciclo así como la satisfacción del cliente.
- Tener una infraestructura para poder producir por los próximos años cumpliendo la demanda pronosticada.

Metodología

Para este proyecto se utilizarán 2 metodologías con la intención medir, analizar, mejorar y controlar, en este caso se utilizará la metodología Lean para encontrar las soluciones y por el lado de Teoría de restricciones se utilizará para la parte de implementación la cual incluye la mejora de procesos así como la parte de control de estos.

Según George (2010) la metodología Lean es utilizada cuando existe una situación retadora en la cual no se tiene bien definido cuál será la solución, cuando las causas del problema no son claras y cuando se necesita más de una solución para poder llevar a cabo el proyecto de manera correcta. Por eso es que creemos que la metodología Lean es la más adecuada para nuestro proyecto de evaluación final.

La metodología está dividida en fases y pasos lo cual facilitan la implementación de la misma así como ayudan a el cumplimiento de los objetivos.

Las fases son las siguientes:

1. *Definición de proceso y selección de proyecto.* En este paso, se identifica el proceso, las áreas de oportunidad y también se determinan los objetivos y se delimita el alcance de los mismos. Además se identifican todas las herramientas que se utilizarán así como también las técnicas. Se hace el mapeo de los procesos, así como también un diagrama de SIPOC para identificar actividades claves así como también los responsables.
2. *Medición de procesos:* Se deben de medir todos los procesos pertinentes sin ninguna modificación, así como los objetivos usando herramientas como lo son el diagrama de

Pareto, histogramas, estadística, análisis de ANOVA entre otros elementos que puedan ser útiles para demostrar el rendimiento de los procesos.

3. *Análisis de datos*: Todos aquellos datos, mediciones, así como la información obtenida de las herramientas, así como el uso de herramientas nuevas como el diagrama de Ishikawa, diagramas de dispersión, entre otros herramientas estadísticas.
4. *Mejora de procesos*: Es la fase en la cual se diseñan las soluciones así como también se hacen diseño de experimentos en los cuales se comprueban que las soluciones sean efectivas. Además se hace el análisis de modo efecto y falla como también los riesgos y prioridades que hay que considerar dentro de las soluciones.
5. *Control y mantenimiento*: durante esta fase se hacen todos los procedimientos, lineamientos, formatos, así como protocolos para asegurar que las soluciones se mantengan así como los resultados sobre los objetivos. Se deben de tener todos los elementos y herramientas para asegurar que los resultados y las soluciones se mantengan.

(Taghizadegan, 2010).

Análisis Actual

Durante la etapa de análisis, se revisaron aspectos relacionados al incremento del inventario en proceso, por lo que, estos aspectos revisados son herramientas que nos ayudaron a complementar, así como encontrar las causas raíz de la necesidad presentada anteriormente.

Las herramientas utilizadas fueron las siguientes:

- *Value Stream Map*: ayudó a entender el lead time de las plantas, con la intención de encontrar las áreas de oportunidad más importantes en relación al tiempo que se tardan los procesos para entregar un producto.
- *Comparación de demandas tanto de los componentes como de los productos*, esto fue recuperado de los archivos de pronóstico de ventas, así como de las órdenes de trabajo que son entregadas diariamente. Esta demanda es de suma importancia al querer encontrar la raíz del problema en el excedente de wip, con la intención de atacar este problema y disminuir el inventario en proceso, esta demanda al ser revisada, se pueden encontrar discrepancias entre lo que se tiene en inventario dentro de la planta

contra lo que en verdad se vende a final de cuentas, es decir, si se tiene un producto que no ha tenido demanda dentro de los últimos 6 meses, puede que no sea necesario tener material retenido dentro de la planta “por si” llega a caer el pedido de este producto, lo mejor es el tener un programa correcto de producción, lo cual se presentará más adelante.

Procesos dentro de planta

Los procesos dentro de las plantas, así como los Value Stream Maps realizados para ambas plantas, ayudaron al proyecto a comprender y tener una perspectiva correcta de la forma de trabajo, así como los tiempos que se establecen dentro de la planta.

Para el proyecto que se presenta, lo importante a revisar en los procesos de las plantas es encontrar el problema principal, es decir, comprender de forma visual en donde se presenta la necesidad del proyecto, ya que, al encontrar los procesos, se observan las capacidades tanto normales como restrictivas, por lo que es un apoyo para identificar los cuellos de botella en el proceso, así como los puntos claves del inventario en proceso que generan el mayor costo dentro de la planta.

Primeramente se tiene la planta 1, la cual se encarga de los conectores flexibles, su proceso es el siguiente:

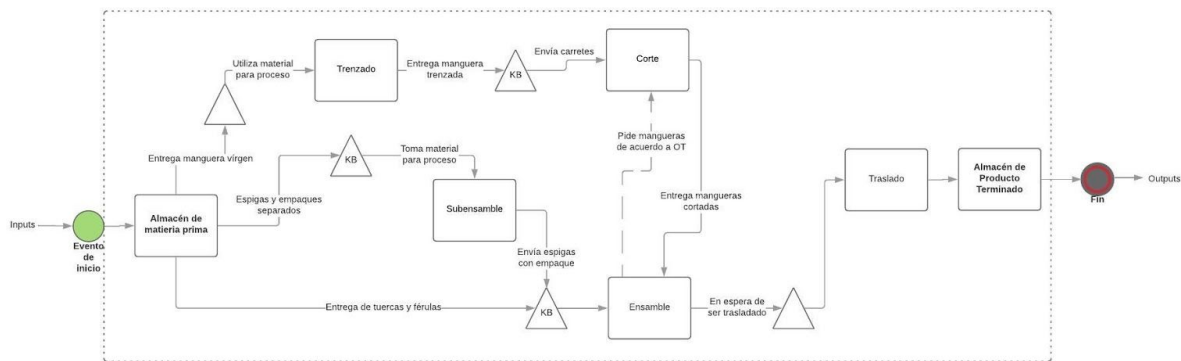


Figura 6. Proceso planta 1

Dentro de la planta 1, como se mencionó anteriormente, se tienen cuatro procesos esenciales para la realización de los conectores flexibles, los cuáles son los siguientes:

- *Trenzado*: se realiza, como su nombre lo dice, el trenzado de las mangueras virgenes, estas son trenzadas en base a las especificaciones requeridas por un kanban, los cuales pueden ser trenzados con alambre, vinilo de diferente color, acero inoxidable, entre otros. Se cuenta con 65 trenzadoras para satisfacer las demandas del kanban establecido. Es importante mencionar que de las 65 trenzadoras solo se utiliza el 62% de la capacidad, es decir solo se utilizan 40 trenzadoras por que no se tiene la necesidad de utilizar todas. Así mismo, el área de trenzado se encarga de entregar el material necesario, en este caso la manguera trenzada en un carrete de aproximadamente 600 mts, por cada tipo de manguera. Esta parte es importante, ya que se trabaja en base a kanbans, cada carrete es un kanban de cerca de 600 mts o depende del flujo que se esté trenzando, mayor flujo de manguera, menor cantidad de metros por carrete. Estos carretes, una vez trenzados, son colocados en carriles con una etiqueta que muestra el tipo de manguera que debe ir en ese lugar. Una vez completado continúan con sus actividades para trenzar un nuevo carrete.
- *Corte*: Este proceso es el que sigue de trenzado, ya que, como lo menciona el nombre se encargan de cortar la manguera trenzada para entregarla a ensamble y que continúen sus procesos. Esta área se encarga de recibir una orden de trabajo de ensamble con las especificaciones, tanto de manguera como de longitud y cantidad que necesitan para más adelante en su turno de trabajo, por lo que corte toma el carrete necesario, lo acomoda en la máquina cortadora y corta el material deseado por ensamble, para después de cortar lo necesario, se entregue a ensamble y se termine el conector flexible.
- *Subensamble*: A pesar de que este proceso no es el siguiente de corte, es el proceso previo a ensamblar el conector flexible, ya que, subensamble se encarga de ensamblar 2 piezas las cuales son la espiga y el empaque, para, una vez que se unen, se puedan entregar ensamblar en las orillas del conector y terminen su producto.
- *Ensamble*: Como se mencionó en los procesos anteriores, este proceso es el que se encarga de recolectar todos los materiales de los procesos para terminar sus productos y ser entregados al almacén de producto terminado. Ensamble se encarga de que la manguera que trenzado completó, así como la orden de trabajo que recibió corte para cortar la manguera deseada, así como las espigas y empaques, sean ensamblados

correctamente para terminar el conector flexible, se empaque, sea revisado por calidad y que se envíe al almacén de producto terminado y pueda ser entregado al cliente.

Por otra parte se tiene la planta 2, la cual se encarga de todos los materiales y productos finales que se integran por plásticos. Su proceso se presenta en la siguiente figura.

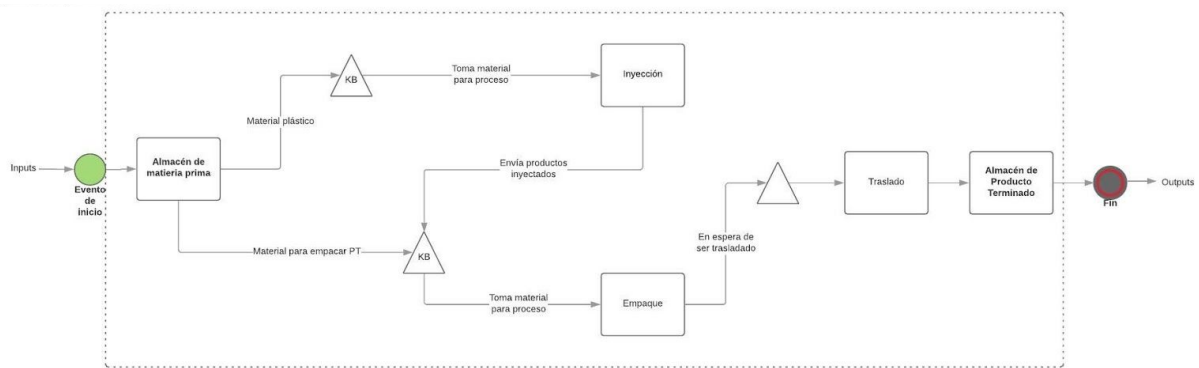


Figura 7. Proceso planta 2

Dentro de esta planta, como se mencionó anteriormente, se realizan los procesos de inyección y ensamble solamente. Cada una de las áreas se componen de lo siguiente:

- *Inyección:* Dentro de este proceso, se realiza el inyectado de productos plásticos como lo son las trampas flexibles, se cuentan con máquinas inyectoras que trabajan diferentes productos a diferentes tiempos. Estos productos, una vez terminados pasan al siguiente proceso en esta planta.
- *Empaque:* Este proceso, como lo menciona su nombre, se encarga de realizar el empaqueo de productos tanto de inyección, como algunos conectores de la planta 1 que llevan más componentes de planta 2, por lo que se terminan en esta planta. Este proceso se encarga de terminar los productos para después ser trasladados al almacén de producto terminado.

Como se puede observar, estos procesos ayudan al entendimiento general de la empresa tanto en su planta 1, donde se realizan conectores flexibles, como en la planta 2, que se realizan tanto la inyección de productos como el empaque de estos mismos.

En el siguiente capítulo, se mostrará a detalle los procesos mencionados, con la intención de dar a entender la forma en que se trabaja no solo en la planta, si no también en el flujo de información.

Capítulo 3.
Diagnóstico

Dentro de este capítulo, se mencionan aspectos como lo son la forma en que se estuvieron midiendo los datos recuperados a partir de los reportes diarios, así mismo, se presentan las herramientas que se utilizaron en el diagnóstico, entre ellas se encuentra el value stream map que será desglosado a fondo.

Medición de Datos

Desde que inició el proyecto, se fueron obteniendo los reportes diarios de cuánto inventario en proceso se tenía debido a que este reporte no es parte de sus actividades diarias y no tenían un historial del mismo. Esto se hizo mediante una descarga de datos en el sistema que ellos utilizan. Este sistema se mueve en tiempo real por lo que los históricos de otros meses no se pueden sacar.

Se registraron datos que van desde los 10 millones hasta los 16 millones. De estos datos, el dato más alto fue de 16.3 millones de pesos, el más bajo de 10.1 millones, mientras que el promedio fue de 11.6 millones y la mediana de 11.3 millones. Los datos obtenidos en julio, agosto y parte de septiembre se encuentran en la siguiente tabla.



Figura 8. Datos de Inventario en proceso

Value Stream Map

El Value Stream Map es una herramienta sumamente útil para poder identificar las áreas de oportunidad que existen y ver cuáles son las restricciones del sistema. El Value

Stream Map se ha utilizado en proyectos para disminuir inventario en proceso. Saraswat, P., Kumar, D., & Kumar Sain, M. (2015).

El VSM tiene tres principales funciones que ayudan a identificar las áreas de oportunidad:

- Actividades que no agregan valor: estas son las actividades o partes del proceso que no agregan al producto final, pero muchas de estas veces no se pueden eliminar porque son necesarias durante el proceso.
- Actividades que agregan valor: Son todas aquellas que son necesarias para la creación de los productos y que no se pueden eliminar.
- Tiempo TAKT: Este tiempo es el resultado del tiempo disponible para trabajar entre la demanda y da como resultado el tiempo que te debes de tardar de hacer por unidad para poder satisfacer la demanda diaria.

Cómo actividad posterior, se recomienda que después de haber elaborado el Value Stream Map de la situación actual se haga el de la situación futura o la deseada.

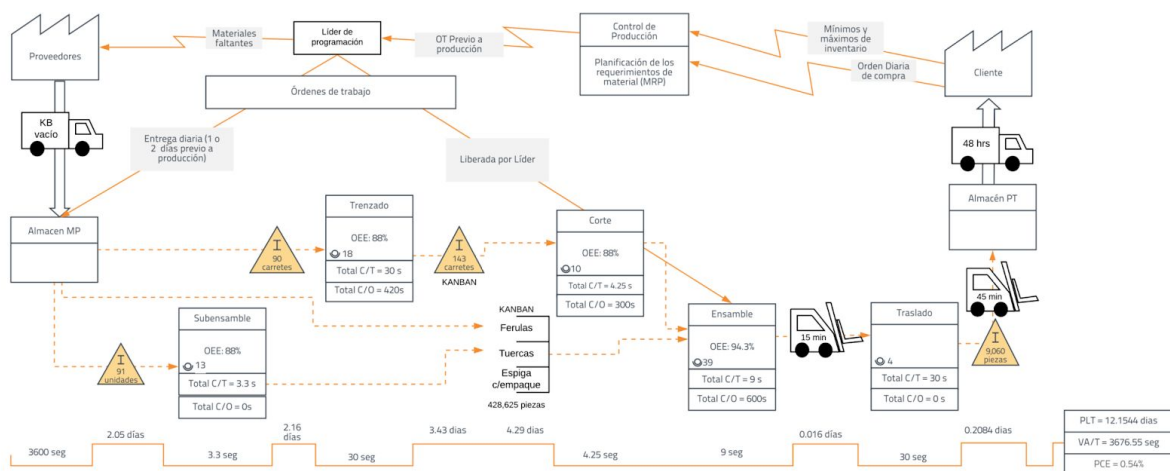


Figura 9. Value Stream Map de Planta 1

Dentro de este diagrama, se puede ver cómo es el proceso de los conectores que existen dentro de la Planta 1, desde el material que llega al almacén de materia prima, hasta que sale como producto terminado y es entregado al cliente final.

La producción comienza cuando los Kanbans que se encuentran en el almacén de materia prima empiezan a entrar a su nivel mínimo y le llega una notificación al proveedor, siempre y cuando sea local, que envíe la cantidad del material que ya está estipulada. Los almacenistas se encargan de tener llenos los Kanbans dentro de un lugar llamado

supermercado donde se tienen los materiales que utilizan todos, o la mayoría de los conectores. Después, los materialistas son los encargados de tomar los materiales dentro del *supermercado*, para posteriormente irlos a entregar a las líneas, que son 20, cada una de ellas tiene una tienda donde son acomodados los materiales y componentes que necesitan dependiendo del tipo de conector que fabriquen normalmente. El proceso de repartición de materiales y componentes que fue anteriormente explicado aplica solamente para las tuercas, espigas, empaques y otros complementos. En el caso de las mangueras, la manera de entregar el material es diferente.

Cada una de las mangueras trenzadas, como ya se mencionó anteriormente, está hecho de manguera virgen y es trenzada con vinil o alambre, dependiendo de las especificaciones del producto. Para cada tipo diferente de manguera trenzada, dependiendo de su demanda y los pronósticos de venta, se tiene un mínimo de Kanbans que debe de estar esperando a que pase a ser cortado y posteriormente trenzado. En estos casos, un kanban equivale a un carrete completo que en promedio es equivalente a 500 metros, dependiendo del grosor de la manguera.

Cuando los encargados de esa área ven que el kanban se está vaciando, mandan a trenzar otro carrete para que esté completo y puedan abastecer la demanda. Cuando ensamble recibe una orden de producción, manda un carro con un letrero a corte, donde viene el tipo de manguera que necesita y la cantidad. Corte, con un tiempo de respuesta muy rápido, teniendo dos segundos por conector, hace la orden y posteriormente la manda a ensamble para que se junten los componentes dependiendo de las especificaciones de los conectores en la orden de trabajo. Una vez ensamblados los conectores, se empaquen y se mandan a almacén de producto terminado, se almacenan en el *rack* correspondiente y se marcan en el sistema como producto terminado, donde posteriormente es mandado a los clientes. Coflex tiene un tiempo de respuesta de menos de 48 horas en el 98% de las veces, siempre y cuando sean clientes locales.

Dentro del Value Stream Map, es importante recalcar los flujos de información y ver cómo es que las indicaciones se dan dentro de la planta y cómo es que se disparan la producción para así ver en este caso cómo es que se genera el inventario en proceso. El sistema consiste en lo siguiente:

Se tienen establecidos inventarios mínimos y máximos de cada uno de los productos que se tienen, estos inventarios fueron establecidos como 15 días de venta y son con base a los pronósticos que se tienen y se cambian cada vez que se ve que la demanda va cambiando. Estos mínimos y máximos son considerados las entradas del sistema. El área de ventas recibe las órdenes de compra y las sube a su sistema llamado GP. Si es que hay suficiente inventario en producto terminado, se descuentan del sistema como producto terminados, se factura la orden de compra y por último se envía el producto al cliente. Al mismo tiempo de que esto pasa, si después de haber descontado los productos terminados, la cantidad es una tarima menor al inventario mínimo, se refleja una orden de trabajo en el GP de tamaño de una tarima como mínimo. Esta orden de trabajo la recibe el planeador de producción y el distribuye las órdenes a las distintas líneas dependiendo del tipo de producto y de la disponibilidad. Posteriormente el líder de programación recibe estas órdenes y verifica que haya la cantidad y tipo de materia prima que se necesita para producir la orden, si no es así, se pide al área de compras que pida la materia prima necesaria y la orden de trabajo se queda estacionada hasta que llegue el material necesario. Si la materia prima necesaria si está en el almacén, la orden de trabajo es liberada y baja a planta de uno a dos días después al área de ensamble. Cuando la orden llega a ensamble, el líder de esta área solicita la cantidad, tamaño y tipo de manguera que se necesita a corte. El área de corte es muy rápida por lo que puede hacer la entrega del material de manera casi inmediata. A diferencia de trenzado, que para poder entregar el material necesario a Corte, se basa en un kanban que consiste en llenar espacios huecos de carretes de manguera trenzada.

