



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Abastecimiento de  
componentes en líneas  
productivas: un caso de  
estudio**

**TESINA**

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

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

Liberia Marin Huitron

**DIRECTOR DE TESINA**

Dr. Ricardo Torres Mendoza



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022**

### **Dedicatoria**

Lucina Huitron

Mami gracias por ser la luz de mi vida, se que desde el cielo sigues dándole luz a mi vida.  
Te dedico este logro como cada una de las cosas que hago. Mamá, mi soplo de vida.

### **Agradecimientos**

A Dios.

Por darme la sabiduría y fuerza para culminar esta etapa académica.

A mi familia por apoyarme siempre, por confiar en mi sin ustedes nada de esto hubiese sido posible.

A mi director de Tesina, Dr. Ricardo Torres Mendoza, gracias por motivarme a concluir esta etapa de mi vida, por la comprensión del proceso difícil por el cual pase, la paciencia, entrega y valiosos consejos a lo largo del proceso.

A la M.I. Silvina Hernández gracias por cada uno de los consejos a lo largo de los cinco años de carrera. Gracias por inspirarnos

A cada uno de los sinodales que aceptaron ser parte de este proceso. Gracias por sus aportaciones a mi trabajo. Cada retroalimentación me sirvió para mejorar la calidad de mi trabajo.

## Índice

I. Introducción.....	5
II. Problemática .....	6
III. Objetivos.....	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
Capítulo I: El sector automotriz en México .....	8
1.1 Importancia del Sector Automotriz en México.....	8
1.2 Evolución del Sector Automotriz en México .....	10
1.4 Cadena de Suministros del Sector Automotriz en México .....	13
1.4.1 Estructura y dimensiones de la cadena de suministros .....	15
1.4.2 OEM como industria terminal.....	17
1.4.3 Proveedores directos o de primer nivel (TIER 1) .....	18
1.4.4 Proveedores indirectos o sub-proveedores (TIER 2, 3, 4).....	20
1.4.5 Gestión del Suministros de autopartes .....	21
1.5 Empresa T de autopartes.....	23
1.6 Descripción de las funciones área de Logística y materiales .....	25
1.6.1 Funciones y responsabilidades de la becaria del departamento de Logística y materiales.....	27
1.6.2 Habilidades requeridas.....	27
1.6.3 Objetivos establecidos para la becaria de logística y materiales .....	28
Capítulo II: Marco Teórico .....	28
3.1 Definición de cadena de suministros .....	28
3.2 Definición de logística.....	29
2.3 Descripción de la filosofía de Lean Manufacturing .....	30
2.4 Descripción de la filosofía Kaizen.....	31
2.5 Inventario .....	32
2.6 Modelo de Cantidad de pedido fija con inventarios de seguridad .....	34
2.7 Kanban.....	36
2.8 Rutas logísticas.....	37
2.9 Transporte .....	37
2.10 Almacenamiento .....	38

	4
Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso	
2.11 Diagrama de Pareto.....	39
2.12 Diagrama de pescado .....	40
2.13 Descripción de la relación entre WMS Y SAP.....	41
Capítulo III: Situación Inicial .....	43
3.1 Procesos del área de logística.....	43
3.2 Definición del sistema operativo de abastecimiento .....	48
3.3 Abastecimiento de materiales a líneas productivas.....	53
3.4 Problemática en el sistema de abastecimiento de componentes.....	55
Capítulo IV. Plan de mejora en el sistema de abastecimiento de componentes .....	57
4.1 Inventario.....	59
4.2 Rutas logísticas.....	68
4.3 Ciclos Kanban .....	72
4.4 Método de abastecimiento .....	79
Sistema de control ANDON para evitar el paro de líneas productivas .....	85
Capítulo V. ....	88
5.1 Análisis de resultados.....	89
5.2 Trabajo futuro .....	97
5.3 Recomendaciones y sugerencias.....	97
Conclusiones .....	98
Referencias.....	100

## **I. Introducción**

En el presente trabajo se aborda a la industria automotriz partiendo de una perspectiva general, en la cual se presenta la importancia del sector automotriz en México, dicho sector es un pilar fundamental en la generación de empleos y en el desarrollo industrial de México, se presentan los antecedentes de dicho sector para contextualizar como ha crecido este sector automotriz a lo largo de los años, hasta convertirse en lo que hoy es, un sector robusto y con altos estándares de calidad que compite a nivel internacional. La estructura de la cadena automotriz en México se ha ido planeando de acuerdo a las necesidades de dicho sector, entender la relación clientes-proveedores puede ser complejo y difícil de entender, es por ello, que en este trabajo se aborda a la industria automotriz desde el conjunto general hasta llegar al elemento específico en el cual se centra nuestra investigación.

Primero es de suma importancia entender, como un todo, al sector automotriz en México, conocer la historia de este sector nos permite comprender el desarrollo de la cadena de suministro. La cadena de suministros del sector automotriz, se compone por dos grandes partes: la industria terminal y los proveedores de la industria terminal.

Los proveedores de la industria terminal en los últimos años se han convertido en un sector estratégico de competencia y desarrollo, que repercute directamente en la competitividad de las empresas que forman parte de la industria terminal. Es por ello que después de hacer un estudio general de la industria automotriz en México y de estudiar su cadena de suministros. Se analiza cómo funciona la segunda parte de este sector, que son los proveedores de la industria terminal. Es importante resaltar que existe un gran número de empresas de proveeduría que abastecen de autopartes a la industria terminal automotriz.

Dichas empresas proveedoras de autopartes automotrices manejan sistemas, tecnologías y procesos similares sin embargo con contratos específicos con cada empresa de la industria terminal. Existe una empresa del ramo de proveedores, que es digna de analizar por ser una empresa competitiva a nivel nacional e internacional, la presento como Empresa T (por políticas de confidencialidad). La empresa T es una empresa de proveeduría con más de 60 años en el mercado, al hacer el análisis, se determinó que el área estratégica para esta empresa es el área de logística y materiales, ya que es un área que se conecta con otras áreas como lo son: manufactura, producción, procesos, calidad, diseño, ventas, por mencionar algunas.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

El área de logística y materiales, se caracteriza por tener a su cargo, actividades clave de la empresa T. Una actividad de suma importancia es el abastecimiento de materiales a las líneas productivas, dicha actividad se desarrolló todos los días de forma constante. El abastecimiento de materiales en líneas productivas tiene áreas de mejora. Es por ello que en el presente trabajo se presenta un estudio del abastecimiento de materiales en líneas productivas y se presenta un plan de mejoras. Este plan repercute directamente en la satisfacción de los clientes de la Empresa T.

## **II. Problemática**

El abastecimiento de materiales por parte del área de logística y materiales es ineficiente, constantemente existe un desabasto de componentes en líneas productivas. El desabasto de componentes en líneas productivas repercute directamente en la producción de autopartes.

El desabasto de componentes en líneas productivas repercute directamente en la producción de autopartes, generando paros en las líneas productivas y defectos en las piezas que se maquinan al momento de presentarse el paro. El problema fue detectado a través del indicador de desempeño que en este caso de estudio es el número de paros en líneas por falta de inventario que se realiza semanalmente.

El desabasto de componentes en líneas es consecuencia de una serie de actividades que no se están realizando de la forma adecuada: no existe un método estandarizado de abastecimiento de componentes, los ciclos Kanban no se ajustan a la demanda real de las líneas productivas, no existen rutas logísticas para el abastecimiento, no existen un inventario de seguridad en líneas productivas, no existen sistemas que control que permitan llevar un seguimiento de las políticas a implementar.

### **III. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Crear un sistema de abastecimiento de componentes en líneas productivas eficiente que responda a la demanda actual de las líneas productivas; con el cual se espera disminuir paros en líneas productivas por falta de inventario.

#### **Objetivos Específicos**

1. Crear un sistema de inventario de acuerdo con el Modelo de Cantidad de Pedido Fija con un inventario de seguridad. Este modelo permite establecer el inventario adecuado en líneas de producción según la demanda de cada línea, con un inventario de seguridad para amortiguar las fluctuaciones de la línea productiva.
2. Diseñar rutas logísticas para complementar al método de abastecimiento, las rutas logísticas le van a permitir al trabajador seguir un horario, una dirección y hacer paradas en lugares adecuados y establecidos para evitar accidentes.
3. Realizar ciclos Kanban, dichos ciclos van a permitir que mediante una tarjeta viajera (Kanban) se conozca la cantidad exacta de inventario que se tiene por cada línea productiva y el material se encuentre identificado en todo momento.
4. Elaborar un método de abastecimiento de componentes, al elaborar un método de abastecimiento se asegura una estandarización del proceso y permite al trabajador ejecutar sus actividades de la forma adecuada.
5. Implementar un sistema de control, el sistema de control es de suma importancia para darle continuidad a las mejoras implementadas y hacer que los trabajadores se familiaricen y adopten las mejoras mediante un proceso de continuidad y de forma progresiva.

## **Capítulo I: El sector automotriz en México**

El sector automotriz en México es un pilar de suma importancia para la economía nacional. Este sector genera productos, servicios y empleos, es un sector que presenta una alta competitividad internacional por abrir nuevos mercados, este sector presenta altos niveles de fragilidad para subsistir en territorio mexicano. El sector Automotriz ha subsistido gracias a que son muchas las empresas internacionales que durante décadas han confiado en las condiciones nacionales que prevalecen, instalando importantes plantas para el ensamblado de vehículos, gracias a que estas ensambladoras han instalado sus plantas en diversas regiones de nuestro país, se han desarrollado proveedores de autopartes (medianas y pequeñas empresas), que abastecen desde la materia prima, autopartes y componentes. Gracias a estas plantas ensambladoras se ha robustecido la cadena de suministros del sector automotriz en territorio mexicano. En este panorama, el presente capítulo se ha constituido buscando dar un panorama general del sector automotriz en México, cuyo enfoque principal va dirigido a proporcionar una idea específica acerca de la importancia de las compañías del sector de autopartes, como miembro activo de las cadenas de suministros del sector automotriz. Por ello se analizará la importancia y antecedentes del sector automotriz en México; después abordaremos la composición de la cadena de suministros de forma general, y por último se describirá al sistema de autopartes y la operatividad de este sector.

### **1.1 Importancia del Sector Automotriz en México**

La importancia del sector automotriz en México es primordial. Dentro del contexto económico de México, la industria automotriz aporta al PIB un 0.6% en 2019 y dentro de la industria manufacturera su producción represento el 16% solo por debajo de la industria de alimentos (INEGI, 2019). La industria automotriz ha desempeñado una función relevante y decisiva en el proceso de industrialización de México, al desarrollarse este sector impulsa el desarrollo de diversos sectores también importantes, tales como: la industria del aluminio; acero; vidrio; plástico; hule; textil, entre otros. La industria Automotriz en México ha evolucionado a lo largo del tiempo, y esta evolución busca que la industria siga perfeccionándose. En esta evolución existen tres fases que marcaron los progresos de esta industria, las cuales son:

La primera fase se inició en el año de 1962, la cual tuvo por objetivo incentivar la producción automotriz. Se caracterizó por la creación de una base industrial a través de políticas activas, y que en aquellos años, en México existía una economía proteccionista;

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

y se busca una progresiva flexibilidad de los derechos automotrices en el contexto de la política económica de apertura y liberación comercial y financiera. De esa forma surgieron plantas proveedoras de componentes, equipos y accesorios para las ensambladoras.

En 1989 comenzó la segunda fase. Se trabajó en el marco jurídico y administrativo con el fin de hacer más flexible el sistema, al permitir la entrada de unidades nuevas importadas, el enfoque de esta segunda etapa radica en fomentar las exportaciones y la producción, esto provocó un éxito; las exportaciones al mercado estadounidense.

La tercera fase se hizo presente en el año de 1994, la instrumentación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), actualmente Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), el TLCAN hoy T-MEC, permitió eliminar regulaciones y restricciones a las importaciones de automotores que habían existido por muchos años y con ello se establecieron las características centrales del sector automotriz en México actualmente.

El sector automotriz en México se conforma de la industria terminal y la de autopartes, ambas industrias están íntimamente relacionadas. La primera depende de la segunda. La fabricación de automóviles comprende las estrategias de diseño, producción, autopartes, refacciones y accesorios. Las empresas fabricantes de autopartes consideran dos formas de producción: a) las relativas a la entrega (aprovisionamiento) de autopartes a los ensambladores (cliente) para la fabricación de unidades nuevas (equipo original); y b) generación de inventos (y venta) a las mismas ensambladoras, o a otra agencia económica en los circuitos de distribución (mercado de repuestos).

Dentro del sector automotriz existen dos sectores importantes: las actividades del primer sector se enfocan principalmente al ensamble de vehículos; en tanto, la segunda fábrica partes y componentes. La industria terminal representa el 52.4% del PIB del sector automotriz; mientras que la industria de autopartes el 47.6%; en particular, se estima que existe más de mil fabricantes de autopartes, de los cuales 70% son empresas extranjeras, y 30% nacionales. (Ballou, 2004, págs. 164-180).

Dentro del sector automotriz un tema importante es la generación de empleos, el sector automotriz genera en promedio 1, 904,000 de empleos en México; de los cuales 490,000 (26%) empleos se dedican a servicios de reparación y mantenimiento automotriz, 516,000 (27%) de empleos en el comercio automotriz, 809,000 (42%) de empleos dedicados a la

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

fabricación de autopartes y con 89,000 (5%) de empleos se dedican a la fabricación de automóviles y camiones (AMDA, 2018). De acuerdo con las estadísticas obtenidas a través del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y la cooperación de la Industria Nacional de Autopartes, A.C. (INA), se puede apreciar la importancia de las plantas fabricadoras de autopartes, aportan un 42% de empleos dentro de la industria automotriz en comparación con la industria terminal (ensambladores). Sin embargo, estas dos industrias son indiscutiblemente interdependientes.

## **1.2 Evolución del Sector Automotriz en México**

Como bien se menciona a inicios de este capítulo es importante comprender la interdependencia que existe entre los proveedores y clientes en la industria automotriz, así como evolución del sector automotriz en México, entender como fue surgiendo la evolución de esta industria, permite entender los panoramas actuales de este sector. La evolución automotriz en México a lo largo de la historia se puede mostrar en siete fases principales (Ballou, 2004, págs. 180-185).

### **Primer Fase: Nacimiento de la industria e inicio de operaciones (1925-1960)**

El desarrollo de la industria automotriz en México se caracteriza por la llegada de tres de las compañías más importantes:

- Buick fue la primera armadora establecida en México en 1921.
- Ford Motor Company llegó en 1925 a México, empresa capaz de fabricar hasta 100 vehículos diarios.
- General Motors llegó a México en 1935 (su función principal era el montaje para el abastecimiento nacional).

Las empresas pronto se adaptaron a la escala del mercado y posteriormente, a las condiciones del modelo por sustitución de importaciones.

### **Segunda Fase: Crecimiento basado en la sustitución de importaciones (1961-1976)**

La situación en ese entonces se caracterizaba por plantas exclusivamente de ensamble y aproximadamente el 20% de los componentes eran de origen nacional, mientras que las ventas se cubrían principalmente con vehículos importados (Miranda, La industria automotriz en México, 2007). Fue en el año de 1962 que surge el primer decreto

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

automotriz el cual permitió que la industria automotriz en México tener un panorama más fructífero. El decreto de automotriz de 1962 tenía principales objetivos:

- Se fijó en un 60% el contenido nacional mínimo para los vehículos fabricados en territorio nacional.
- Limitación de la importación de ensambles principales completos (motores y transmisiones).
- Limitación del 40% de capital extranjero las inversiones en las plantas fabricantes de autopartes.
- Control de precios con el fin de contener las utilidades e incentivar a un incremento de la productividad
- Limitación de las importaciones de vehículos.

Una vez aplicado ese decreto, diversas empresas comenzaron a regirse bajo el nuevo sistema de regulación, a continuación, se mencionan algunas acciones de las empresas que rápidamente se ajustaron al decreto de 1962:

- En 1961 Nissan Mexicana inicia operaciones en la planta de la Ciudad Industrial de Cuernavaca, Morelos fabricando el Datsun Sedan Bluebird.
- Chrysler inaugura una planta de motores en Toluca en 1964 y en 1968 inaugura su planta de ensamble.
- En 1964 Ford realiza una expansión de su producción e instala dos nuevas plantas en el Estado de México.

### **Tercer Fase: Protección comercial y promoción de las exportaciones (1977-1989)**

En el año de 1972 el gobierno mexicano implemento el segundo decreto automotriz orientado hacia la competitividad internacional, dicho decreto pretendió establecer la reducción del porcentaje de contenido nacional mínimo para vehículos destinados al mercado de exportación y que los fabricantes de la industria terminal estaban obligados a exportar el 30 % del valor de sus importaciones. El decreto no obtuvo un resultado positivo, debido a la devaluación del peso en 1976 y las dificultades para enfrentar los efectos de la crisis del petróleo. Frente a este panorama en 1977 se emite el tercer decreto automotriz, cuyo objetivo principal fue transformar a México en un país exportador altamente competitivo, dicho decreto establecía:

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

- No estaba permitido que los capitales foráneos tuvieran la mayor participación de las inversiones.
- Incluía que al menos el 50% del intercambio comercial de las compañías armadoras debía provenir de la exportación de autopartes localmente producidas.

Resultado de este decreto, las compañías norteamericanas comenzaron a incrementar sus inversiones en la zona norte de México. En las plantas automotrices se comenzó un proceso de restructuración en las empresas; implementación de nuevas tecnologías y personal calificado. A pesar de los esfuerzos por salir de esta crisis, dicha crisis se prolongó los 5 años posteriores.

#### **Cuarta Fase: Liberación comercial (1990-1993)**

En el año de 1989 el gobierno Carlos Salinas de Gortari emitió un nuevo Decreto para la Modernización y Promoción de la Industria Automotriz; se autorizaba la importación de vehículos nuevos, ocasionando que durante 1991 y 1992, el 15% de los autos comercializados en México eran importados. También se fortaleció a la industria de autopartes al solicitar a las armadoras que los vehículos fabricados en territorio México tuvieran un porcentaje mínimo del 36% de componentes locales.

#### **Quinta Fase: Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)**

En enero de 1994 entró en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte y con ello, el sector automotriz comenzó a tener un proceso de transformación acelerado.

Los acuerdos importantes del TLCAN fueron:

- Las tarifas arancelarias a las importaciones fueron reducidas a la mitad.
- La tarifa de importación de automóviles y camiones ligeros se redujo de 20% a un 10%.
- La tasa arancelaria sobre las autopartes pasó de 14 % en 1993 a 10 % en 1994 y 3 % en 1998.

El sector automotriz presentaba una mayor evolución tecnológica e integración tanto en las industrias terminales como las de autopartes.