Después de que ensamble recibe los carros con el material necesario, empieza a ensamblar los conectores de manera a que el material adicional que necesitan, tuercas, espigas, empaques, entre otros componentes, son suministrados de manera de un Kanban a que siempre haya la cantidad necesaria. Cuando los conectores son terminados, se empaquetan y son pasados a la inspección de calidad. Se almacenan al final de la línea hasta que se llena la tarima, a manera de que cuando la tarima es llenada por completo, se manda al almacén de producto terminado.

En general, este sistema produce para inventariar y llenar sus huecos para así tener suficiente producto terminado para entregar a sus clientes y poder entregar a sus clientes nacionales en menos de 24 horas.

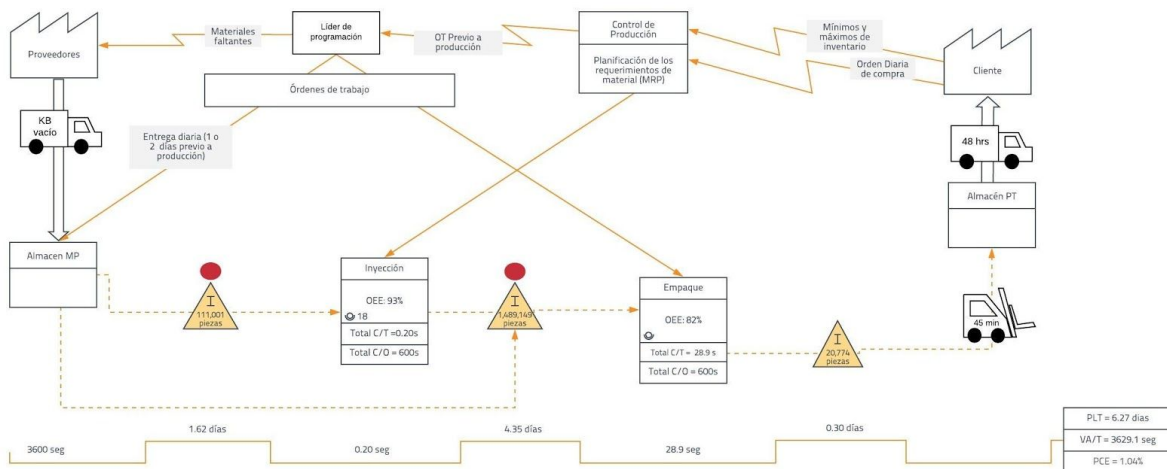


Figura 10. Value Stream Map Planta 2

Como se puede observar, el value stream map de planta 2, es un poco más sencillo en comparación con la planta 1, ya que, solamente se cuenta con 2 procesos lo que hace que el flujo sea de alguna manera más lineal que el proceso pasado.

Dentro del área de información, lo cual es la parte superior del VSM, se puede observar cómo funciona el pedido del cliente para la producción en la planta, pero así como se mencionó en el VSM de la planta 1, funciona de la misma manera, el único cambio dentro de este mismo es la entrega de órdenes de trabajo que son de una manera un poco más distinta.

Estas órdenes de trabajo se mandan directamente a los procesos dentro de la planta, para satisfacer la demanda de manera independiente, por lo que, en inyección se trabaja para una orden de trabajo en ciertos productos y en base a un kanban establecido para el siguiente proceso que es el área de empaque.

SIPOC

El diagrama de procesos a manera de SIPOC con la información detallada se muestra a continuación:

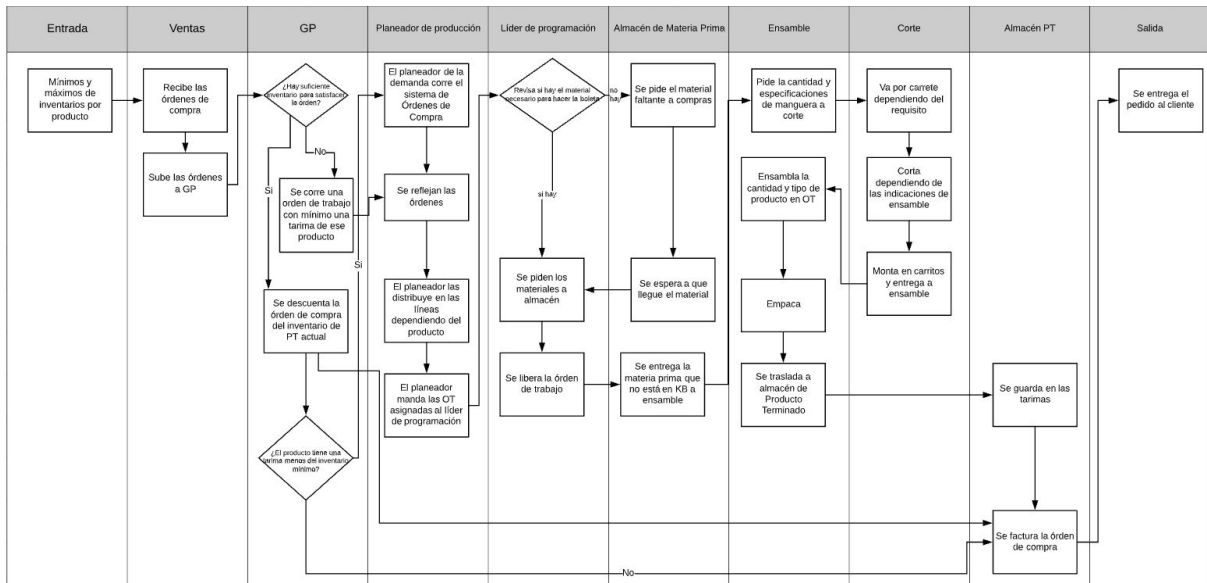


Figura 11. SIPOC

Además se hizo un análisis por medio de gráficas de Pareto de manera en la que se pudiera identificar cuáles son los componentes que más peso tienen dentro de cada una de las áreas. Después de haber elaborado las gráficas, se pudo identificar que la mayoría de las áreas cumplen con la regla del 80-20, es decir que el 80% de los costos del WIP entran dentro del 20% de los tipos de componentes.

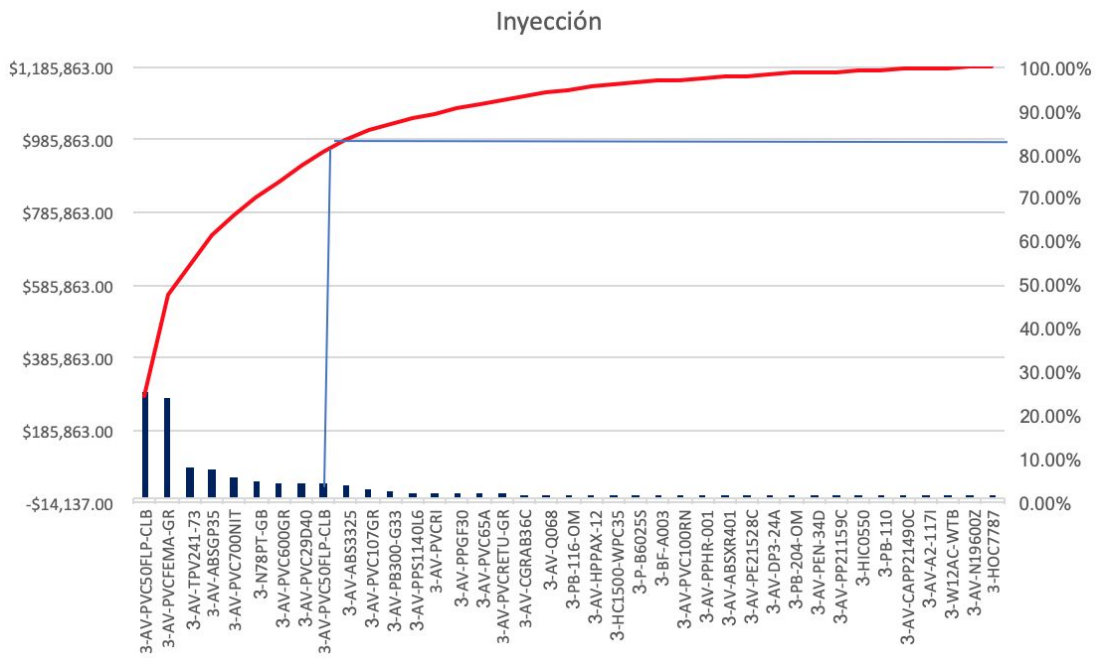


Figura 12. Gráfica de Pareto en Inyección

Dentro de esta área se puede ver que existen 67 componentes en total, donde solamente 9 equivalen al 80% del costo del inventario en proceso, que equivale al 13% de los componentes.

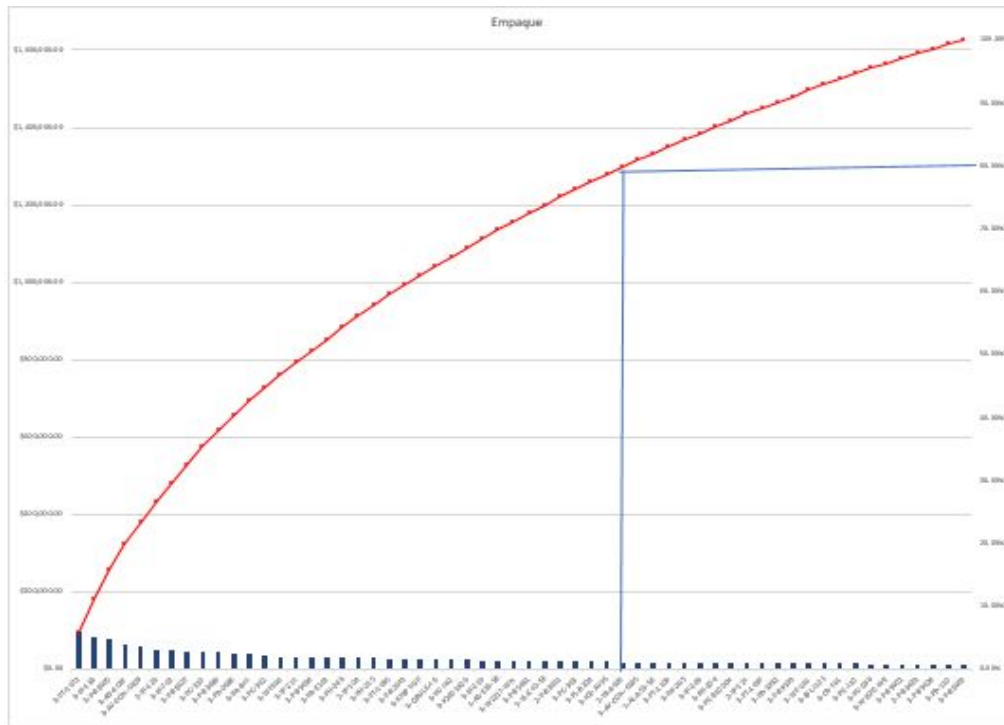


Figura 13. Gráfica de Pareto en Empaque

Para facilitar la lectura del gráfico, se plasmaron solamente los principales componentes. En total en el área de Empaque existen 430 componentes en inventario en proceso, que de esos, solamente 183 representan el 80% del costo total del área. Los 183 componentes equivalen al 19% de la variedad de componentes que existen.

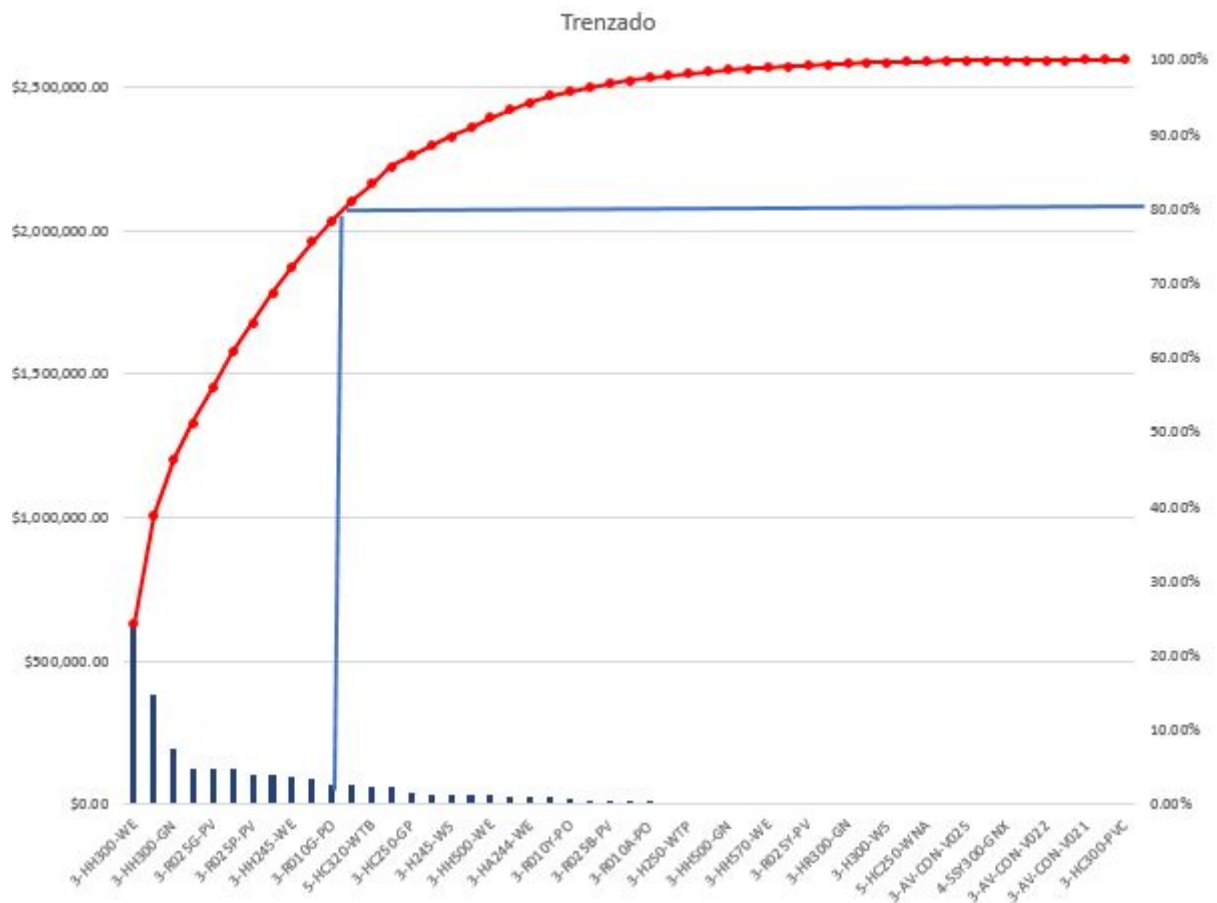


Figura 14. Gráfica de Pareto en Trenzado

Dentro del área de trenzado existen 50 componentes, de los cuales, solamente 12 equivalen al 80% del costo total del inventario de materia prima. Estos 12 componentes equivalen al 24% de los tipos de componentes. Se puede identificar que en esta área no se cumple la regla del 80-20, pero está muy cerca, y estos datos son sumamente útiles para el análisis que se presentará a continuación.

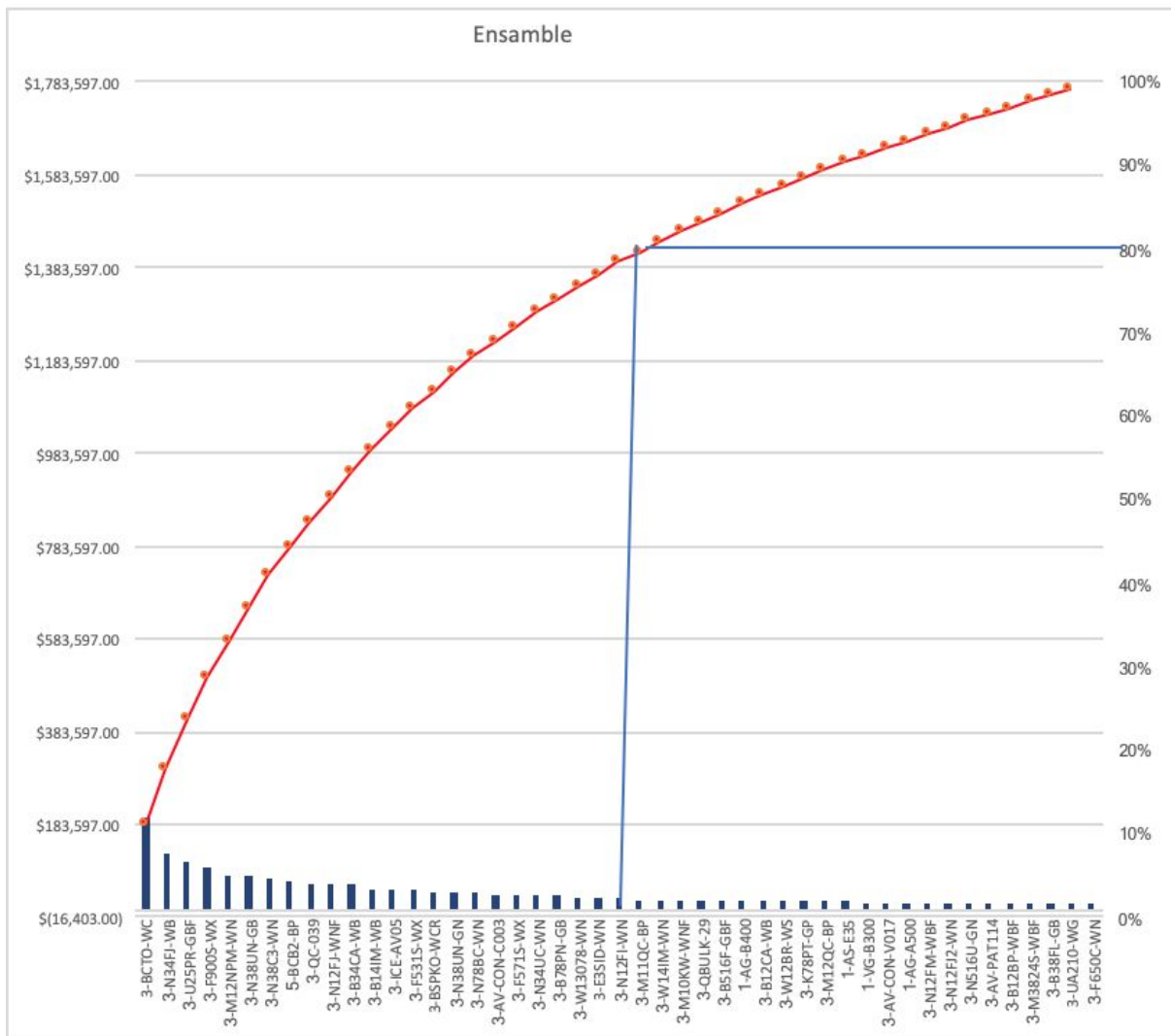


Figura 15. Gráfica de Pareto en Ensamble

Para facilitar la lectura del gráfico se eliminaron los componentes con menos volumen y se dejaron los que más peso tienen. Existen 430 componentes en ensamblaje, donde 52 crean el 80% del costo total del área, mientras que los 378 restantes generan solamente el 20% restante del costo. Es decir, el 12% de los componentes crean el 80% del costo, lo que hace que la regla del 80-20 se cumpla, incluso, el porcentaje es menor.