#### **Sexta Fase: Fortalecimiento de la competitividad y desarrollo del comercio interno**

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

En 2003 el presidente Fox, publicó el Decreto para el apoyo de la competitividad de la industria automotriz terminal y el impulso al desarrollo del mercado interno de automóviles, el decreto contempló, el seguir estimulando la llegada de inversiones para la construcción y/o ampliación de instalaciones de producción en México, la disminución de los costos de las, diversos beneficios a la importación de ciertos vehículos con tasa cero en aranceles, y la autorización a empresas para la importación de mayores cantidades de vehículos, siempre y cuando presenten compromisos concretos de incrementar la inversión a fin de ampliar su infraestructura de producción en México.

### **Séptima Fase: Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC)**

En junio de 2020 entró en vigor el Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), dicho tratado cambio las reglas de operación respecto al extinto TLCAN. El Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá representa retos y oportunidades. El cambio más importante es que se incrementó el Valor de Contenido Regional para Vehículos. Las nuevas reglas de origen del T-MEC, exigen a los fabricantes de vehículos ligeros y pick ups, el incremento del Valor de Contenido Regional (VCR), pasando de 62.5 a 75% en un plazo de tres años, de forma gradual: con la entrada en vigor del T-MEC, este contenido incrementó para situarse en 66%; tras el primer año del T-MEC, así mismo deberá ampliarse a 69% en 2021; en 2022 a 72% y finalizar en 2023 con 75%.

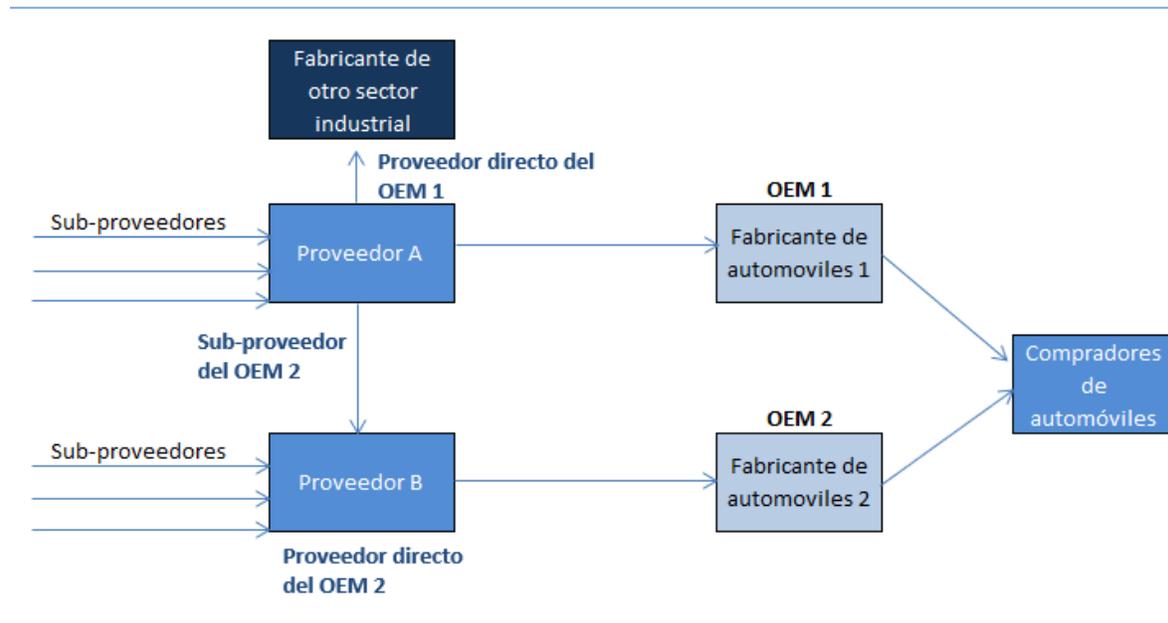
En el caso de Vehículos Pesados se incrementa del 60% a 70% en un lapso de 7 años contados a partir del primero de julio del 2020. Es un incremento total del 12.5% por cada Vehículo Ligero / Pick up y 10% en Vehículos Pesados, es decir, se tendrá que dejar de importar de terceros países como Asia y Europa, componentes para poderlos comprar en la región TMEC (México, Estados Unidos y Canadá). El panorama para la industria automotriz en México representa retos y oportunidades, y las empresas que mejor adopten esta política regulatoria, serán las que mantengan una ventaja competitiva sobre las demás (Ballou, 2004, págs. 170-175).

#### **1.4 Cadena de Suministros del Sector Automotriz en México**

La cadena de suministros del sector automotriz es compleja, la industria terminal requiere de proveedores, los cuales tomen más importancia que otros, las relaciones entre clientes y proveedores están estrechamente compactos. Un fabricante de automóviles

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

normalmente diseña y produce algunas de las 15,000 partes que aproximadamente componen a un automóvil; otras son suministradas por sus proveedores directos. Por su parte los proveedores, al mismo tiempo pueden a sus sub-proveedores y estos a su vez son abastecidos por fabricantes. Esta cadena se hace más grande y robusta con ensambladores y los productores de autopartes que son eslabones esenciales en la cadena de suministros de este sector. A continuación, se presenta la figura 1. La cual ilustra la complejidad de la cadena del sector automotriz.



**Figura 1-** Complejidad de la cadena de suministros del sector automotriz

*Nota:* La figura 1. Representa la complejidad de la cadena de suministros del sector automotriz Fuente: Autoría Propia con base en Sánchez, J. E. (2006). Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes. San Fandila, Querétaro: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La cadena de suministros del sector automotriz se hace aún más compleja cuando los proveedores y la industria terminal se encuentran en diferentes puntos geográficos. Es esencial comprender el funcionamiento de la cadena de suministro del sector automotriz, a continuación, se presenta una descripción de la estructura de la cadena, así mismo se identifica los participantes y sus principales funciones y aportaciones en este sector automotriz.

#### **1.4.1 Estructura y dimensiones de la cadena de suministros**

La cadena de suministros de este sector genera fuertes obligaciones entre los participantes de la estructura de la cadena, buscan lograr ventajas competitivas a lo largo de la cadena. Esto involucra el establecer vínculos más estrechos entre las unidades productivas participantes que las obliga a mantener una estrecha y sistemática relación.

Antes de presentar la estructura y dimensiones de esta cadena, es de suma importancia, definir a la cadena de suministros de sector automotriz. Una definición de la “cadena de suministro en el sector automotriz” se puede establecer como:

Es una red de proveedores, fabricantes, distribuidores y vendedores, que coordinadamente participan en una secuencia de producción y servicios desde el aprovisionamiento de materias primas hasta la entrega de automóviles (Servera, 2010).

La cadena de suministros del sector automotriz se puede estudiar a partir de las dimensiones estructurales de la red. Lambert (2001), establece que las dimensiones de la estructura se definen por su longitud (dimensión vertical); por el número de proveedores y clientes en cada nivel (dimensión horizontal); y por la posición que ocupa una compañía en la cadena. La dimensión vertical se refiere al número de niveles en la cadena de suministro. Ésta puede ser larga o corta, según el número de niveles existentes.

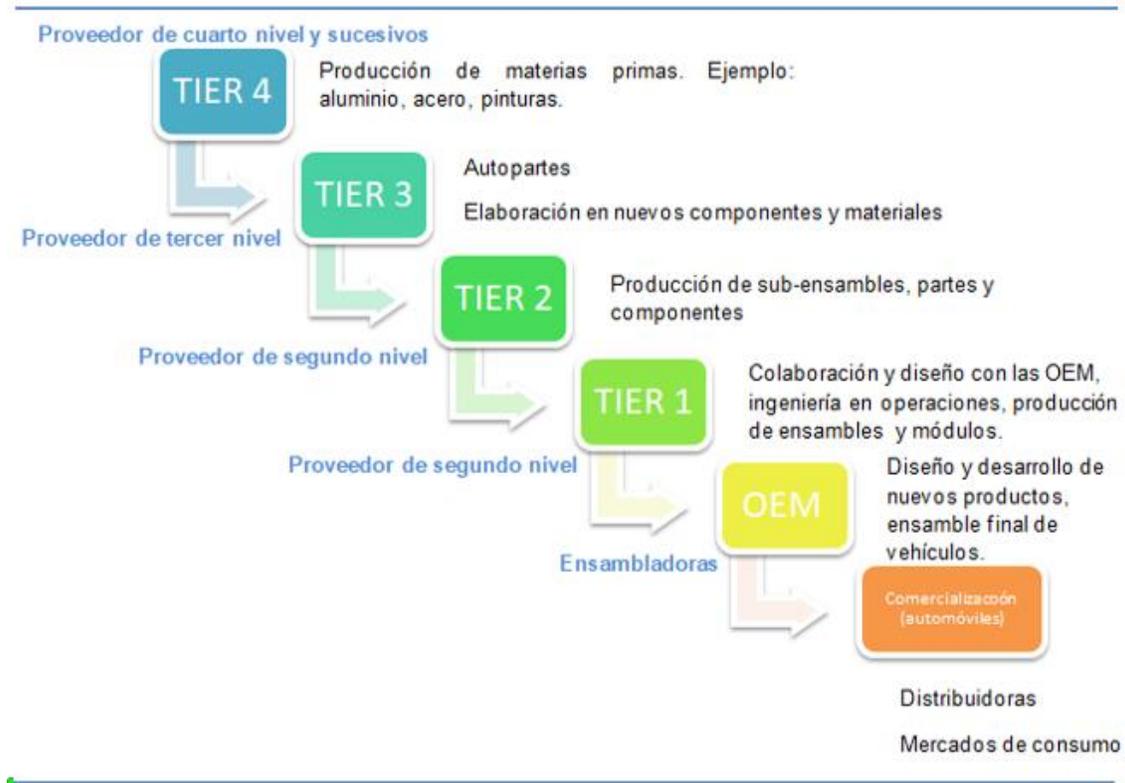
Por su parte, la dimensión horizontal, ésta se compone del número de proveedores o clientes en cada nivel. Es decir, según el grado tecnológico de las compañías o tipo de producto que fabriquen, cada empresa en la cadena de suministro decidirá tener muy pocas compañías que la abastecen, o una estructura amplia con muchos proveedores y/o clientes (Lambert, 2001). En el sector automotriz, las compañías ensambladoras (también conocidas como OEM por sus siglas en inglés Original Equipment) prefieren tratar con el menor número de proveedores posible en los niveles más altos, instrumentando para ello las estrategias mencionadas en la sección anterior. Esto hace que los ensambladores se conviertan en la empresa central, y en el eslabón de mayor influencia en la cadena.

De acuerdo con el Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) (Consejo de Profesionales de la Gestión de la Cadena de Suministros), las empresas

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

que forman la cadena pueden clasificarse como miembros primarios (directos) y de apoyo (indirectos). Los primarios son aquellas compañías comerciales estratégicas que llevan a cabo actividades de alto valor agregado, operativas o de gestión en los procesos comerciales, generando un alto valor para un cliente o mercado específico. Por su parte, los miembros de apoyo (indirectos) son las compañías que simplemente proveen los recursos, conocimientos y utilidades para los primarios de la cadena de suministro.

Formalmente la cadena de suministro del sector automotriz puede delimitarse a partir de la identificación de la empresa central reconocida, también conocidas como ensambladoras de automóviles (OEM por sus siglas en inglés Original Equipment Manufacturer), por ejemplo; GM (General Motors), VW (Volkswagen), Toyota, Ford, Nissan, Honda, Renault, Chrysler, Mazda, Hyundai, Mercedes Benz, BMW, entre otras. Cada una de estas empresas representa el eslabón principal de su cadena, y están ubicadas en un mercado que se caracteriza por ser altamente concentrado y dominado por muy pocas compañías. Estas empresas se caracterizan por ofrecer un amplio rango de servicios al consumidor, y ellas asumen la responsabilidad del desarrollo de esta industria. Por su parte los proveedores en esta industria son estructurados por niveles (Tier “nivel” por sus siglas en inglés), diferenciados por la naturaleza de su relación de suministro con su cliente, el nivel tecnológico del producto que abastece, y la complejidad de la producción y funciones de suministro, las cuales controlen o coordinen (PAGE, 2004). Se les conoce como Tier 1 (Nivel 1) a los proveedores directos de la OEM (Original Equipment Manufacturer) y son estrictamente vigilados en materia de calidad, tiempos y costos de todos sus componentes y partes de sub-ensambles. En este orden, Tier 2 (nivel 2); aprovisionan a las Tier 1, y así sucesivamente con los Tier 3 (Nivel 3), que proveen a los Tier 2. Así es como los eslabones “río arriba” o proveedores se reconocen como: proveedores de primer nivel (directos); segundo nivel; tercero; y así sucesivamente (indirectos), que abastecen productos cada vez de menor valor agregado. Los eslabones “río abajo”, lo componen miles de distribuidores, también conocidos como concesionarios, que tienen como función vender automóviles a los consumidores: último eslabón de la cadena. A continuación, en la figura 2. Se muestra la estructura general de una cadena de suministros del sector automotriz.



**Figura 2-Cadena de Suministros del Sector Automotriz**

*Nota:* La figura 2. Representa la relación de colaboración entre los diferentes proveedores y ensambladores. Fuente: Autoría Propia.

La cadena de Suministros del sector automotriz por ser una industria que impacta directamente en la vida del ser humano sigue protocolos rigurosos y así poder garantizar la integridad del usuario final. Como se puede ver en la figura 2. Existe una gran cantidad de proveedores en la estructura vertical y horizontal a lo largo de los eslabones de la cadena.

#### 1.4.2 OEM como industria terminal

Los fabricantes originales de equipo, OEM (Original Equipment Manufacturer por sus siglas en inglés), también conocidas ensambladoras, realizan el ensamble final de automóviles, camiones y motores. En la tabla 1 se presenta la localización geográfica de los OEM (ensambladores) en México.

**Tabla- Producción Total de Vehículos Ligeros**

Marca	Junio			Enero-Junio		
	2020	2021	Var. %	2020	2021	Var. %
Total	250,158	263,955	5.52	1,210,30	1,595,70	31.84
Afiliadas	249,773	263,768	5.6	1,208,426	1,594,518	31.95
General Motors	74,098	64,441	13	300,221	339,296	13
Nissan	34,926	44,575	27.6	200,470	293,126	46.2
Stellantis	45,501	32,903	-27.7	170,754	173,932	1.9
Volkswagen	8,942	7,947	(-)11.1	106,707	144,908	35.8
KIA	15,450	18,900	22.3	92,754	117,700	26.9
Toyota	15,754	20,441	29.8	61,221	113,530	85.4
Ford Motor	19,991	20,349	1.8	85,713	108,100	26.1
Audi	2,059	16,248	689.1	36,211	77,102	112.9
Honda	12,890	15,257	18.4	49,430	74,518	50.8
Mazda	8,957	11,233	25.4	57,961	69,149	19.3
Mercedes Benz	7,747	5,818	(-)24.9	29,481	46,727	58.5
BMW Group	3,458	5,656	63.6	17503	36,430	108.1
No afiliadas	385	187	(-)51.43	1,883	1,183	(-)37.17
JAC	385	187	(-)51.4	1,883	1,183	(-)37.18

Nota: La tabla 1- Representa la producción de vehículos. Fuente: INEGI. Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros (2021).

En la tabla 1 se puede apreciar que existen marcas líderes en México como lo son: General Motors, Nissan, Stellantis, Volkswagen, KIA, Toyota, Ford Motor, en la producción automotriz. Estas ensambladoras se caracterizan por ser robustas y no solo abarcan el mercado nacional, sino que expanden sus mercados en diferentes países, logrando así cadenas de suministros robustas y complejas.

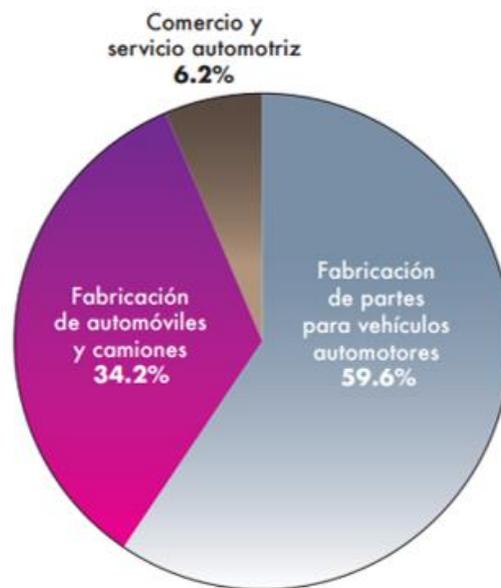
#### 1.4.3 Proveedores directos o de primer nivel (TIER 1)

Como se menciona en párrafos anteriores son los proveedores de primer nivel (Tier 1), los cuales guardan una relación estrecha y muy cercana con las ensambladoras (OEM), dicha relación se basa en que el proceso para la producción de automóviles inicia con la planeación, estudio de mercado, diseño entre los OEM y los proveedores Tier 1 (Nivel 1), entre los OEM y la Tier 1 se lleva a cabo un proceso de colaboración en diseño automotriz, e ingenierías constructivas de operaciones. Los proveedores Tier 1 se ocupan de la integración de sistemas para abastecer módulos ya ensamblados directamente a la cadena de montaje del ensamblador. El Tier 1 depende de su tamaño

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

y diversidad; puede abastecer desde una parte o alguno de los sistemas principales del automóvil. Algunas de las empresas que se sitúan como proveedor Tier 1 son: Automotive cluster, Bosch, Johnson Control Inc. Group Bocar, Delphi Automotive, Lear Corporation Dana. Las empresas mencionadas con anterioridad son empresas consolidadas con gran solides financiera y que cooperan directamente con los OEM, la cercanía entre los OEM y Tier 1, es fundamental ya que las empresas automotrices muchas de ellas siguen el sistema “Justo a tiempo”.

En la Figura 4. Se puede apreciar el porcentaje de inversión extranjera directa (IED) que se destina para la industria de autopartes, destacando que es una industria que si bien la pandemia (COVID-19) ha disminuido las ventas, es una industria que se mantiene constantes, no presenta crecimiento, pero tampoco un retroceso en su crecimiento.



**Figura 3-** *Inversión Extranjera Directa (IED)*

Nota: La figura 3 Representa la inversión extranjera directa en México, siendo el sector de autopartes el que atrae al 59.6% de inversión extranjera directa (IED). Fuente: *Secretaría de Economía y Diálogo con la Industria Automotriz 2018 al 2024*.