Después de haber hecho los mapeos de procesos, los *Value Stream Maps* y los diagramas de pareto se pudieron identificar dos causas raíz principales:

1. Los tamaños y cantidad de *kanbans* no fueron diseñados con fundamento.

Esto se puede ver en las áreas de ensamble, empaque y trenzado.

2. La eficiencia general de los equipos no son aprovechados en su totalidad.

Esto se puede identificar porque existe maquinaria sin uso y tiempos muertos.

Además, ligados a las causas raíz, existen áreas de oportunidad que se pudieron identificar. Las áreas de oportunidad se dividen por planta y posteriormente por área.

Dentro de la Planta 1, existen áreas de oportunidad dentro de trenzado y en ensamble, mientras que en la Planta 2, existen áreas de oportunidad en inyección y ensamble.

Dentro de la planta 1 se identificaron dos áreas de oportunidad:

Área de oportunidad en Trenzado

Antes de mencionar las áreas de oportunidad en trenzado cabe mencionar que existen más de 900 tipos de conectores diferentes con 42 tipos diferentes de manguera trenzada. Trenzado, como ya se mencionó anteriormente, trabaja por medio de sustitución de *kanbans* que cada uno equivale a un carrete y aproximadamente, dependiendo de su grosor, tiene 600 metros.

Actualmente se tienen 192 carretes como *kanban* dentro de trenzado, este número se estableció en el 2016, y se diseñó sin fundamento metodológico, solamente se consideró la demanda promedio y 27 de los 42 tipos de manguera trenzada que se tienen actualmente.

Aunado a esto, el *kanban* no se actualiza cierto determinado tiempo, solo se van incluyendo las mangueras necesarias, pero sin fundamento alguno y sin actualizar ni un documento. Habiendo mencionado esto, se identificaron las siguientes áreas de oportunidad:

1. Cantidad de *Kanbans*: se hizo un cálculo nuevo de los *kanbans* utilizando promedios ponderados. Se utilizó este método debido a que no se puede generalizar el tiempo de respuesta debido a que el tiempo de las trenzadoras no se puede unir. Se hizo un cálculo donde se le daba el peso dependiendo de la cantidad de demanda que tiene cada tipo de manguera. El tiempo de respuesta, los metros por carrete, entre otros factores se hicieron de manera ponderada, donde al final se multiplicó la cantidad de

Kanbans necesarios por la ponderación de cada una de las mangueras. Si se tienen 40 trenzadoras encendidas, se necesitan 100 *kanbans*, pero cuando se tienen todas las trenzadoras disponibles se necesitan solamente 70 *kanbans* que es solamente un 36% de la cantidad de *kanbans* que tienen actualmente.

2. Disparos de producción: Se identificó que de los 42 tipos de mangueras trenzadas que existen, el 23% de estas no necesitan un carrito completo para poder satisfacer la demanda. Esto se da porque la demanda es menor al carrito, o porque las ocurrencias de pedido de ciertos productos son de manera esporádica. Esta se considera una área de oportunidad fuerte, debido a que los carritos sobrantes se pueden quedar estacionados como inventario en proceso por semanas.

Área de oportunidad Ensamble

Adentrando un poco las áreas de oportunidad de la planta 1, se presenta el área de “expendio”, esta área se compone de 2 ubicaciones que se mencionaron anteriormente en el proceso de planta 1 y en el value stream map de esta misma, las cuales son subensamble y ensamble. Como se sabe, estas ubicaciones son las encargadas de obtener los pequeños componentes que componen al producto final de esta planta que son los conectores flexibles, entre estos se tienen las tuercas, espigas con empaques, férulas, entre otros.

La oportunidad encontrada en esta área es el tener un kanban establecido que se compone de al menos 150 componentes con sus kanbans, por lo que, revisando el costo total de este inventario en proceso, es cerca del millón y medio. Este kanban actualmente, tiene criterios que son en base a la experiencia de la empresa, con la intención de crear “candidatos” a obtener un kanban, solo que este kanban cuenta con una necesidad.

Siendo este millón y medio un 16% del WIP promedio de 9 millones, por lo que, se requieren acciones en esta ubicación y como se observará más adelante en las causas raíz, después de esta etapa de análisis se encontró que el kanban puede ser reducido en cerca de 88 kanbans, por lo que, puede ser una reducción de cerca de 350 mil pesos mexicanos. Esta parte es un análisis necesario para comprender la reducción posible en el inventario en proceso de expendio, con la intención de más adelante en la etapa de diseño presentar la idea de mejoras en el kanban para disminuir el mayor costo posible.

Área de oportunidad Planta 2

Como se mencionó anteriormente en el capítulo 2 y en el value stream map, en la planta 2 se realizan los productos de inyección, lo que es de plásticos y se realiza el empaque de estos mismos. En esta parte, como se observa en el VSM, se tienen 2 inventarios en proceso, uno para cada uno de las áreas. El único faltante en esta planta es el número exacto de productos en kanban, es decir, se tienen el número de componentes que cuentan con un kanban los cuáles son aproximadamente 347 componentes, el faltante es la cantidad por kanban de cada uno de estos, por lo que no se tiene un número exacto dentro de las oficinas y las plantas de los mínimos y máximos por cada uno de los componentes que se tienen.

Con esto mismo de la cantidad de cada uno de estos, se espera revisar para la etapa de diseño, los kanbans de cada uno de los componentes con la intención de mejorar el actual cálculo y reducir el costo de este inventario.

Estos inventarios pueden llegar a reducir cerca de los 500 mil pesos mexicanos, tomando en cuenta criterios diferentes a lo que se tiene realmente, por lo que es un aproximado solo para entender la situación y saber si es real el poder disminuir dentro de esta planta este inventario en proceso.

Así mismo, como en la planta 1, el cálculo de los componentes en kanban son criterios en base a la experiencia de la empresa, ya que, no se tiene un sustento metodológico.

Causas Raíz

Después de haber hecho el análisis correspondiente, se hicieron los *5 Porqués de Toyota*, que sirven para llegar a las causas raíz y posteriormente poder atacar el problema desde la raíz y evitar retrabajos. Los *5 Porqués* se hacen cuestionando el problema principal cinco veces hasta llegar a la causa raíz. (Serrat, O., 2017)

Los *5 Porqués* se presentan a continuación:

Causa raíz #1

1. Se cuenta con excedente de Inventario en Proceso.
¿Por qué?
2. Porque se tienen componentes y productos detenidos.
¿Por qué?

3. Porque se encuentran *Kanbans* detenidos con mínimos y máximos
¿Por qué?.
4. Porque se cuentan con más *Kanbans* de los necesarios.
¿Por qué?
5. Porque el tamaño y la cantidad de los *Kanbans* no fueron diseñados con sustento metodológico.

Por ende la causa raíz es el último “por qué”, el cuál, en este caso es:

El tamaño y la cantidad de los *Kanbans* no fueron diseñados con sustento metodológico.

Causa raíz #2

1. Se cuenta con excedente de Inventario en Proceso.
¿Por qué?
2. Porque se tiene una gran cantidad de componentes entre procesos
¿Por qué?
3. Porque se debe de contar con material en inventario para satisfacer el siguiente proceso
¿Por qué?.
4. Porque existen procesos restrictivos
¿Por qué?
5. Porque la capacidad dentro de las plantas no es aprovechada en su totalidad.

Por ende la causa raíz es el último “por qué”, el cuál, en este caso es:

La capacidad dentro de las plantas no es aprovechada en su totalidad.

Las causas raíz finales, son en las que se basarán para diseñar las soluciones, porque atacando estas dos causas raíz, es cómo se podrá resolver de mejor manera la necesidad de inventario en proceso, debido a que de esta manera se podrá atacar la problemática desde la raíz y no de manera superficial.

Resumen de objetivos

Para la etapa de análisis, junto con todo lo presentado en este capítulo, lo cual son las áreas de oportunidad dentro de trenzado, ensamble, inyección y empaque, se presenta a

continuación la tabla con un resumen en cuanto a lo posible a reducir de cada una de las áreas mencionadas, cabe recalcar que esta reducción se espera que cambie en base a las etapas de diseño y de implementación, por lo que en el próximo capítulo estos datos pueden llegar a causar una alerta por la diferencia, pero es por lo mismo de que es un análisis previo al diseño e implementación.

Por otra parte, es importante recalcar que el safety stock calculado en cada uno de estos, es la desviación estándar del consumo diario de cada uno de estos con la intención de ser más precisos en el análisis.

Ubicación	Porcentaje a reducir del total de WIP (%)	Pesos Mexicanos
Trenzado	9.6	\$ 941 mil
Ensamble	3.6	\$ 353 mil
Inyección y Empaque	5.2	\$ 500 mil
Total a reducir	19	\$ 1.8 millones

Figura 16. Resumen de objetivos en base a análisis

Como se puede observar en la tabla, nuestro total a reducir se espera sea de 1.9 millones de pesos mexicanos dentro de ambas plantas, con la intención de cumplir el objetivo de reducir un 19% del inventario en proceso total de Coflex.

Mejoras colaterales

Cómo se vió en el punto anterior, existe mejora económica debido al inventario en proceso que se va a disminuir, pero existen otras mejoras indirectas que son importantes de recalcar, ya que, aunque no son monetarias, implican un beneficio a la organización de alguna otra manera.

1. Rotación de inventario: Hoy en día, se tiene una producción anual de 785 millones de pesos en las dos plantas y un inventario en proceso en promedio de 9 millones de

pesos diarios, por lo que la rotación es de 87 veces en un año, lo que es equivalente a rotar cada 4.2 días. Esta rotación o es considerada como mala, pero si se llega al objetivo establecido anteriormente, se puede llegar a una mejora a tener una rotación de inventario de 110 veces anuales, lo que equivale a rotar cada 3.3 días. Es decir, con el beneficio del objetivo, se puede lograr que el inventario salga del sistema casi un día antes de lo que lo hace actualmente.

2. Disminución de espacios: Los carretes, tienen de capacidad aproximadamente 600 metros, lo que hace que el carrete sea de dimensiones grandes. Un carrete mide 73 centímetros de alto y 44 de ancho, y cómo se mencionó anteriormente, se tienen actualmente 193 carretes, lo que equivale a tener 62 metros cuadrados en carretes, si se hace la disminución del tamaño del *Kanban*, se puede llegar a tener 23 metros cuadrados de carretes, lo que es casi una tercera parte.
3. Aprovechamiento de la máquina: Actualmente, cómo se ha mencionado anteriormente, se utilizan solamente el 61% de la maquinaria existente, y para reducir el tamaño del *kanban*, es necesario prender toda la maquinaria para así tener un tiempo de respuesta más rápido y por ende, menos inventario en proceso. Si se hace esta mejora el aprovechamiento de la maquinaria llegaría a ser de un 100%.

Capítulo 4.

Soluciones elegidas al problema

Después de haber establecido las causas raíz del proyecto, se prosiguió a buscar futuras soluciones con las cuales se podrán disminuir, mantener y controlar el inventario en proceso que existe en ambas plantas. Para esto se siguieron distintos pasos que ayudaron a establecer ideas de soluciones y posteriormente definir las y darles el fundamento necesario para poder después implementarlas. Los pasos que se siguieron fueron los siguientes: lluvia de ideas, descarte de soluciones, después estas soluciones se categorizaron dentro de la Causa Raíz 1 y la Causa Raíz 2. Cada de estas soluciones son descritas a continuación en este documento así como el fundamento de cada una de ellas.

Las soluciones deben ayudar al proyecto, es decir, lograr una reducción de inventario en proceso en las áreas mencionadas, así como obtener el porcentaje establecido en el proyecto y, así como se menciona, lograr seguir con el objetivo del proyecto mediante diferentes soluciones tanto en planta 1 como en planta 2.

Lluvia de ideas

Para la selección de soluciones se tomaron en cuenta todas las opciones que solucionen el problema que se describe, es decir, todas las opciones que ayuden a la reducción de inventario en proceso, por lo que las opciones fueron las siguientes:

1. Diseño y rediseño de kanbans

En este apartado de soluciones, se presenta una opción de solución para todas las áreas tanto de planta 1 como de planta 2. Esta solución va dentro de los siguientes puntos, con los siguientes objetivos.

a. Kanban trenzado

Como se presentó anteriormente, el kanban de trenzado es en donde se encuentran los carretes con manguera, tanto de gas como de agua, con el trenzado específico de cada kanban, es decir, se presentan carretes con manguera de vinilo y acero inoxidable, cabe recalcar que cada carrete cuenta con una cantidad de entre 600 y 1000 metros de la manguera mencionada, que todo esto no solo involucra el tener material detenido en la planta, sino que también incurre a un costo de cerca de 2 millones de pesos mexicanos, así

como el espacio de 62 metros cuadrados de espacio que abarcan estos carretes, ya que son cerca de 130 carretes actualmente. Este kanban se realizó en el 2016 así como todos los kanbans que se presentan más adelante, esto ocurre en ambas plantas, en todas las áreas.

b. Kanban ensamble

Dentro de esta área, hablando dentro de la planta 1, se tienen los componentes a utilizar tanto de subensamble como de ensamble, que, a final de cuenta, se le conoce como “expendio” o “ensamble”. Los componentes necesarios dentro de subensamble son las espigas y los empaques y dentro de esta parte se presenta el kanban de este subensamble, que se presenta en cajas antes de las líneas de producción de ensamble, así como los componentes que se tienen en cajas al inicio de las líneas. Algunos de los componentes de este kanban son las tuercas, espigas, empaques y férulas. Cabe recalcar que estos componentes mencionados se tienen en diferentes tamaños y tipos porque cada uno de estos va hacia un producto y se tienen más de 200 tipos de productos.

c. Kanban empaque

Hablando de la planta 2, en el área de empaque se tienen componentes y conectores que se realizan en la planta 1. Actualmente estos conectores son denominados como “Sin Etiqueta”, ya que, como se dice en el nombre, son los conectores que no han sido etiquetados en la planta 1, ya que, los conectores solo son elaborados en dicha planta, pero algunos pasan a la segunda planta para ser empaquetado con demás componentes. Estos conectores están actualmente como kanban pero en una cantidad mayor a la necesaria.

d. Kanban inyección

Dentro de esta área, así como en empaque, son los componentes dentro de la planta 2 que están siendo en espera de terminar su proceso dentro de las líneas de producción de esta área, es decir, esperando ser procesadas por la maquinaria de inyección de plásticos. Estos productos son componentes que después pasarán al área de empaque para ser, como lo dice la palabra,

empaquetados y entregados al almacén de producto terminado, donde después pasará al cliente. La cantidad de inventario en proceso dentro de esta área es cerca de un millón de pesos mexicanos, lo que es una alerta el saber porque se necesita tanto material en dicha área.

2. Disparos de producción y mejoras al proceso

a. Órdenes de Trabajo

Una parte muy distinta a los kanbans presentados anteriormente, son las órdenes de trabajo, ya que, esta parte es totalmente dirigida al departamento de producción para la correcta reducción de carretes dentro del área de trenzado, ya que, actualmente una gran cantidad de carretes no se utiliza en su totalidad, por lo que lo mejor es reducir la cantidad de material que se pide dentro de esta área mencionada, para, de esta forma, evitar el material extra, que a final de cuentas se le conoce como inventario en proceso.

b. Comunicación dentro de la planta

Una parte importante a revisar dentro de la empresa cliente, para la correcta reducción de inventario en proceso, es la parte de comunicación entre los procesos, ya que, actualmente la empresa entrega la orden de trabajo solamente al área de ensamble, por lo que todas las demás áreas trabajan en base a un kanban o a como el área mencionada pida el material a los demás. Esta parte es de suma importancia para el área de trenzado, ya que, como sabemos y se mencionó anteriormente, es el área que actualmente tiene mayor inventario en proceso y en este caso es el que más nos puede ayudar a reducir y llegar al objetivo establecido. Esta solución lo que nos ayuda es el poder tener de alguna forma la comunicación en toda la planta y no solamente en la parte final de esta, ya que, presiona de cierta manera a las demás áreas.

c. Secuencia de producción

Para la producción actual dentro de la planta 1, se tienen diferentes ajustes dentro de cada una de las líneas de producción, por lo que se tienen paros dentro de la línea sin necesidad alguna, ya que, muchas de las veces la producción puede ser el mismo producto hasta terminar la producción de ese y

posteriormente pasar al siguiente producto, pero actualmente, muchas de las veces que se producen productos diferentes, se tienen paros por esto mencionado, por lo que la solución puede ser producir producto A seguido y después pasar al B y posteriormente al C, es decir, producir AAA, BBB, CCC sin necesidad de hacer ABC, ABC, ABC, evitando esos paros.

d. Eficiencia general de los equipos (OEE)

En relación a la solución anterior, se encuentra un área de oportunidad en la eficiencia general de los equipos dentro del área de ensamble, ya que, se tienen instaladas computadoras que automáticamente al escanear el producto que será puesto en la tarima de producto terminado, se calcula el OEE, es decir, la eficiencia, la disponibilidad y la calidad, por los que los datos al ser computarizados, lo más seguro es que den un resultado correcto, pero no es el caso en esta empresa. Dentro del OEE, se tienen cálculos diferentes, ya que, la persona encargada del área reporta un dato, la computadora otro y los encargados del OEE computarizado dan otro, por lo que el poder empatar estos datos puede ser de suma importancia para la empresa y de esta forma encontrar la necesidad siguiente después del inventario en proceso.

3. Rediseño de inventario de producto terminado

a. Traslado

Al observar las “fotos” tomadas del sistema GP para identificar las áreas de oportunidad que eran un punto de alerta para el proyecto, se encontró de igual manera un área denominada “traslado”, la cual, como lo dice el nombre, es el área en la que se asignan los productos que no están en ninguna de las áreas mencionadas. Estos productos están en espera de ser ingresados a un área, ya sea dentro de las plantas o para alguno de los inventarios tanto de almacén de materia prima como de producto terminado.

b. Almacén de producto terminado

Como se mencionó anteriormente, la empresa cliente fabrica para almacenar, es decir almacena sus productos en producto terminado, actualmente se tienen

cerca de 2 semanas de producción de cada uno de los productos que se tienen, por lo que aquí entra un área de oportunidad, ya que todos los productos no son necesarios tenerlos en un almacén sin movimientos, ya que, en base al análisis de esta parte, gran parte de estos productos se encontraron que tenían un consumo en cero, por lo que no hay necesidad de tener productos en un almacén cuando no se están vendiendo de manera seguida.

Descarte de soluciones

Dentro de la lluvia de ideas presentada, algunas de esas soluciones no fueron elegidas por sus diferentes criterios, que a final de cuentas lo mejor es dejarlo como una recomendación para la empresa, ya que, no contienen los aspectos necesarios para ser una solución y atacar de una manera al objetivo general del proyecto de reducir de manera significativa el inventario en proceso dentro de ambas plantas. Algunos de estos criterios son los que se mencionan a continuación a un lado de la solución no elegida:

1. Comunicación dentro de la planta:

Dentro de esta solución, a pesar de que es buena, no es una solución que ayuda o apoya la reducción de inventario en proceso de manera significativa. De cierta forma ayuda solamente al área de trenzado a poder recibir de una manera más sencilla la forma de producción, ya que, es el proceso que necesita de ciertos criterios para comenzar su producción, es decir, su tiempo de respuesta en cuanto a la entrega de carretes de manguera trenzada es un poco más “lenta” en comparación de otros productos. Esta solución puede ser más una recomendación para la empresa cliente para la manera en la que se trabaja actualmente en las plantas.