Como se puede observar en la figura 3. La fabricación de partes automotrices ocupa un 59.6%, lo cual quiere decir que más de la mitad de inversión extranjera se destina para la

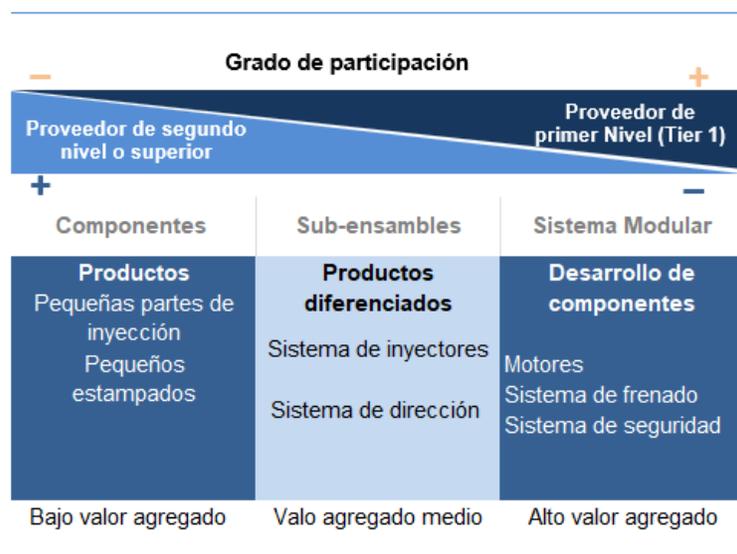
Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

producción de autopartes automotrices en México. El sector automotriz en 2020, tuvo caídas considerables en ventas debido a la pandemia (Covid-19), en todo el mundo, en México no fue la excepción, a pesar de esa caída, la industria automotriz es robusta y hoy en 2021, la industria de autopartes se mantiene a flote. A lo largo de los años los automóviles van cambiando sus diseños y funciones y acoplándose a las necesidades de sus usuarios finales, hoy el automóvil no representa un lujo, es una necesidad que gracias a las facilidades de pago que te brindan las agencias automotrices, hoy en México es una necesidad que se puede satisfacer por un gran porcentaje de la población en México.

#### 1.4.4 Proveedores indirectos o sub-proveedores (TIER 2, 3, 4)

Los fabricantes de la Tier 2 y sucesivos, tienen la responsabilidad de diseñar y surtir componentes, pero estos proveedores en su mayoría no son integradores de sistemas ni componentes estandarizados. Estas empresas se dividen en dos grandes categorías: fabricantes de componentes y sub-ensambles (pero no del diseño completo en donde son instalados). Los clientes de los proveedores indirectos (Tier1, Tier 2, Tier 3, Tier 4) son proveedores de los proveedores Tier 1.

En la figura 4. Se muestra la participación de los proveedores director (Tier 1) y de los proveedores indirectos (Tier 2, 3,4), en la producción de piezas y ensambles y sistema modulares.



**Figura 4-**Grado de participación de los proveedores automotrices

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

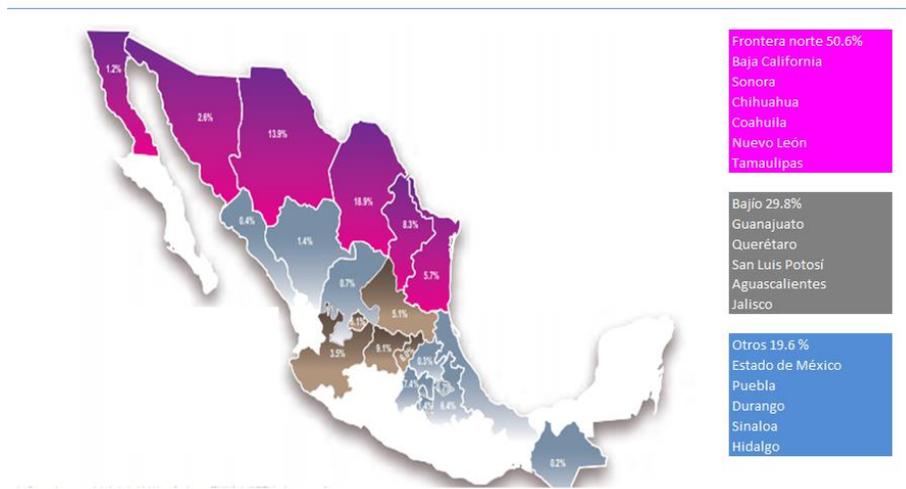
Nota: La figura 4. Grado de participación de los proveedores automotrices. Fuente: Autoría Propia con base en Veloso, et al. (2000).

Como se puede apreciar en la figura 4. Son las empresas de primer nivel (Tier 1) las que tienen un alto valor agregado, y que siguen estándares de calidad establecidos por las ensambladoras. Las ensambladoras en la actualidad buscan contratos con proveedores directos, ya que existe una tendencia de falta de calidad de las partes entregadas por proveedores de segundo nivel y sucesivos, el 75% de los defectos que suponen alguna reparación o sustitución de un componente, se presentaron en las autopartes fabricadas por los proveedores de segundo nivel y sucesivos.

La industria terminal (OEM) busca actualmente tener más proveedores de primer nivel (Tier 1), que proveedores de segundo nivel (Tier 2) y sucesivos, porque son los proveedores de primer Nivel los cuales mantienen altos niveles de calidad en sus componentes, tienen sistema de entrega “justo a tiempo” y se rigen por los estándares de calidad establecidos por las armadoras (OEM). A través del T-MEC, México presenta retos y oportunidades, el Covid-19 trajo un estancamiento económico y de desarrollo en diversas industrias, la industria automotriz fue una de ella. En 2021 se espera una tendencia de crecimiento y recuperación para las empresas automotrices, lo cual conlleva a las empresas a innovar, mejorar los controles de calidad, una logística efectiva y oportuna, manufactura esbelta, diseño y estandarización de componentes, las empresas automotrices en 2021 se tienen que renovar a fin de garantizar un producto de calidad para el cliente.

#### **1.4.5 Gestión del Suministros de autopartes**

Los proveedores Tier 1, Tier 2 sucesivos, forman parte de las autopartes, cada uno de estos proveedores tiene una relación especial con sus clientes, ya que es el cliente quién delimita el diseño de las autopartes y la demanda de determinadas autopartes. En nuestro país en crecimiento de la industria de autopartes ha crecido considerablemente, de acuerdo con la Industria Nacional de Autopartes (INA), A.C., al sector de autopartes lo integran más de 600 empresas fabricantes de partes y componentes, que va desde sistemas de dirección, transmisiones, motores, circuitos eléctricos, cubiertas y partes de plástico por mencionar algunos. En el siguiente mapa de la República Mexicana se muestra la participación de estas 600 empresas en la producción de autopartes por entidad federativa, considerando la producción de motores y transmisiones.



**Figura 5-Producción de autopartes por entidad federativa**

Nota: La figura 5. Representa la producción de autopartes por entidad federativa.

Fuente: *Encuesta mensual de la Industria Manufacturera (EMIM)* de INEG 2017

Como se observa en la figura 5. La producción de autopartes por entidad federativa, en la zona de México se concentra el volumen de producción de autopartes con un 50.6%, es decir, que del total de autopartes que se producen en el país, la mitad se produce en la zona norte de México, destacando en la producción de autopartes los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Seguido la zona del Bajío con una aportación del 29.5% de producción de autopartes en este sector, destacando los estados de Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco y Estado de México. La concentración de ensambladoras (OEM) y los las empresas de autopartes (Tier) se localizan en la zona norte de México, ya que la industria terminal (ensambladoras) debe tener cercanía geográfica con sus proveedores, ya que se debe trabajar en conjunto para el diseño e innovación automotriz, ingenierías constructivas y de operación. Además, en la zona norte se han sumado esfuerzos del sector privado y gubernamental por mejorar la infraestructura carretera, y acondicionar los parques industriales con el fin de crear una industria moderna y competitiva.

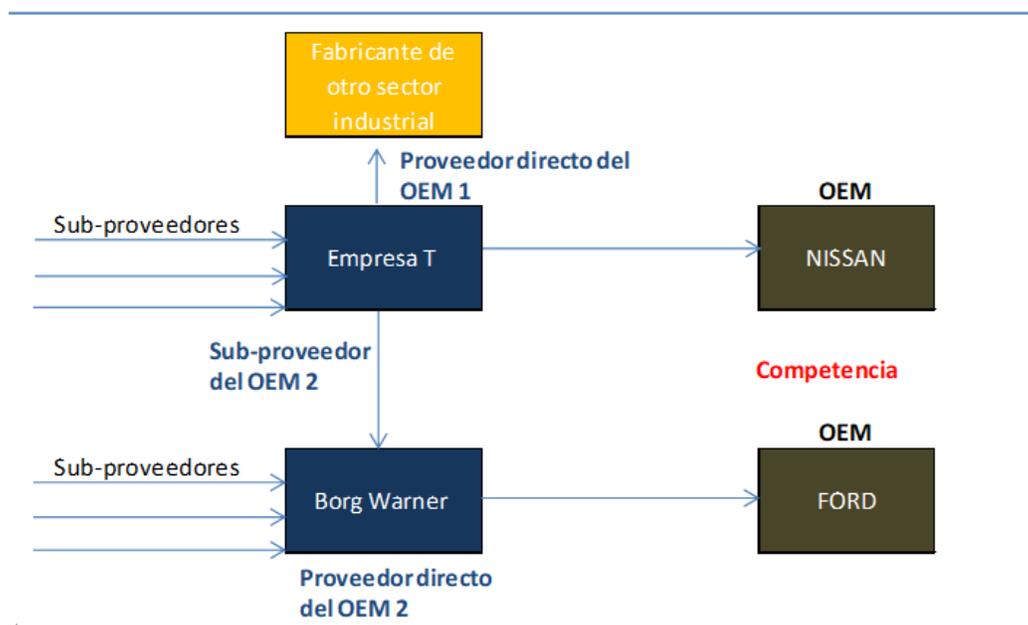
Existen empresas del ramo de autopartes que han comenzado con pequeños talleres familiares y dichos talleres han ido creciendo a largo de los años hasta convertirse en empresas de alta calidad en la producción de autopartes y por manejar un alto control en

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

cada uno de sus procesos. A continuación, se presenta una de las empresas que es líder en la producción de autopartes en México; Empresa T.

### 1.5 Empresa T de autopartes

Empresa T es uno de los proveedores de autopartes confiables del ramo automotriz en México, con más de 60 años en el mercado automotriz forma parte de los proveedores de primer Nivel (Tier 1) y para otras empresas forma parte del Tier 2. Como proveedor de primer nivel, provee a ensambladoras como lo son: Nissan, Ford, Honda, General Motors, Toyota, entre otros. Como proveedor de segundo nivel, provee a proveedores de primer nivel como lo es: Borg Warner.



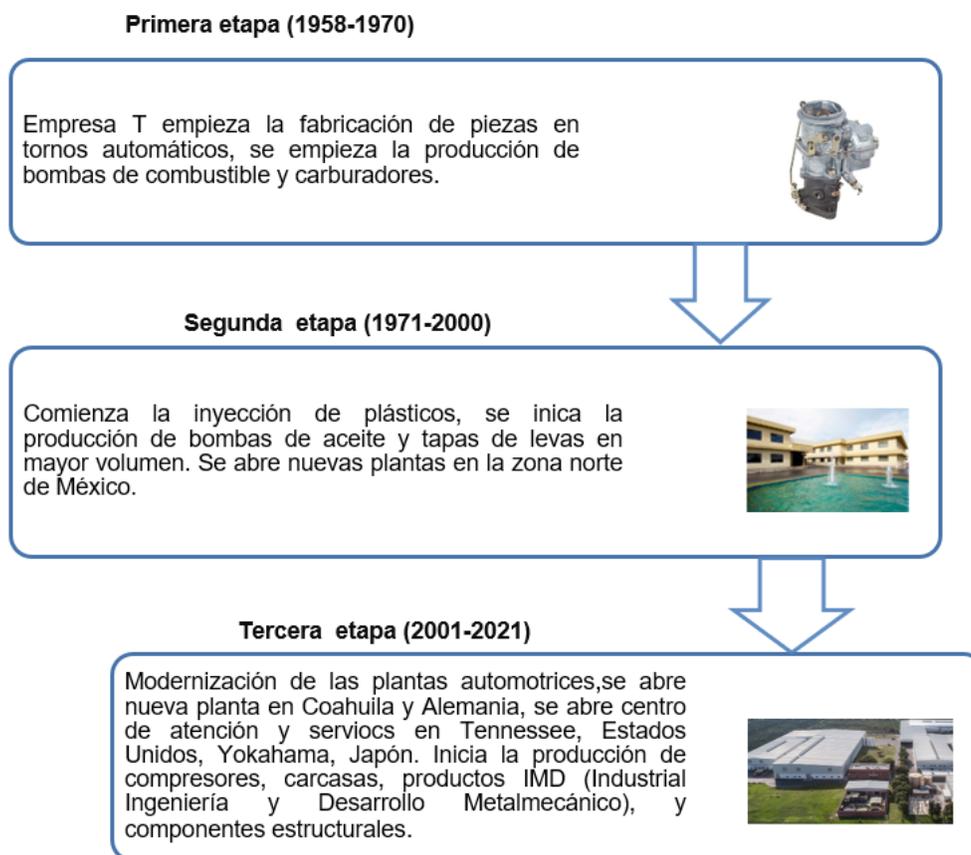
**Figura 6-**Empresa T y su relación con las OEM (Original Equipment Manufacturer)

Nota: La figura 6. Muestra la relación de la Empresa T (empresa de autopartes) con los OEM. Fuente: Autoría Propia.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Empresa T inicio sus operaciones en un pequeño taller en la Ciudad de México en el año de en 1967 como fabricante de bombas y carburadores; actualmente cuenta con tres unidades de negocios: Unidad de negocio de fundición a presión de alta presión, unidad de negocio de moldes semipermanentes y unidad de Negocio de Plástico prestan servicio a la industria automotriz.

La división de la empresa T, S.A de C.V realiza el proceso de fundición y ensamble de autopartes de aluminio y plástico maquinadas, se ensamblan autopartes como: motores, tren motriz, depósitos refrigerantes, torres de choque, miembros cruzados, colectores de aceite, bombas de agua, cubiertas de levas, cubiertas de control de sincronización variable, cubiertas finales, viviendas de convertidores, porta diferencial, cajas de engranes y sistemas de refrigerante del motor por mencionar algunos. La trayectoria de la empresa T se presenta en tres grandes etapas a continuación:



**Figura 7- Trayectoria de la Empresa T**

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Nota: La figura 7. Podemos observar el desarrollo de la Empresa T a largo de más de 60 años a nivel nacional e internacional. Fuente: *Autoría Propia con base en <https://www.bocar.com/>*. A lo largo de más de 60 años, Empresa T se han consolidado como una empresa de autopartes con altos estándares de calidad, y lo más importante se ha convertido en un proveedor de autopartes confiable para la OEM (ensambladoras).

Actualmente la Empresa T, cuenta a Nivel Nacional con 6 plantas, 1 centro de formación, y la empresa T de ensamble en la CDMX, gracias a la estandarización de procesos en el grupo T, se han estandarizado los procesos de producción y los procedimientos internos. La empresa T ensamble de la CDMX es clave porque ahí surgen las operaciones que le dan mayor valor agregado a las autopartes. Para la planta T ensamble uno de las áreas estratégica, es el área de Logísticas y Materiales, ya que esta área es pieza clave para conectar a las demás áreas como lo son: producción, manufactura, calidad, procesos, diseño, ventas, por mencionar algunas áreas. El área de logística y materiales tiene funciones claves que se presentan a continuación.

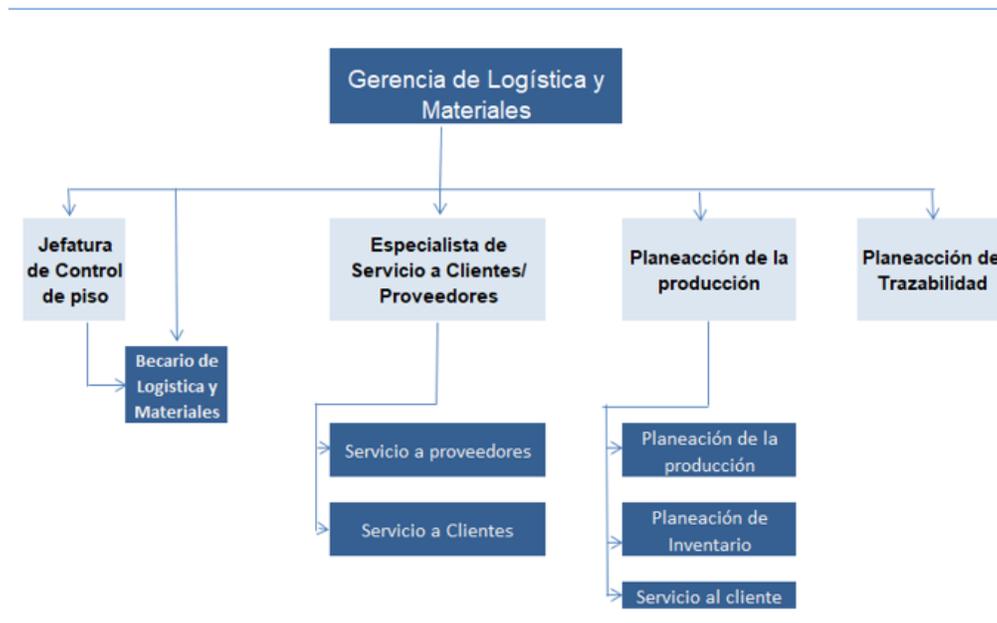
### **1.6 Descripción de las funciones área de Logística y materiales**

El área de Logística y materiales es un departamento que constantemente está relacionado con los demás departamentos como lo son: ingeniería en procesos, producción, manufactura, ingeniería en proyectos, aseguramiento de calidad, ventas y mantenimiento.

La logística tenía como principales funciones: la planificación y la gestión de materiales de tal forma que se realicen de forma eficiente, de manera interna (entre departamentos) y con los clientes, Empresa T también incluye la creación e implementación de sistemas de control y mejora.

La logística es extensa y dentro es por ello que en el departamento de logística y materiales cada persona tiene funciones para que todas las actividades a cargo de este departamento se puedan llevar de forma más eficaz.

A continuación, en la figura 8. Se presenta un organigrama de la gerencia de Logística y Materiales, para entender un poco como está distribuida cada una de las actividades.



**Figura 8-**Organigrama de la Gerencia de Logística y Materiales de Empresa T

Nota: Fuente: Autoría Propia con base en <https://www.bocar.com/>.

**Gerente de logística y materiales:** Se encarga de coordinar todas las actividades de sus subordinados para tener un control del área, con el fin de cumplir las necesidades del departamento.

**Jefatura de control de piso:** Administra y controla la logística interna del flujo de materiales (materia de fundición, componentes), empaque, y el almacén de producto terminado con el fin de lograr un abastecimiento oportuno de acuerdo a la demanda planeada de producción solicitada por los clientes.

**Área de Servicio al Cliente:** Es responsable de dar seguimiento a proveedores y clientes actuales y a los potenciales, el seguimiento se lleva a cabo desde el requerimiento de la demanda (compra a proveedores), entrega de productos y dar seguimiento, lleva a cabo los procesos (compras, envíos, y devoluciones) y se encargan de crear una relación duradera con proveedores y clientes basada en la satisfacción de cada uno de ellos.