2. Secuencia de producción:

Como se mencionó anteriormente, esta “solución” es más una recomendación, ya que, va de la mano con la solución del OEE, la cual es encargaría de eliminar los paros innecesarios dentro de las líneas de producción, el tener de cierta manera una secuencia de cómo se producen los productos en cada una de estas líneas, ayuda a mejorar de cierta manera la forma de trabajo de los trabajadores, evitándose las

vueltas al vernier para calibrar la maquinaria.

3. OEE:

Como se menciona en la recomendación anterior, principalmente en esta parte, el problema es la forma de empatar los datos en todas las áreas tanto en planta como en la oficina, con la intención de que todos estén en la misma “jugada” para de una manera más sencilla comprender lo que se necesita cambiar y mejorar dentro de las líneas de producción. Esta parte no se toma como solución, ya que ya hay un equipo asignado a este problema, es decir, ya se tienen personas trabajando en esta parte de empatar los datos, por lo que el proyecto solo es enfocado en la reducción de inventario en proceso. De igual manera, al implementar las soluciones que más adelante se mencionan, se tienen mejoras colaterales que van de la mano con esto mencionado.

4. Traslado:

Dentro de esta área, se tienen datos muy variantes, ya que, no siempre se tienen los mismos datos, o en este caso, los mismo productos trasladados, por lo que nunca se repite lo que sale en un día en específico. Reducir el inventario en proceso de esta parte no ayuda al objetivo por lo mismo de que nunca se reducen los productos en esta área.

5. Almacén de producto terminado:

Por último, dentro de esta recomendación, lo mejor es el correcto inventario de los productos que si lo necesitan, esto va en relación con las órdenes de trabajo, ya que va de la mano junto con el equipo de producción de materiales, por lo que ellos son los que se encargaran de que se mantenga en orden los productos que si necesitan estar dentro del almacén de producto terminado, ya que, no todos los productos que están actualmente, necesitan de 2 semanas de inventario, por lo que lo mejor será que así como van siendo retirados del almacén de producto terminado, puedan ser resurtidos de la manera correcta, es decir, los productos que no tengan el mismo movimiento que los de mayor demanda, puedan ser reducidos.

Soluciones elegidas

Dejando a un lado las soluciones que no se eligieron en el proyecto, se tienen las que si van de acuerdo a los objetivos, así como la misión esencial del proyecto que es reducir el inventario en proceso. Anteriormente se mencionan las causas raíz, así como la lluvia de ideas de soluciones, lo que nos ayuda a que estas soluciones a implementar en la empresa cliente puedan ser categorizadas para cada una de las causas raíz.

A continuación se presentan ambas causas raíz, junto con las soluciones que se implementarán para atacar ese problema, así como el atacar el inventario en proceso que está de manera excesiva.

Soluciones a Causa Raíz #1

Cómo se mencionó en el capítulo anterior, la Causa Raíz #1 es que la cantidad y tamaño de los Kanbans dentro de la Planta no fueron diseñados con sustento metodológico. Por lo que se decidió ir a ambas plantas y ver cuales de todos los productos son los que necesitan un rediseño de Kanban o incluso, en algunos casos, una creación de Kanban para que puedan reducir el inventario en proceso pero al mismo tiempo poder satisfacer la demanda que se tiene dentro de la planta. Los kanbans se rediseñaron en el caso de trenzado, ensamble e inyección, mientras que en el área de empaque se diseñaron kanbans debido a que no existían dentro de esa área.

Kanban Trenzado

Descripción de solución:

Actualmente existe un kanban de trenzado que fue diseñado en el año del 2016, cuando se diseñó, no se utilizó ni una fórmula ni sustento metodológico, solamente se utilizó la experiencia de los trabajadores que conocen la demanda de los productos y que tienen conocimiento de cómo se mueve la demanda de los productos. El documento que existe para este kanban no se tiene al alcance de todos los trabajadores y no se ha actualizado desde su creación. Existen tipos de mangueras que ya son obsoletas dentro de este kanban, así como productos nuevos que no se tienen incluidos dentro de este kanban. Esta solución propone actualizar el kanban de manguera trenzada y trabajar de alguna manera que este sea

actualizado para que al momento de que la demanda cambie, los productos se hagan obsoletos o incluso existan nuevos productos, la cantidad de kanbans cambie dependiendo de estos factores. Cabe mencionar que es importante que este kanban se actualice cada seis meses debido a que Coflex tiene una demanda cambiante dos veces al año por las cuestiones del clima y que alguno de sus productos van enfocados a los boilers y otros artículos de gas.

Objetivo:

Trabajar con un Kanban que de abasto para la cantidad de demanda de ensamble, pero que al mismo tiempo, no exista inventario sobrante que esté causando un costo dentro de la planta.

Fundamento:

Se utilizó la fórmula de Kanban, de Ali, A., Santini, N., & Rahman, M. A. (2012), donde se tomó en cuenta la demanda diaria, el tiempo de respuesta, un inventario de seguridad y los diferentes tipos de manguera trenzada que existen. Para poder sacar la demanda se utilizó el *BOM por componentes* para ver el desglose de cada uno de los productos y que tipo de manguera necesitan así cómo también cuánto se vende de cada uno de estos productos anualmente. Actualmente se tienen 42 tipos de manguera trenzada en los distintos conectores, pero solo se incorporarán 30, que son los tipos de manguera con pedidos más recurrentes y con más demanda. Se tomó en cuenta una demanda promedio de 30 mil metros, se utilizaron promedios ponderados para tomar en cuenta los flujos, tiempo de respuestas, grosor, y metros por carrete. Estos cálculos se hicieron tomando en cuenta toda la maquinaria existente, para que de esta manera se tenga la menor cantidad de kanbans posibles y de la misma manera se tenga toda la maquinaria y se aproveche a su totalidad.

Después de haber hecho los cálculos debidos, la cantidad de Kanbans por tipo de manguera quedaron de la siguiente manera:

Etiquetas de fila	Carretes
4-PNX250-WTN	1
4-PNX255-WXN	1
4-PNX300-WTN	2
4-SEA300-WEX	7
4-SEX245-WEX	1
4-SMC300-WEX	2
4-SSM250-GHX	1
4-SSX300-WEN	1
4-SSX450-WEN	1
4-SSY300-GNX	7
4-SSY500-GNX	1
4-VBD380-WEX	1
4-VDN300-GNX	5
4-VLX300-WEX	6
4-VNT255-WXN	2
4-VPC300-WEX	2
4-VPX245-WEX	1
4-VPX300-WSN	1
4-VPX320-WPN	3
4-VPX500-WEX	1
4-VTX245-WSN	1
Total general	57

Figura 17. Cantidad de Kanbans por tipo de manguera

Para la realización de este kanban ideal se realizó lo siguiente:

El primer paso fue separar los datos del BOM para, de los productos finales los cuales comienzan con “1-”, se pudieran encontrar los datos principales de las mangueras que se necesitan. Esto principalmente para conocer y comprender los componentes que se tienen dentro de cada conector.

Artículo Padre	Componente	Tipo BOM Componente	CANT	U de M	Costo unita	Producto
1-AB-A100	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.9850	MT	\$ 26.9649	\$ 26.56
1-AB-A35	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.3150	MT	\$ 26.9649	\$ 8.49
1-AB-A40	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.3650	MT	\$ 26.9649	\$ 9.84
1-AB-A40-SE	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.3650	MT	\$ 26.9649	\$ 9.84
1-AB-A60	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.5650	MT	\$ 26.9649	\$ 15.24
1-AB-A60-GR	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.5750	MT	\$ 26.9649	\$ 15.50
1-AB-A60-SE	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.5650	MT	\$ 26.9649	\$ 15.24
1-AB-A80	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.7650	MT	\$ 26.9649	\$ 20.63
1-AB-A80-GR	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.5750	MT	\$ 26.9649	\$ 15.50
1-AB-B30	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.2650	MT	\$ 26.9649	\$ 7.15
1-AB-B30-Kw	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.2600	MT	\$ 26.9649	\$ 7.01
1-AB-B40	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.3650	MT	\$ 26.9649	\$ 9.84
1-AB-B40-SE	4-SSN500-WEX	BOM PROD.	0.3600	MT	\$ 26.9649	\$ 9.71

Figura 18. BOM por artículo terminado

El siguiente paso fue el vincular las órdenes de trabajo anuales junto con estos componentes para obtener la demanda de cada una de las mangueras, para que estos datos puedan ser utilizados como el consumo promedio de cada uno de estos.

Artículo	Manguera	Cantidad	Metros x manguera	Total OT metros	Fecha
1-LI-I110	4-SSA970-WEX	150.00000	1.07000	160.50000	17/09/2018
1-LI-I110	4-SSA970-WEX	105.00000	1.07000	112.35000	29/01/2019
1-LI-I110	4-SSA970-WEX	120.00000	1.07000	128.40000	14/05/2019
1-LI-I50	4-SSA970-WEX	200.00000	0.46000	92.00000	17/09/2018
1-LI-I50	4-SSA970-WEX	140.00000	0.46000	64.40000	24/10/2018
1-LI-I50	4-SSA970-WEX	300.00000	0.46000	138.00000	28/01/2019
1-LI-I50	4-SSA970-WEX	300.00000	0.46000	138.00000	28/02/2019
1-LI-I50	4-SSA970-WEX	300.00000	0.46000	138.00000	14/05/2019
1-LI-I50	4-SSA970-WEX	200.00000	0.46000	92.00000	25/06/2019
1-LI-I50	4-SSA970-WEX	200.00000	0.46000	92.00000	25/06/2019
1-LI-I65	4-SSA970-WEX	50.00000	0.61000	30.50000	23/07/2018

Figura 19. Muestra de órdenes de trabajo

Posteriormente a esto se realizó el cálculo para obtener el kanban ideal de esta área, el cual se compone de promedios ponderados de diferentes aspectos como lo son el flujo de la manguera, el cual es el que depende para la cantidad de manguera que se tiene en el carrete asignado.

Promedios ponderados

Etiquetas de fila	%	Flujo	Flujo	Metros por carrete	Metros por carrete	Metros por hora	Metros por hora	Horas por carrete	Horas por carrete
4-PMX255-WXN	0.0059%	255	0.014947681	950	0.055687438	70	0.004103285	13.57142857	0.000795535
4-PMY300-GNX	0.3871%	300	1.161418144	600	2.322836288	60	0.232283629	10	0.038713938
4-PNX250-WTN	0.1953%	250	0.488212577	950	1.855207792	70	0.136699522	13.57142857	0.026502968
4-PNX255-WXN	0.5543%	255	1.413405287	950	5.26562754	70	0.387993608	13.57142857	0.075223251
4-PNX300-WTN	3.9390%	300	11.81704743	600	23.63409486	60	2.363409486	10	0.393901581
4-SEA300-WEX	15.7374%	300	47.21215368	600	94.42430735	60	9.442430735	10	1.573738456
4-SEX245-WEX	1.1135%	245	2.728093991	950	10.57832364	70	0.779455426	13.57142857	0.151118909
4-SMC300-WEX	4.0486%	300	12.14572339	600	24.29144679	60	2.429144679	10	0.404857446
4-SSA300-WEN	0.0050%	300	0.015029023	600	0.030058047	60	0.003005805	10	0.000500967

Figura 20. Muestra de procedimiento de cálculo de Kanban en trenzado.

Con este cálculo se obtuvieron los siguientes resultados:

Fórmula de Kanban

	\$	5808.76064
	Día	15.5
PONDERADO	Flujo	308.8602942
PONDERADO	Metros por carrete	615.9320059
PONDERADO	Metros por hora	59.96834134
PONDERADO	Horas por carrete	10.21128664
Metros	Demanda diaria	29043.8032
Carretes	Demanda diaria	47.15423605
65 trenzadoras	Tiempo respuesta horas	10
65 trenzadoras	Tiempo respuesta días	0.64516129
40 trenzadoras	KANBAN	70.27502276
65 trenzadoras	KANBAN	39.85293499

Figura 21. Resultados de fórmula de Kanban

Teniendo así una reducción de carretes en trenzado, en la cual se espera tener 71 carretes en lugar de 193 que hay en promedio en planta.

Ahorro económico:

Actualmente se tienen 193 carretes en Kanban aproximadamente que equivalen a \$1.7 millones de pesos mexicanos, el kanban se reduce a solamente 57 carretes que equivale aproximadamente a \$600 mil pesos mexicanos que equivale a reducir \$1.1 millones de pesos en el inventario en proceso diario. La reducción representa un 44% de todos los materiales que se tiene actualmente en trenzado.

Requisitos:

Cómo requisitos se tiene primero identificar los tipos de manguera que más diferencia tienen entre la cantidad de carretes que tienen actualmente para empezar con los que más holgura tienen entre los carretes actuales y el cálculo

Kanban Ensamble

Descripción de solución:

Actualizar y crear una mejora en el kanban dentro del área de expendio, considerando ubicaciones de la planta 1 como lo son ensamble y subensamble. Dentro de estas áreas se consideran componentes importantes para el producto final, entre ellos se encuentran componentes como tuercas, férulas, espigas, empaques, entre otros. Es importante mencionar que cada manguera es diferente por lo que se requiere material diferente entre ellos, la diferencia son los tamaños tanto de las tuercas como de las espigas.

Previo a ensamble se tiene subensamble, el cual ensambla espigas con empaques para después entregarlos a ensamble y terminar el producto. Esta solución es de suma importancia, ya que, el estudio del kanban de ensamble fue realizado en el 2016 con un dato fijo, sin establecer los cambios de productos en las diferentes temporadas de ventas, es decir, al ser conectores flexibles para boilers, lo normal es el crecimiento de la demanda en los días más fríos del año, por lo que la solución nos ayuda a solo tener la cantidad de productos necesarios en el momento indiciado.

Actualmente se cuenta con 71 componentes dentro del kanban y la solución presentada es el rediseño de este kanban, ya que, como se mencionó, la empresa cliente realizó esta ayuda para el proceso en el 2016 y en base a la experiencia que ellos presentan por sus consumos.

Objetivo:

Rediseñar el kanban del área de expendio para reducir el inventario en proceso. Así mismo, presentar una actualización para las épocas de mayor o menor demanda.

Fundamento:

Para el correcto cálculo de los kanbans presentes en el área de expendio, se calcula a través de la fórmula de Ali, A., Santini, N., & Rahman, M. A. (2012), para la cual se necesitan aspectos de los componentes como la cantidad necesaria, es decir, la demanda de los componentes que se utilizan en el área de subensamble y ensamble. Por otra parte, se necesita del tiempo de respuesta, que en este caso, ambas áreas mencionadas se encuentran en la planta 1, a un lado del almacén de materia prima, por lo que es un beneficio para el kanban, ya que, es menor el tiempo de respuesta. Así mismo, se necesita establecer el contenedor del kanban en el que se rellenará, en este caso es el múltiplo en el cual el componente puede ser entregado, es decir, el almacén no puede entregar en unidades individuales, por lo que se deben entregar en cantidades como “1 caja de 25 piezas”, por lo que si el kanban da como resultado 4, se tendrán 100 piezas en el inventario en proceso.

El proceso de cálculo para los kanbans que se presentan tanto de ensamble como de inyección es el mismo, ya que, son los aspectos esenciales y necesarios para el correcto cálculo.

Se comenzó con los siguientes aspectos:

Expendio									
Componente	Presentación	Múltiplo	Inv Min (uni)	Inv Máx (uni)	Costo Uni	Min cant	Máx cant	Min en \$	Máx en \$
3-N12PN-WB	Caja	1500	3	3	\$ 0.39	4500	4500	\$ 1,765.35	\$ 1,765.35
3-N34FJ-WB	Caja	600	1	2	\$ 7.75	600	1200	\$ 4,649.88	\$ 9,299.76
3-N38C-WN	Caja	2000	3	3	\$ 1.93	6000	6000	\$ 11,588.40	\$ 11,588.40
3-N516U-GN	Caja	1000	1	2	\$ 3.76	1000	2000	\$ 3,757.80	\$ 7,515.60

Figura 22. Muestra de datos para realización de kanban ensamble

Posteriormente, se tomaron los datos básicos para el cálculo completo del nuevo kanban ideal que se necesitó de los siguientes pasos:

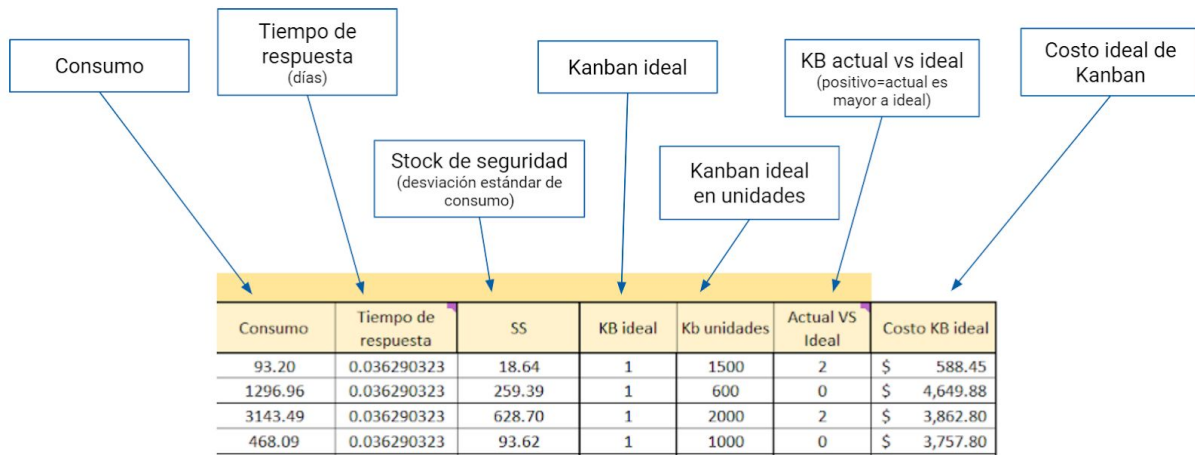


Figura 23 y 24. Muestra de cálculo de kanban ensamble

Con estos datos se pudo llegar al siguiente ahorro económico, el cual es el impacto que se genera con el nuevo kanban ideal, para una correcta reducción de inventario en proceso en el área de ensamble.

Ahorro económico:

Con el rediseño del kanban, el ahorro llega a los 350 mil pesos mexicanos, así mismo, al rediseñar la forma en la que entregan los materiales, se espera un ahorro en cuanto al tiempo de ciclo del producto, para eliminar tiempos muertos, así como disminución de espacios que actualmente son establecidos totalmente para los componentes que llegan a esta ubicación de inventario en proceso. Así mismo, se tendrá un mejor plan de seguimiento por parte de todo el personal, ya que, se prepararán los materiales necesarios para cada día de trabajo.