**Área de planeación de la producción:** planea de manera organizada el requerimiento y recepción de materiales (componentes, materia prima, producto terminado, fundición) para cumplir con la demanda de producción diaria. Pretende cumplir los requerimientos en tiempo y forma.

**Área de planeación de trazabilidad:** Se encarga de la localización de los productos en el espacio (lugares) y en el tiempo, de las compras de materia prima, transporte, producción,

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

almacenaje, transporte, distribución y entrega. Se cuenta con sistemas que permiten llevar a cabo la trazabilidad como lo son: códigos QR, códigos de barra, sistema RFID, entre otros.

### 1.6.1 Funciones y responsabilidades de la becaria del departamento de Logística y materiales

Participa en la planeación, desarrollo e implementación de proyectos en el departamento de Logística y materiales, dichos proyectos tienen como finalidad lograr una logística interna eficiente, eficaz y oportuna. Así mismo tener un control de los proyectos implementados y de acuerdo con la política lean establecida en la planta, se buscan desarrollar mejoras continuas en el área y en cada uno de los procesos logísticos.

A continuación, se muestra en la figura 9. Las actividades realizadas por la becaria del departamento de Logística y Materiales.

Actividades de la becaria de Logística y Materiales			
Actividad	Área relacionada	Competencia desarrollada	Periodicidad
Recorrido en las líneas de producción	Producción	Planeación/Estudio del trabajo	Diario
Checklist de las tarjetas SMED	Logística de materiales/ Producción		Diario
Checklist de las tarjetas Kanban	Logística de materiales/ Calidad	Logística de Materiales/ Planeación y Control de la Producción	Diario
Creación de los ciclos Kanban	Logística de materiales	Sistemas de Inventarios	Diario
Revisión y corrección de tarjetas Kanban que marcar error (SAP)	Logística de materiales	Logística/Calidad	Diario
Reposición de tarjetas Kanban en malas condiciones	Logística de materiales	Logística	Cada tercer día
Revisión del almacén de empaque	Logística de materiales	Logística	Cada tercer día
Reparación de racks	Logística de materiales/ Manufactura	Logística/Manufactura	Semanalmente
Diseño y Reacomodo del almacén Ecológico	Logística de materiales	Logística/Manufactura	Un mes
Mejoras continuas en el almacén de empaque	Logística de materiales	Logística	6 meses

**Figura 9-**Actividades realizadas por la becaria del Departamento de Logística y Materiales

Nota: Fuente: *Autoría Propia*

### 1.6.2 Habilidades requeridas

- Planeación de las actividades cotidianas
- Liderazgo
- Trabajo en equipo
- Capacidad de expresión y dialogo

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

- Gestión de recursos: materiales y distribución
- Responsabilidad, honestidad, disciplina, integridad y motivación
- Uso de software SAP (ERP) Y AUTOCAD
- Buscar, interpretar, comunicar y evaluar la información
- Organización e interrelación con otras áreas.

### **1.6.3 Objetivos establecidos para la becaria de logística y materiales**

- Planear las actividades de abastecimiento interno de materiales a las líneas productivas.
- Crear y/o eliminar ciclos Kanban con los requerimientos necesarios (características del material, cantidad, ubicación en línea productiva y los estados de gaveta lleno o vacío).
- Mejorar las rutas logísticas existentes para el abastecimiento de materiales.
- Crear y colocar ayudas visuales en los racks de producción y gavetas, en función del estándar de producción para el abastecimiento.
- Colocar paradas definidas por el mil run y así poder realizar el abastecimiento por parte del operador a las líneas productivas.
- Implementar un WM en el almacén de empaque.
- Reubicación de materiales en el almacén ecológico.
- Implementar mejoras continuas.

## **Capítulo II: Marco Teórico**

Para poder cumplir con los objetivos establecidos en el presente trabajo es necesario analizar a detalle cada una de las actividades y tareas que se realizan en el proceso de abastecimiento de materiales a las líneas productivas. Comprender el proceso permite detectar áreas de oportunidad y establecer un plan de mejora.

### **3.1 Definición de cadena de suministros**

Se define como la colaboración entre las empresas que persiguen un posicionamiento estratégico común y pretenden mejorar su eficiencia operativa. Por cada empresa involucrada, la relación de la cadena de suministro refleja una decisión estratégica. Una estrategia de cadena de suministro es una disposición de canales basada en una dependencia y una colaboración reconocidas. Las operaciones de la cadena de suministro requieren procesos administrativos que abarcan las áreas funcionales de las

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

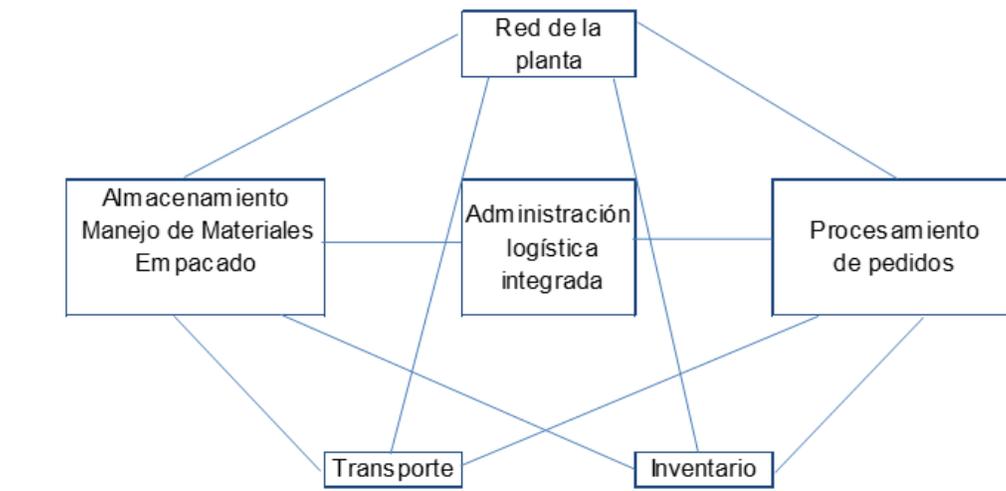
empresas individuales y vinculan a los socios comerciales y a los clientes a través de los límites de la organización (Donald J. Bowersox, 2007).

### **3.2 Definición de logística**

En contaste la logística es un subconjunto de una cadena de suministro y ocurre dentro de ésta; es el proceso que crea un valor por la oportunidad y el posicionamiento del inventario. La logística es la combinación de la administración de pedidos, el inventario, el transporte, el almacenamiento, el manejo de materiales y el embalaje integrados por toda la red de una planta. La logística sirve para vincular y sincronizar la cadena de suministro general como un proceso continuo y es esencial para la efectiva conectividad de la cadena de suministro. La logística existe para desplazar y posicionar el inventario con el fin de lograr los beneficios deseados de tiempo, lugar y posesión al costo total más bajo. El inventario tiene un valor limitado hasta que se posiciona en el momento correcto y en el lugar adecuado para apoyar la transferencia de la propiedad o la creación de valor agregado (Donald J. Bowersox, 2007).

La figura 10. Representa la naturaleza interrelacionada de las cinco áreas del trabajo logístico:

- 1) procesamiento de pedidos
- 2) inventario
- 3) transporte
- 4) almacenamiento, manejo de materiales y empaclado
- 5) la red de distribución



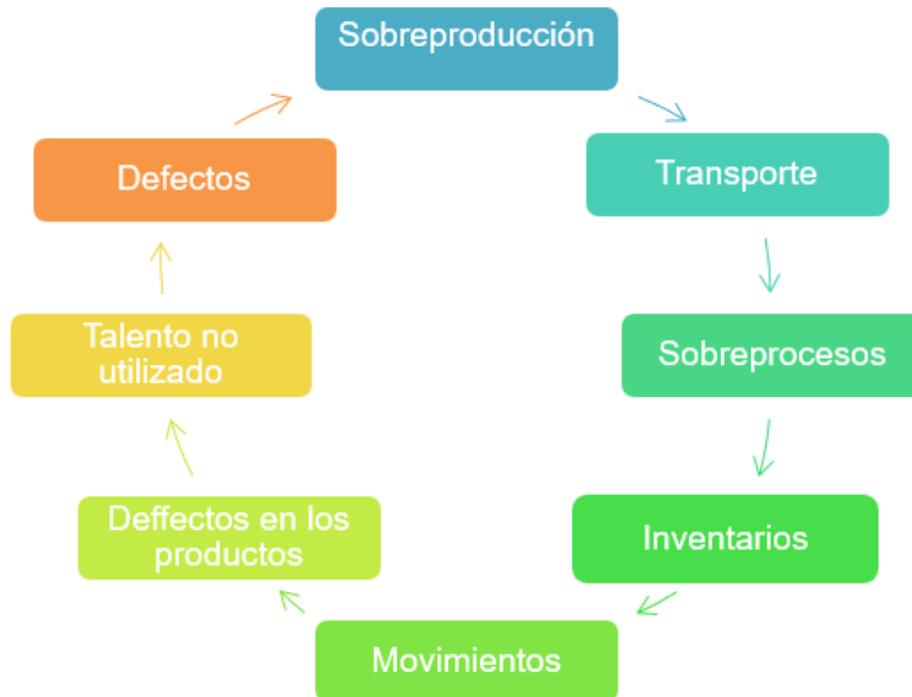
**Figura 10-La logística integrada**

*Nota:* La Figura 10. Representa la naturaleza interrelacionada de las cinco áreas del trabajo logístico. Tomando de *Administración y logística en la cadena de suministros* (p. 26), por Bowerson J. Donald, Closs J David, Cooper Bixby M, 2007, McGraw-Hill.