Este ahorro monetario mencionado, se da a través de la reducción de 12 componentes que dentro de la parte de análisis, se encontró que se tuvo un consumo nulo de estos componentes, siendo esta parte cerca de 54 mil pesos mexicanos, así como 26 componentes que según el kanban ideal queda en cierto número, contra los datos actuales, se tiene una diferencia mayor a lo necesario, esta parte equivale a cerca de 300 mil pesos mexicanos, dando así una reducción de 80 gavetas, un ahorro de 370 mil pesos mexicanos y un 4% del objetivo general.

Requisitos:

Algunos de los requisitos necesarios para la solución de ensamble son los siguientes:

1. Detectar los componentes que necesitan de un kanban, ya que, como se menciona en la descripción de la solución, actualmente se tienen ciertos componentes que no necesitan tener un lugar asignado dentro del proceso para un kanban.
2. Establecer cantidad de kanban, es decir, establecer los mínimos y máximos que se necesitan en base a la temporada en la que se encuentren en ese momento, ya que, es una demanda estacional dentro de la empresa.
3. Establecer movimientos nuevos de almacén de materia prima para la entrega de materiales a las líneas de producción, así como los nuevos movimientos de subensamble para esta misma entrega de materiales.
4. Establecer espacios dentro de las líneas de producción para la correcta distribución de materiales con el menor tiempo posible dentro de la planta.
5. Agregar tarjetas de componente con su cantidad, ya que, como lo mencionan las reglas del Kanban, son esas tarjetas que ayudan a que se identifiquen tanto los componentes en ese espacio, como los límites mínimos y máximos que deben estar en el espacio asignado.

Kanban Empaque

Descripción de solución:

Dentro del área de empaque existe una cantidad significativa de productos y componentes que se trabajan bajo un sistema de Kanban, pero estos Kanbans se definen bajo la experiencia de los trabajadores más que por algún sustento teórico o alguna fórmula que considere demanda y tiempos de respuesta.

Una parte importante de este inventario son los conectores que se terminan de trenzar y ensamblar pero que son guardados en el almacén de materia prima para posteriormente ser empacados en Planta 2. Estos conectores se venden de manera de *kit* y terminan su proceso en Planta 2. Es importante recalcar que en el sistema vienen dados de alta en el almacén de Materia Prima cuando en realidad es material sobre el que ya se trabajó y se invirtió tiempo y material. Dentro del sistema vienen dados de alta con el código que termina en “-SE”. Esta clave se le asigna así por ser sin etiqueta, lo que es lo descrito anteriormente de ser elaborado

en una planta y ser trasladado a la siguiente para terminar su proceso y ser entregado al inventario de producto terminado.

Objetivo:

Disminuir la cantidad de artículos y componentes que no son necesarios y que causan un costo adicional en el inventario en proceso dentro del área de empaque

Fundamento:

Para los conectores sin etiqueta que se mencionan, se obtuvo del sistema la demanda que se tiene mensualmente de cada uno de estos conectores, así como la cantidad de materiales que se necesitan para realizar cada uno de estos productos. Después se aplicó la fórmula del Kanban (Ali, A., Santini, N., & Rahman, M. A. (2012)) y se tomaron en cuenta los tiempos de respuesta que tienen para poder satisfacer la demanda en empaque. El resultado de cantidad de Kanbans y piezas por cada uno de los conectores se obtuvieron para realizar la comparación contra la cantidad actual de conectores sin etiqueta.

Para los productos dentro de la asignación de empaque se realizó algo similar que con el kanban de trenzado, lo cual es lo siguiente:

El BOM por componente es el encargado de desglosar todos aquellos componentes necesarios para los conectores sin etiqueta para después pasar a la correcta asignación de demanda de cada uno de esos productos.

Artículo Padre	Componente	Tipo BOM Componente	CANT	U de M	Costo unitario	Producto
1-AB-A40-SE	7-AB-A**-SE	BOM PROD.	1.0000	PZ	\$ 34.3242	\$ 34.32
1-AB-A60-SE	7-AB-A**-SE	BOM PROD.	1.0000	PZ	\$ 34.3242	\$ 34.32
1-AB-B40-SE	7-AB-B**-SE	BOM PROD.	1.0000	PZ	\$ 40.5588	\$ 40.56
1-AB-B60-SE	7-AB-B**-SE	BOM PROD.	1.0000	PZ	\$ 40.5588	\$ 40.56
1-AB-C40-SE	7-AB-C**-SE	BOM PROD.	1.0000	PZ	\$ 22.7918	\$ 22.79
1-AB-C80-SE	7-AB-C**-SE	BOM PROD.	1.0000	PZ	\$ 22.7918	\$ 22.79
1-AB-D100-SE	7-AB-D**-SE	BOM PROD.	1.0000	PZ	\$ 30.3280	\$ 30.33
1-AB-D120-SE	7-AB-D**-SE	BOM PROD.	1.0000	PZ	\$ 30.3280	\$ 30.33
1-AB-D60-SE	7-AB-D**-SE	BOM PROD.	1.0000	PZ	\$ 30.3280	\$ 30.33

Figura 25. Muestra de BOM por componente Empaque

Cómo se mencionó, se obtuvo el consumo de estos componentes mediante la correcta vinculación de estos productos con las órdenes de trabajo anuales.

Número de artículo	U de M	Cant. trans.	Tipo de conecto	Cantidad SE unitaria	Cantidad SE OT	Fecha del docur	Costo unitario	Costo total
2-PSV-F005	PZ	1.00000	1-VL-K55-SE	2.00000	2.00000	05/10/2018	\$ 139.83	\$ 139.83
2-PSV-B001	PZ	1.00000	1-VL-K40-SE	2.00000	2.00000	05/10/2018	\$ 125.43	\$ 125.43
2-PG5-B150	PZ	1.00000	1-AG-W150-SE	1.00000	1.00000	08/11/2018	\$ 97.21	\$ 97.21
2-PSV-B006	PZ	1.00000	1-VL-K40-SE	2.00000	2.00000	08/11/2018	\$ 93.28	\$ 93.28
2-PG3-A200	PZ	1.00000	1-AG-V200-SE	1.00000	1.00000	08/11/2018	\$ 109.35	\$ 109.35
2-PS-C406	PZ	20.00000	1-VL-K55-SE	2.00000	40.00000	27/11/2018	\$ 195.48	\$ 3,909.62
2-JAS-B150	PZ	1.00000	1-VG-B150-SE	1.00000	1.00000	28/11/2018	\$ 115.60	\$ 115.60
2-PS-E012	PZ	1.00000	1-AB-II20-SE	1.00000	1.00000	05/12/2018	\$ 283.90	\$ 283.90
2-JVWB-A150	PZ	1.00000	1-VWB-A150-SE	2.00000	2.00000	12/01/2019	\$ 73.26	\$ 73.26
2-PG3-B150	PZ	3.00000	1-AG-W150-SE	1.00000	3.00000	15/01/2019	\$ 102.52	\$ 307.57
2-PS-D018	PZ	1.00000	1-AS-E35-SE	1.00000	1.00000	21/01/2019	\$ 55.27	\$ 55.27

Figura 26. Muestra de Órdenes de trabajo Empaque

Finalmente se llegaron a los aspectos finales para el kanban de los conectores sin etiqueta que pasan a planta 2, los cuales son los datos que se presentan a continuación, los cuales son los necesarios para encontrar el correcto ahorro económico, así como el correcto cálculo de estos productos dentro del kanban.

Código de componente	Promedio diario	Múltiplo	Desviacion	Kanbans	Kanbans artículos	Kanban en costo
1-VL-K40-SE	1012	150	151.360066	3	450	\$ 4,069.22
1-AS-E35-SE	829	50	47.7593923	6	300	\$ 3,732.81
1-VL-K55-SE	277	150	141.046512	2	300	\$ 3,171.57
1-AG-W150-SE	194	50	145.518222	4	200	\$ 7,085.14
1-AL-A40-SE	187	100	168.492838	3	300	\$ 4,943.58
1-VL-A55-SE	164	100	46.2432399	1	100	\$ 1,723.92
1-VS-M35-SE	152	200	46.8936154	1	200	\$ 1,709.48
1-AL-A55-SE	126	100	123.891522	2	200	\$ 3,688.56
1-AG-W250-SE	113	50	145.752992	4	200	\$ 9,585.22
1-AB-I120-SE	68	20	56.0974598	4	80	\$ 4,760.54
1-VWB-A150-SE	47	20	57.6401636	4	80	\$ 2,676.42

Figura 27. Muestra de cálculo de Kanban Empaque

Posterior a estos datos se llega a la conclusión de esta solución para obtener el porcentaje hacia el objetivo, así como el impacto económico al proyecto.

Ahorro económico:

Con la diferencia que se tiene entre el actual contra el kanban ideal, ayuda a la disminución de 32,000 componentes dentro de esta área, por lo que esto equivale a cerca de 793 mil pesos mexicanos.

Requisitos:

Para la solución en empaque, al ser un kanban, es muy parecida a las demás soluciones que implican el rediseño o la creación de un kanban, por lo que los requisitos esenciales son los siguientes:

1. Detectar los componentes que necesitan de un kanban en esta área.
2. Establecer cantidad mínima y máxima, así como establecer los límites diferentes al cambiar de temporadas.
3. Establecer nuevos movimientos del almacén de materia prima, así como los tiempos de respuesta del área de ensamble.
4. Establecer los espacios para cada uno de estos componentes.

5. Agregar tarjetas de identificación de componente con su cantidad establecida.

En la tabla a continuación se muestran los componentes que entran dentro de esta solución y la cantidad de Kanbans necesarios para satisfacer la demanda y de la misma manera la cantidad de componentes que hay en cada uno de los kanbans.

Código de componente	Kanbans	Artículos por Kanban
1-VL-K40-SE	3	150
1-AS-E35-SE	6	50
1-VL-K55-SE	2	150
1-AG-W150-SE	4	50
1-AL-A40-SE	3	100
1-VL-A55-SE	1	100
1-VS-M35-SE	1	200
1-AL-A55-SE	2	100
1-AG-W250-SE	4	50
1-AB-I120-SE	4	20
1-VWB-A150-SE	4	20
1-AG-W40-SE	2	100
1-AG-P35-SE	2	100
1-AG-V200-SE	2	50
1-AB-D60-SE	2	50
1-CVLG-E55-SE	4	50
1-AB-A60-SE	2	50
1-VB-I120-SE	6	20
1-VG-B250-SE	3	20
1-VG-B150-SE	3	50

1-VL-B150-SE	1	50
1-AG-B100-SE	2	50
1-AL-B55-SE	2	100
1-CVSG-F45-SE	2	50
1-AB-L120-SE	2	20
1-AB-D120-SE	3	20
1-AB-B60-SE	1	50
1-AG-R120-SE	1	15
1-AG-R90-SE	1	15
1-AG2-A150-SE	4	20
1-VB-C60-SE	1	50

Figura 28. Cantidad de Kanbans Empaque

Soluciones a Causa Raíz #2

La Causa Raíz #2 es que la maquinaria no es aprovechada en su totalidad ya que, en el área de trenzado, se utilizan solamente 40 de sus 65 trenzadoras, lo que equivale al 61% del aprovechamiento. Por lo que se decidió tener la solución de Orden de Trabajo en Trenzado que se describe a continuación.

También cabe mencionar que la solución de Kanban de Trenzado impacta en esta causa raíz debido a que al momento de diseñar dicha solución se consideraron todas las trenzadoras, haciendo que el inventario en proceso disminuya y a la vez, se utilice toda la maquinaria.

Orden de Trabajo Trenzado

Descripción de solución:

Existen 12 tipos de manguera que tienen una demanda pequeña diaria y que no necesitan todo el carrete completo, su demanda puede ser poca o de manera muy esporádica. Estos carretes son cortados y posteriormente, lo que queda sobrante, es guardado y se queda

estacionado en el área de kanbans por semanas. Para estos casos, se plantea una manera nueva de producir. Eliminar los kanbans que hay actualmente y reemplazarlos por órdenes de producción. De esta manera que solamente se trenzen los metros que se necesitan. Dos días antes de que necesite tener el producto completo y de manera que pueda estar a tiempo para cuando se necesite en el área de ensamble.

Objetivo:

Reducir la cantidad de tipos de kanbans de manera que solo estén los que tienen demanda frecuente y no existan carretes que se usen de manera parcial y el restante esté estacionado sin uso.

Fundamento:

Se sacaron los tipos de manguera que tienen menos de 50 metros de demanda diaria y que sus órdenes de trabajo que corresponden a su producto de ensamble es menor a 200 metros. Estas mangueras son 13 de las 42 que actualmente se usan en los conectores de manera en la que se reducen 13 carretes y se llega a un Kanban de 57, el que se menciona en la solución de Kanban trenzado.

Para poder calcular este ahorro se siguió el siguiente procedimiento:

Después de haber identificado las mangueras que cumplen con las características que se mencionaron anteriormente se identificó el costo del carrete contra la orden de trabajo que se estará produciendo (que como promedio se tomó 50 metros). Posteriormente se restó el costo de la orden de trabajo del costo del carrete completo lo que dió una diferencia de \$133 mil pesos.

Etiquetas de fila	Promedio diario	Costo por metro	Metros por carrete	Ahorro en metros	Costo OT	Costo Carrete
4-PMX255-WXN	1.7025	\$ 9.80	950	900	\$ 490.20	\$ 9,313.80
4-SSA300-WEN	1.455	\$ 15.25	600	550	\$ 762.65	\$ 9,151.80
4-SSA970-WEX	19.38	\$ 60.64	200	150	\$ 3,031.97	\$ 12,127.88
4-SSX255-WXN	27.675	\$ 12.70	950	900	\$ 635.14	\$ 12,067.57
4-SSX320-WPN	1.14	\$ 11.77	600	550	\$ 588.70	\$ 7,064.40
4-SSY250-GHX	49.3	\$ 31.05	950	900	\$ 1,552.57	\$ 29,498.83
4-VBR300-WEX	10.5	\$ 10.53	600	550	\$ 526.25	\$ 6,315.00
4-VPX210-WPN	1.65	\$ 5.40	1000	950	\$ 270.04	\$ 5,400.70
4-VPX244-WEN	2.8	\$ 10.17	950	900	\$ 508.62	\$ 9,663.69
4-VPX255-WXN	35.82	\$ 10.66	950	900	\$ 532.89	\$ 10,124.91
4-VPX450-WEN	1.575	\$ 16.68	500	450	\$ 833.76	\$ 8,337.55
4-VPX970-WEX	41.82	\$ 55.43	200	150	\$ 2,771.42	\$ 11,085.66
4-VWX250-GHX	41.01	\$ 17.38	950	900	\$ 868.80	\$ 16,507.11
					\$ 13,372.98	\$ 146,658.89
AHORRO					\$ 133,285.91	

Figura 29. Cálculo de ahorro con Órdenes de Trabajo

Ahorro económico:

Se estima que con estas modificaciones en la manera de producir, se ahorre un total de 133 mil pesos día con día. Es decir, que de manera diaria se tendrían 133 mil pesos menos en el área de trenzado en promedio diario.

Los tipos de manguera trenzada que entran dentro de la solución son las siguientes:

Etiquetas de manguera	
1	4-PMX255-WXN
2	4-SSA300-WEN
3	4-SSA970-WEX
4	4-SSX255-WXN
5	4-SSX320-WPN
6	4-SSY250-GHX
7	4-VBR300-WEX
8	4-VPX210-WPN
9	4-VPX244-WEN
10	4-VPX255-WXN
11	4-VPX450-WEN
12	4-VPX970-WEX
13	4-VWX250-GHX

Figura 30. Tipos de manguera dentro de la solución de Orden de Trabajo

Requisitos:

Para esto se necesita agregar en el sistema de MRP que manejan los códigos de las mangueras que se van a agregar a este nuevo sistema de producción. Se debe de programar que se dispare automáticamente la orden de trabajo de trenzado una vez que se dispare la orden de trabajo del producto terminado que corresponde con la manguera trenzada. Esta orden de trabajo se debe de bajar al responsable de trenzado de forma directa para que se tenga una mejor comunicación desde la planeación de la producción hasta la planta de manera directa.

Mejoras colaterales de soluciones

Después de haber establecido las soluciones, que se propusieron principalmente para reducir el costo del inventario en proceso que se tiene en las dos plantas. Pero después de haber planteado las soluciones se identificó que existen otros beneficios además del costo. Los otros beneficios que se identificaron son los siguientes:

- Disminución de espacios: La disminución de espacios más notoria es la de los carretes, debido a que actualmente se cuenta con aproximadamente 200 carretes (con manguera trenzada y vacíos). Se tienen actualmente 62 metros cuadrados designados a los carretes trenzados a lo que se podría disminuir a 23 metros cuadrados. Lo que permite que esa área se pueda reasignar a nueva maquinaria, procesos o incluso otros materiales.
- Flexibilidad de producción: El tener menos inventario en proceso permite que los cambios de producción e incluso los cambios de producción de tipo de producto sea de una manera más sencilla debido que el material es menos y que se puede cambiar con más facilidad a diferencia que cuando se tiene más inventario en proceso.
- Eficiencia: Cómo se ha mencionado anteriormente en este documento, la utilización de las máquinas trenzadoras no es al 100%, debido a que solamente se utiliza 40 de la 65 que se tienen actualmente. Esto se debe a porque se tiene un kanban mayor al necesario y se prenden todas las trenzadoras, se tendría mucho más. El kanban

mencionado en la solución de trenzado completa la utilización completa de la maquinaria. Por lo que la eficiencia de la maquinaria subiría de 61% a 100%. Esta eficiencia, impacta a su vez en el indicador del OEE.

- Rotación de inventario: La rotación que tiene actualmente Coflex, no es malo, debido a que rota aproximadamente 4.2 días, lo que equivale a rotar 87 veces en el año. Con la disminución del 21% que se establece en el objetivo, la rotación podría disminuir a 3.3 días que equivale a rotar 110 veces en el año.

Capítulo 5.
Proceso de implementación de
soluciones

Matriz de implementación

Para lograr identificar en qué orden se implementarán las soluciones, se creó una matriz de priorización donde se identificaron distintos factores que se tomarán como decisivos para así decidir a cuáles de las soluciones se le invertirá más tanto tiempo como esfuerzo. Los factores son los siguientes:

- Tiempo: la cantidad de tiempo que tiene que invertir para poder implementarlo.
- Costo: Cantidad de dinero que se necesita para implementar la solución.
- Alcance: El ahorro monetario que se puede ahorrar mediante la solución.
- Personal: si es que se tiene que asignar personal dentro de la planta para controlar la solución.
- Medición: si es que se necesita mucho esfuerzo para controlar, medir y darle seguimiento a la solución.

Totales	Tiempo	Costo	Alcance	Personal	Medición	Total	Priorización
KB Trenzado	0.06	0.11	0.00	0.07	0.07	0.320	1
KB Ensamble	0.00	0.06	0.00	0.12	0.05	0.233	2
KB Inyección	0.02	0.04	0.01	0.02	0.01	0.098	3
OT Trenzado	0.08	0.05	0.01	0.01	0.03	0.177	4
KB Empaque	0.05	0.01	0.00	0.03	0.02	0.105	5

Figura 31. Matriz de Priorización

El resultado de las soluciones son las siguientes: primero se implementaría el Kanban de trenzado, posteriormente el de ensamble, después el de inyección, después la solución de Orden de trabajo de Trenzado, y por último el kanban de Empaque.

Control de soluciones

- Monitoreo de *Key Process Indicator*

Una vez terminado el proyecto se seguirá con la medición diaria del inventario en proceso para así asegurar que las soluciones están dando resultados. Es por eso que se

propone la creación de un nuevo indicador (KPI) llamado Inventario en Proceso. Este se seguirá tomando de manera diaria, de igual forma que se hace actualmente. El responsable de descargar los datos del sistema será el planeador de la producción. Los datos que se descargarán serán de las siguientes ubicaciones: ensamble, trenzado, empaque, traslado e inyección. Se hará una plantilla en Excel donde se estará poniendo toda la información y los porcentajes que abarcan cada una de las áreas. En este caso, se mostrará como ejemplo la plantilla de trenzado.

Demanda diaria	30000	metros	
----------------	-------	--------	--

Etiquetas de fila	Porcentaje de demanda	Carretes	Costo total
4-PMX255-WXN	0.0059%	1	\$ 9,313.80
4-PMY300-GNX	0.3871%	1	\$ 5,631.84
4-PNX250-WTN	0.1953%	1	\$ 5,652.98
4-PNX255-WXN	0.5543%	1	\$ 8,702.00
4-PNX300-WTN	3.9390%	2	\$ 12,359.16
4-SEA300-WEX	15.7374%	7	\$ 54,770.52
4-SEX245-WEX	1.1135%	1	\$ 11,191.67
4-SMC300-WEX	4.0486%	2	\$ 13,340.76
4-SSA300-WEN	0.0050%	1	\$ 9,151.80
4-SSA970-WEX	0.0667%	1	\$ 12,127.88
4-SSM250-GHX	0.6537%	1	\$ 13,015.48
4-SSN500-WEX	2.1892%	1	\$ 9,437.72
4-SSX244-WEN	1.0976%	1	\$ 11,581.55

Figura 32. Ejemplo de Plantilla de actualización de Kanbans Trenzado

Cada seis meses se estará actualizando la primera fila en la cual dice la demanda diaria de metros, que actualmente es de 30 mil y el porcentaje de la demanda que cada una de las mangueras representa dependiendo del pronóstico. De esta manera, el archivo de Excel arrojará automáticamente la cantidad de Kanbans que se necesita por cada tipo de manguera y la cantidad monetaria que representa cada una de los tipos de manguera.

Este mismo KPI se revisará de manera semanal en la junta “Revisión de Indicadores” que de manera a que si no se registra una disminución del inventario en proceso, se revisarán las soluciones a manera de que se le hagan los ajustes necesarios.

- Actualización de Kanban

Cómo se ha mencionado anteriormente, la demanda anual de Coflex, se divide en dos temporadas donde cambia la demanda, por las cuestiones del clima, por lo que se recomienda que dos veces al año que sería cada marzo y septiembre de cada año, que se actualicen estos datos con el pronóstico de los siguientes seis meses. Es por eso que se realizó una plantilla que se muestra a continuación, de manera a que solo se actualice el pronóstico de la demanda y que se actualicen la cantidad de kanbans necesarios por componentes.

En los casos que sean necesario, también se darán de baja los productos obsoletos y se darán de alta los productos nuevos que se incluyeron en la cartera de productos. Si es que la cantidad de los kanbans se modifica por la demanda cambiante, se hará un comunicado a las áreas correspondientes y además se modificarán los letreros que digan la cantidad de Kanbans necesarios para que se empiece a surtir de manera diferente y así satisfacer la demanda y al mismo tiempo no tener inventario en proceso excedente.

Forma de implementación

La forma en la cual se quiere implementar para reducir la resistencia al cambio que se ve en los operarios así como en los responsables de cada área, es ir implementando de poco a poco cada una de las soluciones, ver si existe un riesgo y de la misma manera hacer modificaciones en los kanbans si es que es necesario.

Para comenzar la implementación de los kanbans, se eligieron los componentes que más diferencia tienen entre la cantidad de Kanbans actuales y la cantidad de kanbans propuesta por los cálculos del proyecto, se eligieron los 5 mayores de cada una de las áreas, (excepto por trenzado, que en ese caso fueron 3 tipos de manguera), y se comenzará a reducir uno o dos kanbans de cada uno dependiendo del caso. Si se ve que el cambio funcionó e impactó de manera positiva en el área, se reducirá de nuevo y se elegirán nuevos componentes para empezar el proceso. Así sucesivamente hasta que se llegue a todos los componentes y se llegue al objetivo establecido por área.

En el caso de la orden de trabajo de trenzado, se necesita primero registrar los códigos de los tipos de manguera que se quieren implementar de manera que se vincule automáticamente el producto terminado con la manguera trenzada que le corresponde. De manera a que si se hace un pedido de un producto que corresponde a una de estas tres

mangueras trenzadas, automáticamente se mande una orden de trabajo a trenzado para que haga solamente la cantidad necesaria por la orden de trabajo y de esa manera se pueda satisfacer la demanda y al mismo tiempo no quede manguera trenzada excedente.

Resumen de soluciones al objetivo

Después de haber planteado las soluciones también se identificó cómo es que impactarán en el objetivo de manera en la cual es el porcentaje que aportan dentro del objetivo. Las soluciones, con su respectivo ahorro monetario e impacto en el objetivo se muestran en la tabla a continuación:

Solución	Ahorro monetario	Impacto en el objetivo
Kanban de Ensamble	\$353 mil	3.6%
Kanban de Trenzado	\$827 mil	8.5%
Orden de Trabajo Trenzado	\$113 mil	1.1%
Kanban Empaque	\$500 mil	5.2%
Totales	\$1.8 millones	19%

Figura 33. Resumen de soluciones

De la misma manera, se muestra cómo es que se comporta actualmente cada una de las áreas comparado de cómo es que se comportará después de haber llegado al objetivo del proyecto.

Ensamble:

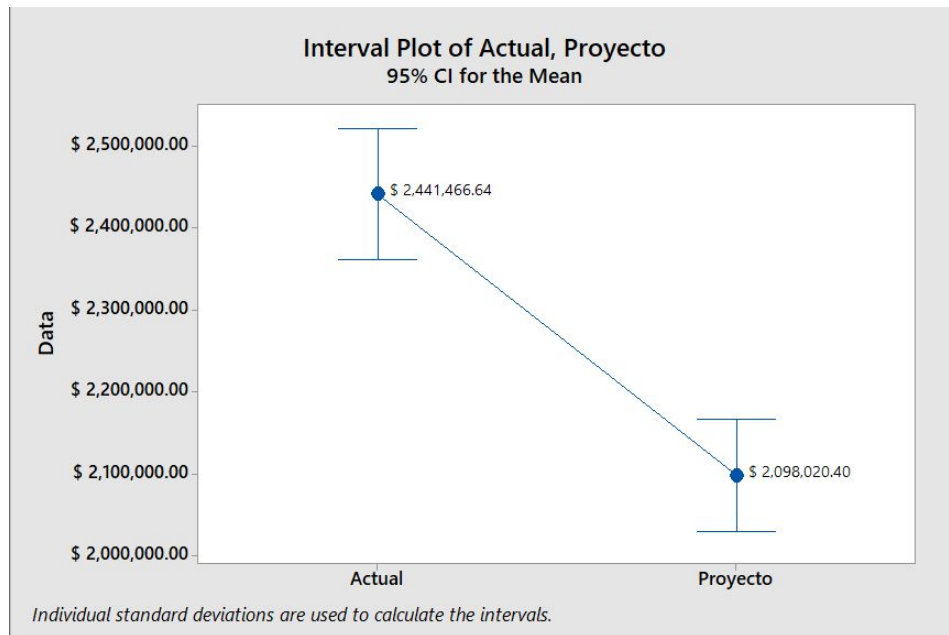


Figura 34. Inventario en proceso en Ensamble actual vs proyecto

Se muestra que actualmente, en promedio se tiene aproximadamente \$2.44 millones de pesos en promedio y después de la reducción del objetivo, se espera que esta área llegue a \$2.09 millones de pesos.

Trenzado:

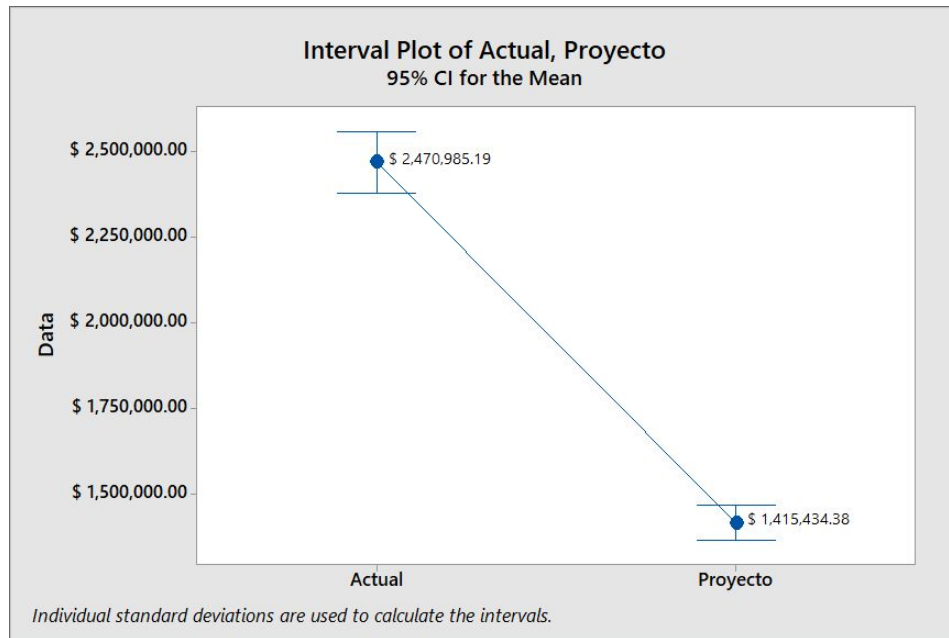


Figura 35. Inventario en proceso en Trenzado actual vs proyecto

Actualmente, en esta área se cuenta con un aproximado de \$2.47 millones de pesos en promedio diario, que una gran parte de este dinero es de carretes trenzados. Se espera que después de haber implementado las soluciones que corresponden a esta área, que son la orden de trabajo y el rediseño del kanban, Trenzado debe de representar \$1.41 millones de pesos del inventario en proceso diario en promedio.

Inyección:

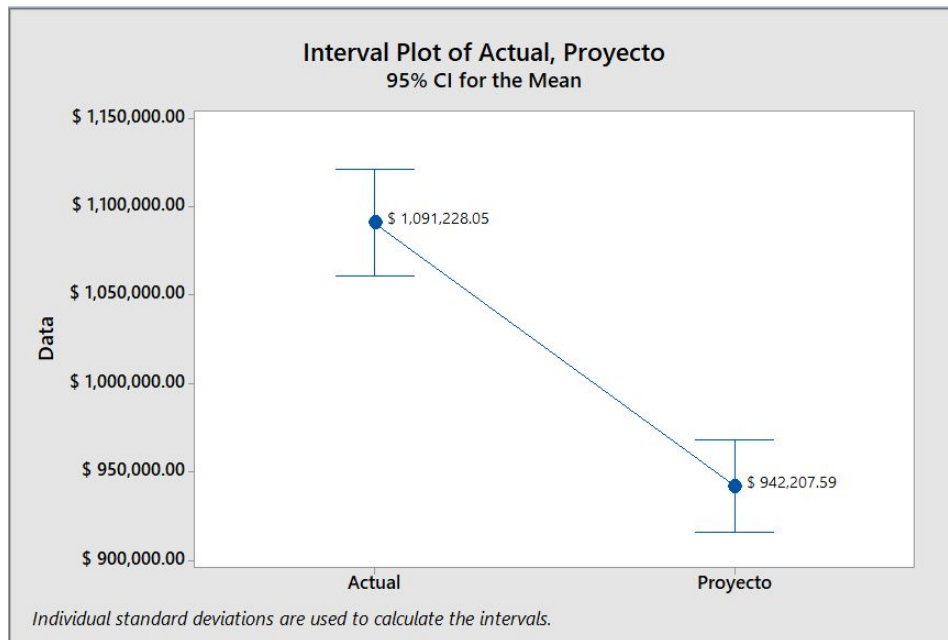


Figura 36. Inventario en proceso en Inyección actual vs proyecto

Dentro de esta área se ve cómo actualmente se tiene \$1.09 millones de pesos en el inventario en proceso diario, lo que se quiere reducir a llegar a \$942 mil pesos en promedio del inventario de promedio diario, al seguir con el control de las soluciones que se entregará a la empresa, ya que, es un área que siguiendo los pasos se llega a la reducción desada.

Empaque:

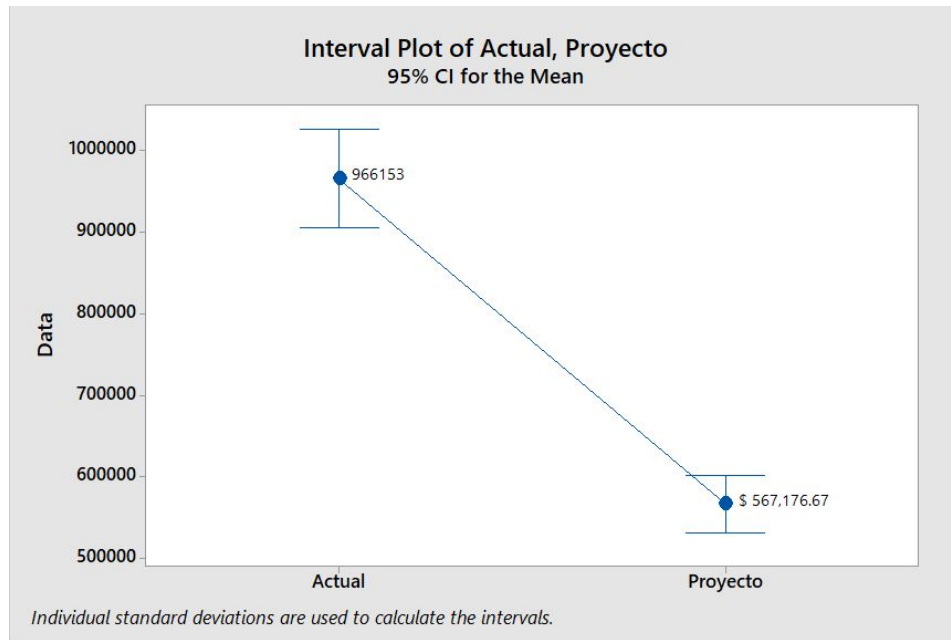


Figura 37. Inventario en proceso en Empaque actual vs proyecto

Dentro de esta área, donde se tienen establecidos todos los componentes “Sin Etiqueta” se tiene aproximadamente \$966mil pesos en el inventario en proceso diario, después de crear y diseñar un nuevo Kanban para cada uno de estos productos sin etiqueta, se puede llegar a disminuir hasta \$567 mil pesos diarios dentro del inventario en proceso diario.

Capítulo 6.
Implementación de Soluciones

Implementación en Trenzado

Para la solución del Kanban de trenzado, debido a la resistencia que existe en el área y que los trabajadores así como los responsables llevan muchos años trabajando de la misma manera, se decidió empezar poco a poco, esto se realizó con todas las mangueras que existen en el nuevo kanban.

Para la reducción de estos carretes, se comenzó primeramente con 3 mangueras, esto se realizó mediante una selección en la que se decidió elegir los que más diferencia tienen entre la cantidad de Kanbans que se tiene actualmente contra los que dicta el estudio que se realizó a raíz del proyecto. Se eligieron las mangueras con más diferencia que son las que se muestran a continuación.

	Carretes			MXN
Manguera	Actual	Proyecto	Diferencia	Costo por carrete (MXN)
4-VDN300-GNX	20	5	15	7,000
4-VPC300-WEX	12	2	10	6,250
4-SMC300-WEX	12	2	10	6,600

Figura 38. Mangueras para comenzar implementación de Trenzado.

En la tabla 17, que se muestra anteriormente, se observa cómo es que la diferencia entre la situación actual contra la ideal es igual o superior de 10 carretes en cada uno de los casos. Por lo que se propuso una disminución de dos carretes por cada uno de los tipos de manguera para empezar. Esto, para que tanto los trabajadores se sientan confiados y no vean una diferencia abismal dentro de su producción. Para que se vaya disminuyendo poco a poco y si se ve que se necesitan cambios al nuevo diseño del Kanban, se puedan hacer las modificaciones a tiempo y no interferir de manera negativa en la producción ni en la satisfacción de la demanda.

La reducción de estos seis carretes equivale a aproximadamente 40 mil pesos mexicanos. La implementación de estos cambios se comenzó el día 11 de octubre del 2019 y

se fueron observando los cambios en el inventario en proceso, los datos que se obtienen del sistema. El día 11 de octubre se registraron \$2.79 millones de pesos y posteriormente se tomaron los datos del día 14 de octubre que se registraron \$2.43 millones de pesos en el área de trenzado, que refleja una disminución de \$700 mil pesos por cuestiones de producto terminado, \$350 mil pesos de disminución por producción y una disminución de \$40 mil pesos por el cambio del tamaño del kanban.

Los próximos pasos de esta implementación fueron continuar con todas las demás mangueras, con una disminución del 20% de cada una de estas, con la intención de avanzar de manera más rápida y controlada la implementación al 100%.

Implementación Ensamble

La siguiente área a implementar posterior a trenzado fue el área de expendio que se compone de los materiales a utilizar en las líneas de producción de ensamble y los que se utilizan en el área de subensamble. En esta área se contaban con etiquetas realizadas hace cerca de 3 años, por lo que, como la demanda incrementa año tras año, ya no se da un abasto por lo que no se seguían los lineamientos establecidos, ni se contaban con mínimos o máximos en algunas de las etiquetas, por lo que, después de haber realizado el correcto cálculo del kanban, se imprimieron etiquetas con los correctos datos para cada uno de los componentes y se sustituyeron con las anteriores. A la par de la implementación de la solución se utilizó de los sistemas de control que se presentan en el siguiente Capítulo 7.

Capítulo 7.

Proceso de control de soluciones

Cómo se ha mencionado anteriormente, al hablar de las soluciones que se esperan tomar dentro de la empresa, debe de contar con un plan de implementación debido a que no se pueden implementar todas las soluciones al mismo tiempo, si no que se tienen que ir implementando de manera gradual, de forma que se puedan hacer modificaciones si es que son necesarias así como también se pueden ir agregando nuevos factores o consideraciones a las soluciones. Así mismo, al realizar estas acciones de implementación gradual de las soluciones, se tienen aspectos de seguridad para evitar falta de material, que a pesar de que todos los factores se consideran, se pueden tener cambios repentinos por aspectos como falta de material, nueva maquinaria, resistencia al cambio por parte del personal, etc. De esta forma se previenen estos aspectos y se emplean de mejor manera las soluciones.

En el caso de las soluciones que implican un kanban, se toman los componentes que tienen la mayor diferencia entre lo establecido en el proyecto y lo que se tiene actualmente definido, de esta manera se puede ir reduciendo poco a poco sin tener riesgo, ya que la diferencia, es significativa. De esta manera, como se mencionó anteriormente, se evitarán problemas tanto con el personal como con la demanda de productos.