### **2.3 Descripción de la filosofía de Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing, o también llamado Lean Production, es un método de organización del trabajo que se centra en la continua mejora y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso. Su objetivo fundamental es el de minimizar las pérdidas que se producen en cualquier proceso de fabricación, y en utilizar solo aquellos recursos que sean imprescindibles. Así, eliminando el despilfarro se mejora la calidad y se reducen el tiempo de fabricación y el costo (PAGE, 2004).

Dentro de la filosofía Lean se clasifican como desperdicios aquellos materiales o procesos que no agregan valor al producto final. En la siguiente imagen se muestran los desperdicios de acuerdo a la filosofía lean manufacturing.



**Figura 11-Los 8 desperdicios**

*Nota:* La Figura 11. Representa los ocho desperdicios de acuerdo a la filosofía lean. Tomando de *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implementación* (p. 20), por Hernández J.C. Vizán A., 2013, EOI.

#### **2.4 Descripción de la filosofía Kaizen**

Kaizen, palabra japonesa que significa mejora continua en forma ordenada, es una filosofía que comprende todas las actividades de negocios y a todos los integrantes de una organización. En la filosofía kaizen, la mejora en todas las áreas del negocio (costo, cumplimiento de los programas de entrega, seguridad de los empleados y desarrollo de sus habilidades, relaciones con los proveedores, desarrollo de nuevos productos o productividad) sirve para aumentar la calidad de la empresa. Por tanto, cualquier actividad centrada hacia la mejora está dentro del paraguas del kaizen. Las actividades para establecer sistemas de control de calidad tradicionales, instalar tecnología avanzada y de robótica, instituir sistemas de sugerencias de los empleados, dar mantenimiento a los equipos e implementar sistemas de producción justo a tiempo dan lugar a la mejora.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Kaizen se enfoca hacia las mejoras pequeñas, graduales y frecuentes a largo plazo, con una inversión financiera mínima y la participación de todos en la organización.

Para garantizar el éxito de la filosofía kaizen se requiere de tres acciones fundamentales: prácticas operativas, involucramiento total y entrenamiento. Las prácticas operativas manifiestan nuevas oportunidades de mejorar. Las prácticas operativas como el enfoque justo a tiempo permiten detectar los desperdicios, la ineficacia y la mala calidad. El involucramiento total como segunda acción lleva a que todos los empleados busquen la mejora. Por último, el entrenamiento permite que los empleados participen en la mejora a través de sistemas de sugerencias y actividades de grupos pequeños, programas de autodesarrollo que enseñan técnicas prácticas de solución de problemas y mayores habilidades para el desempeño laboral. Todas estas mejoras requieren de una capacitación significativa, tanto en la filosofía como en las herramientas y técnicas (James R. Evans, 2008).

El espíritu de mejora continua se refleja en el lema “siempre hay un método mejor”, el cual consiste en un progreso, con pequeñas acciones innovadoras y mejoras, dichas actividades involucran la participación de cada empleado.

## **2.5 Inventario**

Son las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización. El inventario de manufactura casi siempre se clasifica en materia prima, productos terminados, partes componentes, suministros y trabajo en proceso. Para el presente trabajo vamos a dedicarnos a analizar el inventario de partes componentes. Todo inventario requiere de un conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determinan aquellos a mantener, el momento en que es necesario el reabastecimiento y qué tan grandes deben ser los pedidos (Chase et al., 2009).

La existencia de inventarios cumple funciones esenciales como lo son:

- Permite un posicionamiento geográfico a través de diversas unidades de fabricación y de distribución de una empresa.
- Que cada proceso opere a su máxima eficiencia, en vez de tener la velocidad de todo el proceso limitada por la actividad más lenta.

### Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

- Atiende el tiempo transcurrido entre la disponibilidad del inventario (fabricación, abasto, desabasto) y el consumo.
- Atiende la incertidumbre relacionada con la demanda en exceso predicha o los retrasos inesperados en la recepción y el procesamiento de pedidos durante la entrega, y se suele considerar como las existencias de seguridad

El inventario representa una de las inversiones más importantes de las empresas con relación al resto de sus activos, ya que son fundamentales para las ventas e indispensables para la optimización de las utilidades (Durán, 2012).

Un inventario forma parte esencial para que una planta productiva, ya que es mediante el inventario el cual permite que las actividades se realicen, el reto actualmente es que las plantas productivas en cada proceso tengan el inventario adecuado (no excesivo no faltante), para llevar a cabo las actividades de forma adecuada y oportuna, un exceso de inventario provoca una falta de control en cada proceso y el inventario se daña, se vuelve obsoleto o bien provoca que se crea que existe suficiente inventario en caso de que salga mal algún proceso, sin tener en cuenta que el exceso de inventario conlleva una inversión mayor, por el contrario, una escasez de inventario en algún proceso, limitará a las restantes, provoca paros en las líneas productivas, lo que ocasiona pérdidas económicas porque hay recursos inmovilizados (maquinaria, personal, transporte), un exceso de inventario como un escasez de inventarios en líneas productivas representan malas prácticas, y esas malas prácticas repercuten directamente en las finanzas de una empresa, es por ello que se hace presente la necesidad de llevar un control ajustado a la demanda de las líneas productivas.

Los inventarios se pueden catalogar según su grado de terminación en:

- Inventario en tránsito: Aquellas unidades pertenecientes a la empresa, y que no se encuentran en sus instalaciones físicas destinadas como su ubicación puntual, por ejemplo: Mercancía en ruta, en control de recepción (y su ubicación puntual es otra), en transporte interno, en paquetero, etc.
- Inventario en planta: Son todas las unidades bajo custodia de la empresa y que se encuentran en sus instalaciones físicas puntuales, por ejemplo: Almacén de materias primas, almacén intermedio, almacén de embalaje, almacén de herramientas, almacén de mantenimiento, etc.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

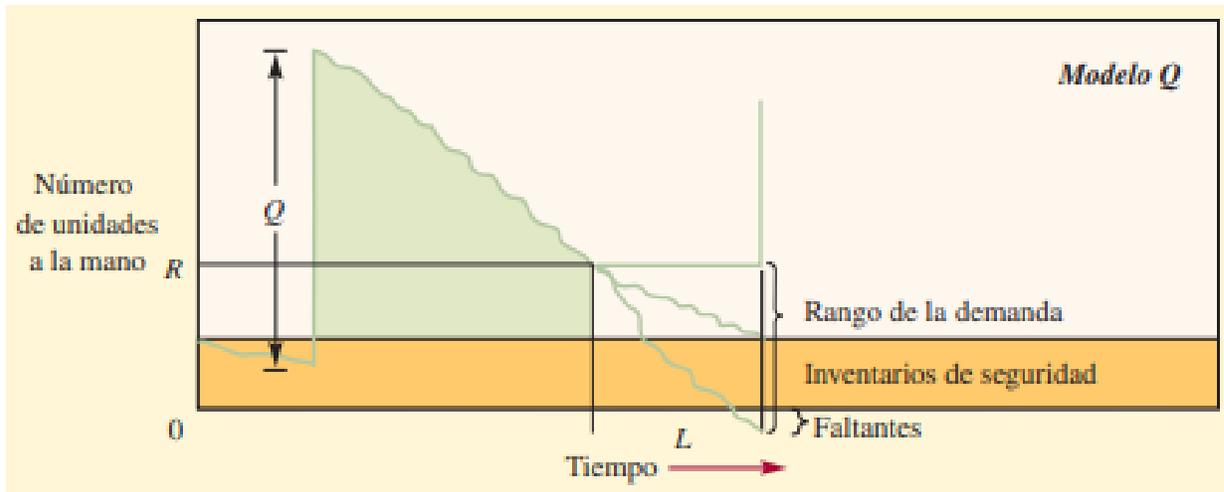
- **Inventario Operativo:** Es el conjunto de unidades que surgen del reaprovisionamiento de las unidades que son vendidas o utilizadas en la producción.
- **Inventario de Seguridad:** Es aquel inventario del cual se dispone para responder a las posibles fluctuaciones de la demanda y/o a los retrasos que pueden presentarse en los procesos de reabastecimiento por parte de los proveedores (Donald J. Bowersox, 2007, págs. 133-142).

Se efectuó el uso del inventario de seguridad para establecer la cantidad correcta de material en las líneas productivas y evitar los paros por falta de material.

### **2.6 Modelo de Cantidad de pedido fija con inventarios de seguridad**

Un sistema de cantidad de pedido fija vigila en forma constante el nivel del inventario y hace un pedido nuevo cuando las existencias alcanzan cierto nivel,  $R$ . El peligro de tener faltantes en ese modelo ocurre sólo durante el tiempo de entrega, entre el momento de hacer un pedido y su recepción. Se hace un pedido cuando la posición del inventario baja al punto de volver a pedir,  $R$ . Durante este tiempo de entrega,  $L$ , es posible que haya gran variedad de demandas. Esta variedad se determina a partir de un análisis de los datos sobre la demanda pasada o de un estimado (en caso de no contar con información sobre el pasado). El inventario de seguridad depende del nivel de servicio deseado. La cantidad que se va a pedir,  $Q$ , se calcula de la manera normal considerando la demanda, el costo de faltantes, el costo de pedido, el costo de mantenimiento, etc. Es posible usar un modelo de cantidad de pedido fija para calcular  $Q$ . Entonces, se establece el punto de volver a pedir para cubrir la demanda esperada durante el tiempo de entrega más el inventario de seguridad determinados por el nivel de servicio deseado. Por lo tanto, la diferencia clave entre