El orden en el cual se irán reduciendo las gavetas de los kanbans de cada una de las áreas, va en el siguiente orden: se comenzará con el área de trenzado, la que, como ya se mencionó, es la solución de mayor alcance al proyecto, por parte del objetivo que se estableció. Así mismo, es la que representa un mayor impacto económico dentro del inventario en proceso. El área siguiente es el kanban de ensamble, donde se cuenta con distintos componentes para el ensamble final. En esta área mencionada, se tiene un impacto monetario de un 4% del inventario en proceso total dentro de la empresa cliente.

Las siguientes 2 áreas se encuentran en la planta 2, primeramente es el área de empaque, la cual, como se mencionó anteriormente, es la encargada de que los conectores denominados como “sin etiqueta” de la planta 1, sean empaquetados y llevados al almacén de producto terminado, esta área genera un impacto significativo por lo que pasa al tercer lugar y por otra parte se tiene el área de inyección la cual queda en cuarto lugar por su forma de implementación, ya que, es el área con el menor impacto monetario.

Por otra parte, se tiene la solución de implementación de orden de trabajo de trenzado, la cual es una reducción de un 1% del inventario en proceso total, que, a final de cuentas, esta

solución ayuda a que se tenga una mejor comunicación entre líderes de programación y personal en trenzado.

Antes de tener un sistema de control individual para cada una de las soluciones, se identificó que existía un indicador para lograr identificar cómo es que se está comportando el inventario en proceso.

El KPI fue llamado como “Indicador de Inventario en Proceso”. Con este KPI se podrá identificar que las soluciones estén funcionando de manera adecuada, si se identifican fluctuaciones en el inventario en proceso y si es necesario que se lleven a cabo acciones correctivas o preventivas.

En este KPI, se estará midiendo de forma diaria la cantidad de dinero que se tiene en inventario en proceso en las siguientes ubicaciones: ensamble, empaque, inyección, trenzado y traslado, así como las áreas de almacén de materia prima y producto terminado, para de igual manera, al ocurrir un mal entendido en alguna de las áreas, lograr identificar que está sucediendo en los almacenes. Estos datos se obtendrán mediante el *software* llamado GP donde se descargan los datos de la *smartlist* llamada “Proyecto de inventarios”.

Los pasos, de manera desglosada para obtener estos datos mencionados, son los siguientes:

1. Entrar al GP con usuario y contraseña asignados por el departamento de sistemas.

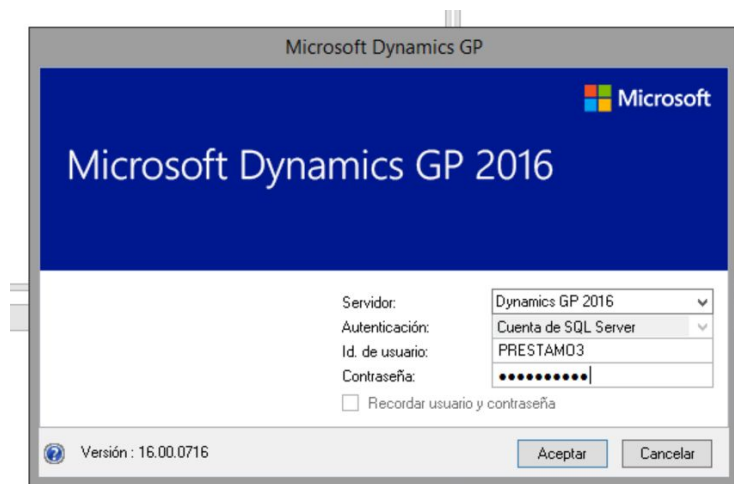


Figura 39. Entrada a GP

2. Posterior a entrar, se verá en la pantalla principal de lado superior izquierdo, el apartado denominado “Microsoft Dynamics GP”, se selecciona la parte de “Smartlist” y se continúa con los siguientes pasos.

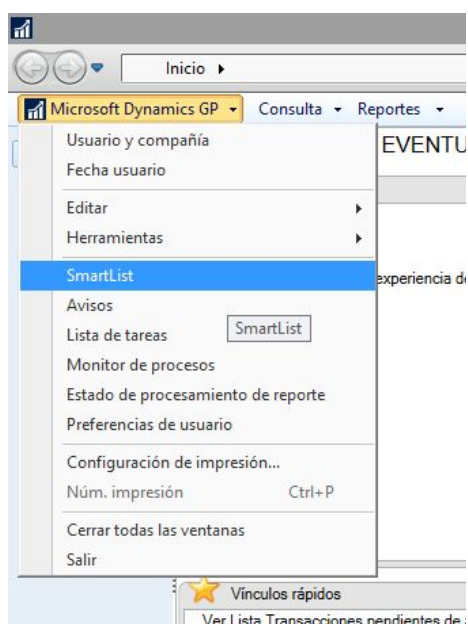


Figura 40. Pasos dentro del GP

3. Una vez dentro de este apartado se muestran diferentes áreas de lado izquierdo, seleccionamos “Inventario” y posterior a esto en “Cantidades de artículo” y, como se muestran por orden alfabético, se busca en la letra “P” el documento llamado “Proyecto de Inventarios” y se da clic.

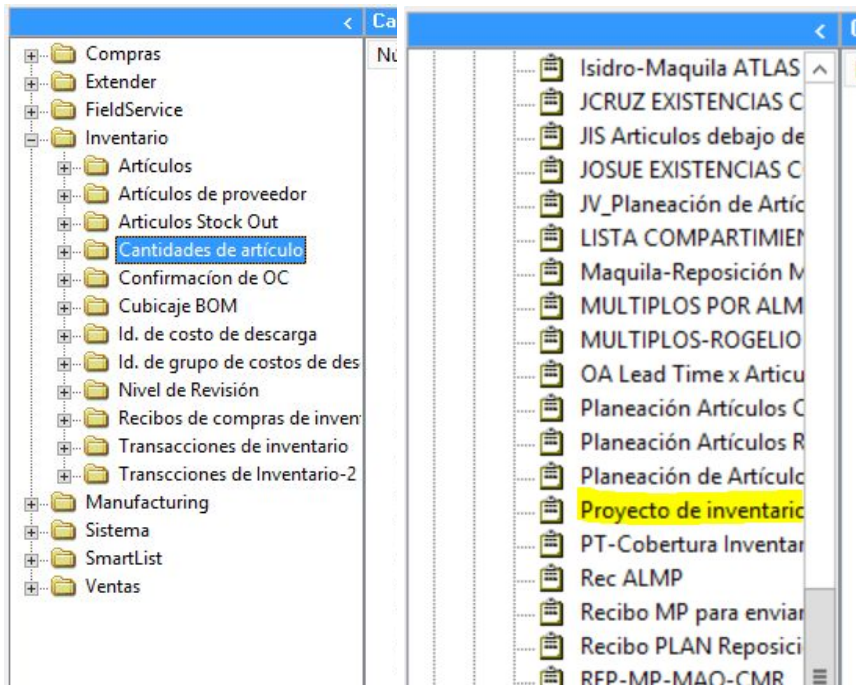


Figura 41 y 42. Pasos hacia smartlist

4. Una vez dentro se da clic en el ícono “Buscar” y se abrirá la siguiente pantalla.

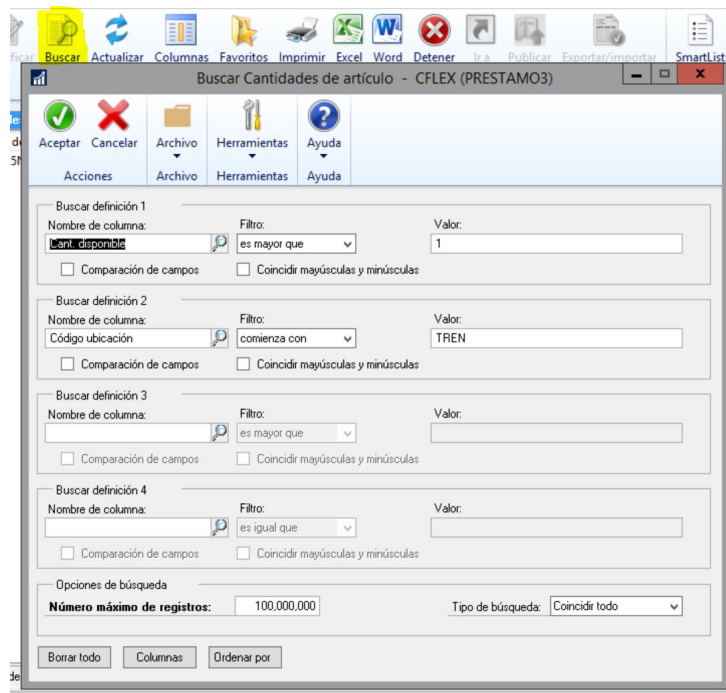


Figura 43. Búsqueda de datos a recuperar

5. Se presenta una lista de criterios para la búsqueda, por lo que se llenarán los campos de la siguiente manera: (un punto importante en esta parte es al realizar el paso 5 y paso 6 al mismo tiempo y repetir hasta terminar con todas las áreas interesadas)
 - a. Cantidad disponible: se establece el “es mayor que 1” para obtener lo que se tiene actualmente.
 - b. Código Ubicación: Área de búsqueda de inventario en proceso. (ensamble, trenzado, empaque, inyección, traslado y ALMP-P2)
 - c. Número de resultados: Mantenerlo en “100,000,000”, para evitar falta de datos.
 - d. Columnas necesarias: Número de artículo, código ubicación, cant. en existencia, cant. asignada, cant. disponible, costo actual, descripción artículo y U de M base.

6. Este paso es esencial para el correcto análisis de datos, al terminar la búsqueda del área interesada, se deben importar los datos a excel dando clic en el ícono, posterior a esto se copiarán los datos a una hoja nueva de excel dentro de la plantilla que se menciona más adelante llamada “KPI Inv en Proceso”, la cual se encuentra fuera del GP.

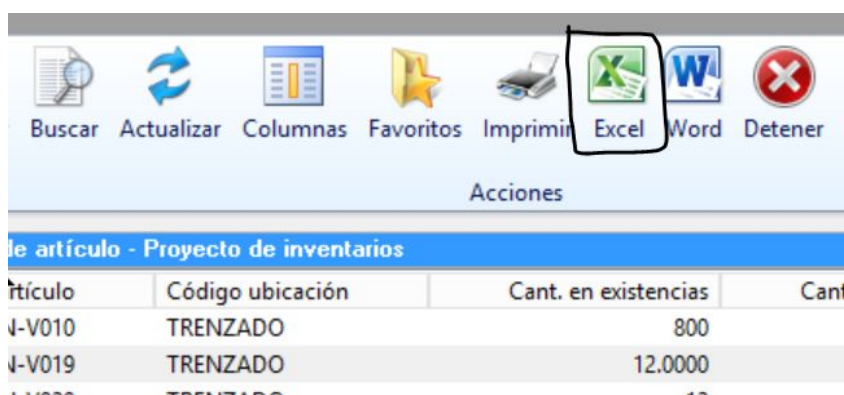


Figura 44. Exportación de datos a excel

7. Una vez que se tienen las áreas interesadas, se guardará la hoja con la fecha del día en que se recuperaron los datos, así como la hora y se agrega una columna para el costo

total actual de los artículos, como se muestra en la figura 45. (Cant. Disponible x Costo Actual, se arrastra la fórmula para todos los datos)

1-VR-C150	EMPAQUE	42.00000	0.00000	42.000
1-VR-C300	EMPAQUE	9.00000	0.00000	9.000
1-VR-D30	EMPAQUE	11.00000	0.00000	11.000
1-VS-B35-SE	EMPAQUE	100.00000	0.00000	100.000
1-VWB-A150-S	EMPAQUE	257.00000	0.00000	257.000
2-AL-300	EMPAQUE	6.00000	0.00000	6.000

Figura 45. Asignación de nombre a hoja

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Número de art	Código ubicaci	Cant. en existe	Cant. asignada	Cant. disponib	Costo actual	Costo Total Actual	Descripción art	U de M b
1-AB-D60-SE	EMPAQUE	62.00000	0.00000	62.00000	46.05610	=E2*F2	CONECTOR FL PZ	
1-AB-I120-SE	EMPAQUE	341.00000	0.00000	341.00000	58.94520		CONECTOR FL PZ	
1-AB-J36-SE	EMPAQUE	3.00000	0.00000	3.00000	38.58470		CONECTOR FL PZ	

Figura 46. Nueva columna a insertar

- Finalmente se realizará una tabla dinámica de estos datos recuperados. Para realizar esto se selecciona el ícono de “tabla dinámica” en el apartado de “Insertar”, se da clic y aparece la pantalla que se muestra en la figura 47, se seleccionan los datos y se elige la opción de “hoja de cálculo existente” y se elige una celda de la hoja para insertarla.

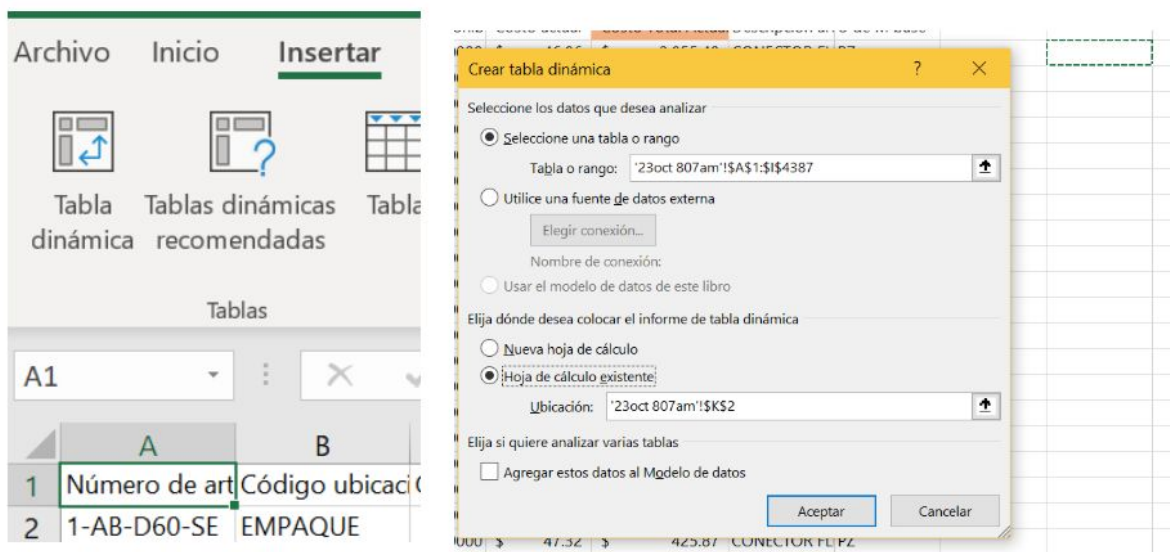


Figura 47 y 48. Pasos para insertar tabla dinámica

- Una vez que se inserta la tabla dinámica, se seleccionan código ubicación y costo total actual como se muestra en la figura 49y se concluye el análisis.

Etiquetas de fila	Suma de Costo Total Actual
ALMP-P2	\$1,921,155.26
EMPAQUE	\$2,629,610.51
ENSAMBLE	\$2,558,967.09
INYECCION	\$774,307.40
INY-MOLIDO	\$40,411.11
TRASLADO	\$432,505.84
TRASLADO2	\$206,306.41
TRASLADO3	\$120,975.32
TRENZADO	\$2,406,189.42
Total general	\$11,090,428.37

Seleccionar campos para

Buscar

- Número de artículo
- Código ubicación**
- Cant. en existencias
- Cant. asignada
- Cant. disponible
- Costo actual
- Costo Total Actual**
- Descripción artículo
- U de M base

Figura 49.Pasos para análisis final

Este indicador será responsabilidad del planeador de producción, ya que esta persona será la responsable de descargar los datos y mostrar tanto mejoras como aspectos de importancia para tomar acciones.

Este KPI será incluido como parte de la junta semanal donde se revisan otros indicadores como los son los de almacenes, producción, entre otros, es aquí donde se dará visibilidad de cómo es que va el indicador, cómo es que estuvo en semanas pasadas y cómo se planea que se vea en semanas futuras. Si ha habido disminuciones o si se necesitan hacer correcciones en las soluciones, se tomarán acciones en conjunto en ese momento.

También se debe de implementar una meta donde se pueda estar monitoreando si semanalmente se está cumpliendo la meta o no. De esta manera, se podrá tener un mejor control de las mismas así como también se podrán implementar acciones ya sean correctivas o preventivas según sea el caso.

Cómo ya se mencionó anteriormente, los datos se descargarán y posteriormente se adjuntarán a una libro que se tiene desarrollado en Excel con el nombre “KPI Inv en proceso” para, de manera sencilla, mantener el orden de los datos obtenidos. Esta plantilla permite tener visibilidad de cuánto dinero se tiene en cada área y que porcentaje representa. Dentro de esta plantilla también se pueden observar las comparaciones de días anteriores y cómo es que el inventario en proceso se ha comportado a través del tiempo.

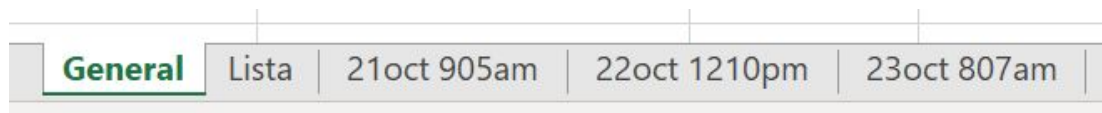


Figura 50. Hojas incluidas en la plantilla KPI

Los pasos para la utilización de esta plantilla son los siguientes:

1. Al abrir la plantilla, como se observa en la figura 50, se incluyen 2 hojas establecidas y aquí mismo se incorporan las hojas mencionadas en los pasos de recuperación de datos. Una vez que se colocan los datos en la plantilla, se seleccionan y se copian los datos de la tabla dinámica (figura 51) y se pegan estos datos en la hoja “Lista” (figura 52).

Para copiar los datos no se tomarán los títulos de las columnas como se muestra a continuación.

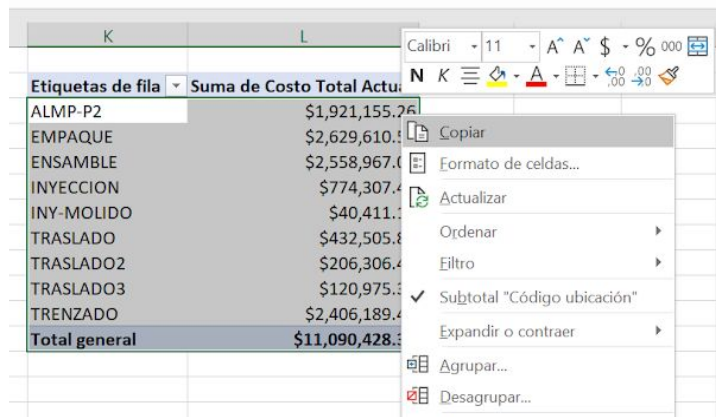


Figura 51. Copiar datos de día elegido

Para pegar los datos en la hoja “Lista”, se debe seleccionar la opción de pegado como valores (es la opción con “123” en ella).

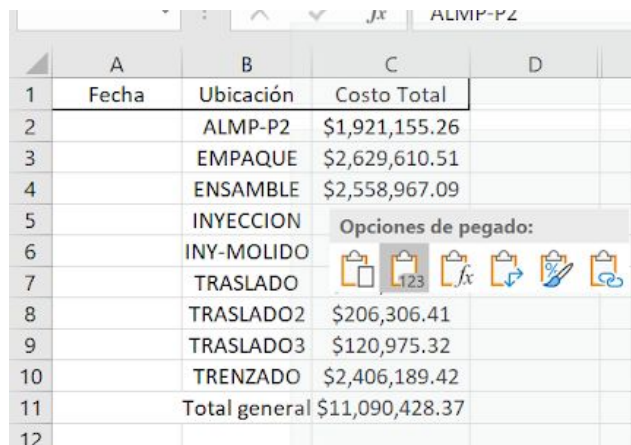


Figura 52. Pegar datos de día elegido

2. Posterior al pegado de los datos, se colocará la fecha como se muestra en la Imagen 15, para la correcta identificación de los datos. Para arrastrar la fecha y agilizar el proceso, se arrastran los datos y al mismo tiempo se presiona la tecla “CTRL”.

	A	B	C		A	B	C	
1	Fecha	Ubicación	Costo Total		1	Fecha	Ubicación	Costo Total
2	23-oct	ALMP-P2	\$1,921,155.26		2	23-oct	ALMP-P2	\$1,921,155.26
3		EMPAQUE	\$2,629,610.51		3	23-oct	EMPAQUE	\$2,629,610.51
4		ENSAMBLE	\$2,558,967.09		4	23-oct	ENSAMBLE	\$2,558,967.09
5		INYECCION	\$774,307.40		5	23-oct	INYECCION	\$774,307.40
6		INY-MOLIDO	\$40,411.11		6	23-oct	INY-MOLIDO	\$40,411.11
7		TRASLADO	\$432,505.84		7	23-oct	TRASLADO	\$432,505.84
8		TRASLADO2	\$206,306.41		8	23-oct	TRASLADO2	\$206,306.41
9		TRASLADO3	\$120,975.32		9	23-oct	TRASLADO3	\$120,975.32
10		TRENZADO	\$2,406,189.42		10	23-oct	TRENZADO	\$2,406,189.42
11		Total general	\$11,090,428.37		11	23-oct	Total general	\$11,090,428.37
12					12			
13					13			

Figura 53. Colocar fecha a datos

- Una vez que se tienen los datos en la “Lista”, se pasa a la hoja “General” y se observará como la figura 54. Se da clic en la tabla dinámica y aparecerán en la barra de herramientas las correspondientes a la tabla.

A	D
Total Inv en proceso	Etiquetas de columna
Etiquetas de fila	
Total general	

Figura 54. Tabla dinámica en “General”

Figura 55. Herramientas de tabla dinámica

- Se dará clic en analizar y solo se dará clic en la parte de “Actualizar” y se observarán los datos como la figura 57.



Figura 56. Herramienta “Actualizar”

Total Inv en proceso	Etiquetas de columna										
Etiquetas de fila	ALMP-P2	EMPAQUE	ENSAMBLE	INYECCION	INY-MOLIDO	TRASLADO	TRASLADO2	TRASLADO3	TREZADO	Total general	
23/10/2019	\$1,921,155.26	\$2,629,610.51	\$2,558,967.09	\$774,307.40	\$40,411.11	\$432,505.84	\$206,306.41	\$120,975.32	\$2,406,189.42	\$11,090,428.37	
Total general	\$1,921,155.26	\$2,629,610.51	\$2,558,967.09	\$774,307.40	\$40,411.11	\$432,505.84	\$206,306.41	\$120,975.32	\$2,406,189.42	\$11,090,428.37	

Figura 57. Tabla dinámica con los datos establecidos

5. Una vez que se obtengan los datos de varios días, se observará de la siguiente manera.

Total Inv en proceso	Etiquetas de columna									
Etiquetas de fila	ALMP-P2	EMPAQUE	ENSAMBLE	INYECCION	INY-MOLIDO	TRASLADO	TRASLADO2	TRASLADO3	TREZADO	Total general
21/10/2019	\$1,900,000.00	\$2,600,000.00	\$2,500,000.00	\$700,000.00	\$40,000.00	\$430,000.00	\$200,000.00	\$121,000.00	\$2,400,000.00	\$10,891,000.00
22/10/2019	\$1,800,000.00	\$2,500,000.00	\$2,300,000.00	\$732,000.00	\$39,000.00	\$440,000.00	\$200,000.00	\$110,000.00	\$2,343,000.00	\$10,464,000.00
23/10/2019	\$1,921,155.26	\$2,629,610.51	\$2,558,967.09	\$774,307.40	\$40,411.11	\$432,505.84	\$206,306.41	\$120,975.32	\$2,406,189.42	\$11,090,428.37
24/10/2019	\$1,921,155.26	\$2,629,610.51	\$2,558,967.09	\$774,307.40	\$40,411.11	\$432,505.84	\$206,306.41	\$120,975.32	\$2,406,189.42	\$11,090,428.37
25/10/2019	\$1,921,155.26	\$2,629,610.51	\$2,558,967.09	\$774,307.40	\$40,411.11	\$432,505.84	\$206,306.41	\$120,975.32	\$2,406,189.42	\$11,090,428.37
26/10/2019	\$1,921,155.26	\$2,629,610.51	\$2,558,967.09	\$774,307.40	\$40,411.11	\$432,505.84	\$206,306.41	\$120,975.32	\$2,406,189.42	\$11,090,428.37
27/10/2019	\$1,921,155.26	\$2,629,610.51	\$2,558,967.09	\$774,307.40	\$40,411.11	\$432,505.84	\$206,306.41	\$120,975.32	\$2,406,189.42	\$11,090,428.37
Total general	\$1,900,825.19	\$2,606,864.65	\$2,513,547.92	\$757,648.15	\$40,150.79	\$433,218.46	\$204,504.58	\$119,410.94	\$2,396,278.16	\$10,972,448.83

Figura 58. Pasos finales tabla dinámica

Los datos de la fila Total General, dentro de la tabla dinámica, que se encuentra en la celda “A”, es el promedio que se obtiene de cada una de las áreas. Por otra parte, la columna con el título Total General, se refiere a la suma de lo correspondiente a ese día mostrado.

Así mismo, se muestra una gráfica de puntos mensualmente para identificar la tendencia que tienen los datos, esta gráfica se muestra en el lado derecho de la tabla dinámica en la hoja “General”.

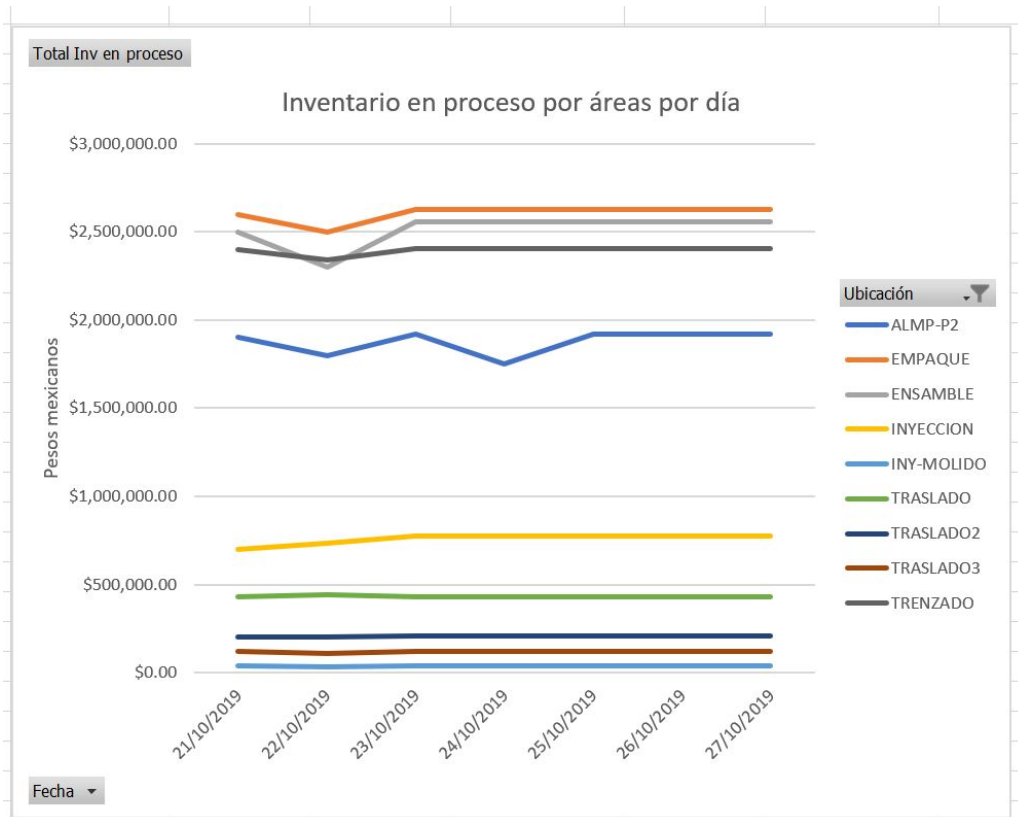


Figura 59. Gráfica de datos

Objetivo:

Monitorear y dar seguimiento del inventario en proceso e identificar si se necesitan modificaciones en las soluciones o incluso proponer soluciones nuevas para controlar el inventario en proceso.

Factores críticos de éxito:

- A. Disminuir la cantidad monetaria que representa el inventario en proceso en los primeros 6 meses.
- B. Al llegar a disminuir el 19% del inventario en proceso, mantenerse en ese rango.

Si es que se identifica alguna anomalía o algún dato fuera del rango establecido, se deberá identificar la causa del mismo e proponer alguna acción que ayude a regresar la cantidad de inventario en proceso a su rango establecido.

1. Kanban Trenzado

Para esta solución se estableció que la manera en la que se estará controlando será mediante la definición de espacios así como también los letreros con la cantidad de kanbans que necesita cada artículo.

Cómo se ha mencionado anteriormente, Coflex tiene una demanda cambiante dependiendo de la temporada del año, por lo que se recomienda estar actualizando la plantilla agregando la demanda diaria de cada una de las mangueras trenzadas dependiendo del pronóstico de las ventas de los productos terminados. De igual manera, se darán de alta los nuevos productos que se agreguen a la cartera de productos y se darán de baja productos obsoletos para eliminar sus kanbans o reducirlo, según sea el caso.

De la misma manera se tendrá una plantilla donde se tendrá toda la formulación para sacar los kanbans necesarios e irlo actualizando cada seis meses, o cada que sea necesario en caso de que se dé de alta o de baja algún producto.

2. Kanban Ensamble

De la misma manera que se hace con los demás Kanbans, se tendrá un apoyo visual con el que se podrá identificar la cantidad de Kanbans que se necesita por cada uno de los diferentes componentes.

Por las cuestiones que se tiene demanda cambiante por las estacionalidades y por los cambios de productos así como la integración de productos en la cartera, se tiene una plantilla donde se podrá modificar la demanda y posteriormente modificar en los racks si es que la demanda requiere que estos kanbans se modifiquen de alguna u otra manera.

3. Kanban Empaque

Dentro de este caso, donde se incluyen los productos llamados “Sin Etiqueta” donde se llevan los productos de Planta 1 a empacar a Planta 2 con distintos componentes. Se tendrá un espacio designado donde se agregarán letreros donde se identificará el tipo de conector, la cantidad de kanbans que se necesitan y la cantidad de productos por Kanban. De la misma manera que los demás Kanbans, existe una plantilla en Excel donde se puede modificar la demanda promedio y poder modificar la cantidad de Kanbans necesarios para las distintas estacionalidades del año.

4. Orden de Trabajo para Trenzado

Para esta solución la manera en la cual se estará controlando es que cada seis meses se estará identificando si la demanda de todas las mangueras ha estado cambiando drásticamente de manera a que se necesite modificar este listado. La demanda deberá ser menor a 50 metros diarios y el promedio de las órdenes de trabajo no deberá sobrepasar los 200 metros por orden de trabajo. Después de modificar la demanda, se deberán de hacer las siguientes acciones si es que aplican:

- A. Eliminar las mangueras de la lista actual que ya no cumplan con las características mencionadas.
- B. Agregar las mangueras que después del cambio de demanda cumplan con las características mencionadas anteriormente.

Así mismo, se cuenta con una junta donde los responsables de todas las áreas presentan sus indicadores, por lo que se presentará el inventario en proceso, esto con la intención de corregir anomalías si se encuentran. Las gráficas a presentar en la junta, se realizarán en base a la plantilla del KPI presentada anteriormente y esa gráfica se presenta en la siguiente figura.

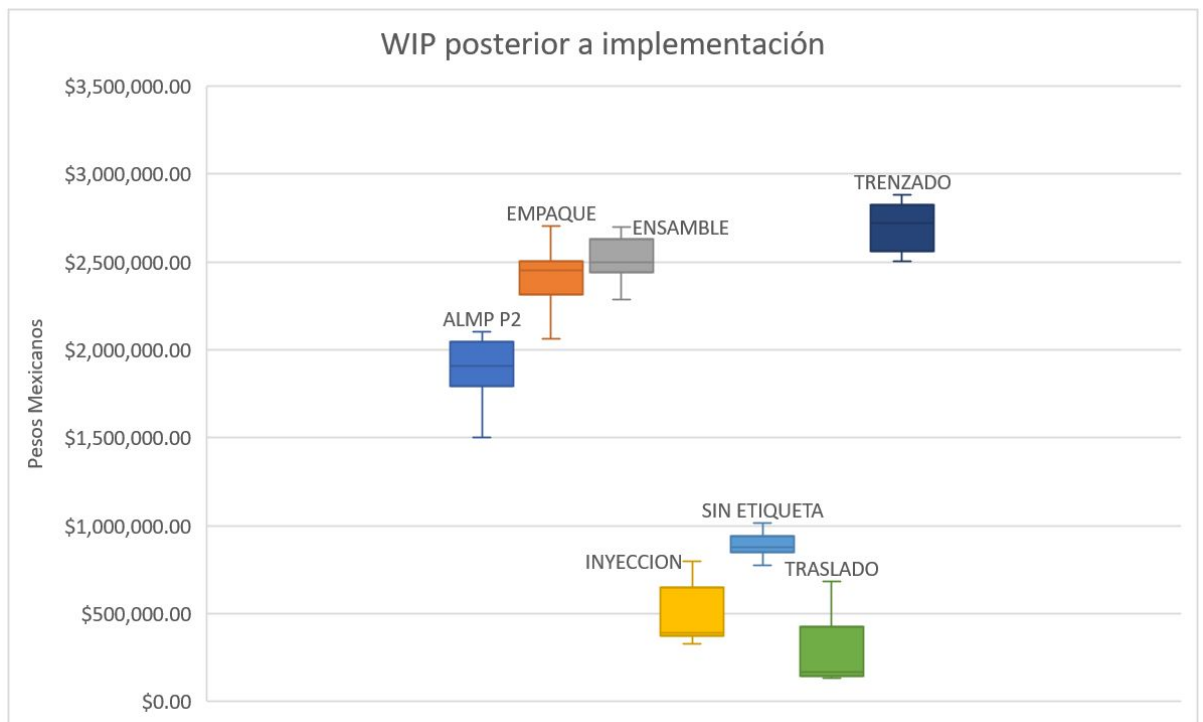


Figura 60. KPI de seguimiento.

Capítulo 8.

Conclusión y recomendaciones

Finalmente se llega a las conclusiones del proyecto, lo cual se presenta en cómo se completó el objetivo general del proyecto. Principalmente la implementación de trenzado se llegó a un 40%, es decir, a dos reducciones completas de los carretes del área. Estos carretes se continuaron contando después de cada reducción con la intención de saber que esos carretes siguieran con la disminución correspondiente. Así mismo, con la reducción que se fue teniendo, se encontraron carretes sin la necesidad de tener carretes en el kanban del área de trenzado, por lo que se tuvo un acuerdo de quitar esos carretes. Junto con la implementación se hizo uso del sistema de control antes mencionado, por lo que se tiene el monitoreo de los datos previos y posteriores a las implementaciones tanto de esta área mencionada, como de las próximas áreas a mencionar.

Otra de las áreas donde se realizó la implementación fue el área de ensamble, la cual se realizó al 100%, ya que, en esta ubicación, como se mencionó anteriormente, se contaban con distintos tipos de etiquetas para cada uno de los componentes, los cuales no contaban con datos sencillos como lo son el mínimo y máximo de bolsas o cajas por tener en el rack para las líneas de producción.

Esta fue un área de oportunidad para la implementación de este proyecto, por lo que el paso principal fue la creación de las etiquetas y colocarlas en su correcta posición en el rack y se continuó con los pasos de control para el correcto análisis y seguimiento de esto.

De igual manera, se tienen recomendaciones para el correcto seguimiento de lo mencionado anteriormente, las cuales son las siguientes:

1. Correcta implementación, con lo antes mencionado, de las soluciones de las áreas que no se implementaron en el transcurso de este proyecto como lo son las áreas de sin etiqueta en empaque y el rack del almacén de planta 2 del material ya inyectados para ser utilizados en el área de empaque.
2. Uso de las plantillas antes mencionadas para las áreas en las que se realizará la implementación de las soluciones, así como el correcto uso de los indicadores para el seguimiento del inventario en proceso de las áreas.
3. Por último, se tiene la correcta comunicación de las soluciones en las áreas a implementar, con la intención de tener a todo el personal en el mismo canal.

Referencias bibliográficas

- Ali, A., Santini, N., & Rahman, M. A. (2012). Kanban supplier system as a standardisation method and WIP reduction. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 11(1/2), 179. doi:10.1504/ijise.2012.046663
- Anupindi, R., Chopra, S., & Deshmukh, S. D. (2012). *Managing Business Process Flows: Principles of Operations Management*. New York, NY: Pearson College Division.
- Castillo, D. A. (2017). Diseño de un modelo de cálculo de inventario para la administración de la venta de productos en clasificación A de una empresa Retail. Recuperado de: http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/4650/1/Modelo_Calculo_Inventario_Castillo_2017.pdf
- George, M. O. (2010). *The Lean Six Sigma Guide to Doing More With Less: Cut Costs, Reduce Waste, and Lower Your Overhead*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Intrafocus. (2014). *Developing Meaningful KPIs*. Recuperado de <https://www.intrafocus.com/wp-content/uploads/2014/09/Developing-Meaningful-Key-Performance-Indicators-V7.pdf>
- Muniyappa, M., Shivaprasad, H., Kumar, K., & Puthran, D. (2014). Value Stream Mapping as a Tool for Lean Implementation: A Case Study. *International Journal of Innovative Research and Development*, 3(5), 477-481.
- Rother, M., & Harris, R. (2001). *Creating Continuous Flow: An Action Guide for Managers, Engineers & Production Associates*. Lean Enterprise Institute.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.
- Saraswat, P., Kumar, D., & Kumar Sain, M. (2015). Reduction of Work in Process Inventory and Production Lead Time in a Bearing Industry Using Value Stream Mapping Tool.

International Journal of Managing Value and Supply Chains, 6(2), 27-35.

doi:10.5121/ijmvsc.2015.6203

Serrat, O. (2017). *Knowledge Solutions: Tools, Methods, and Approaches to Drive Organizational Performance*. Basingstoke, England: Springer.

Taghizadegan, S. (2010). *Essentials of Lean Six Sigma*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier.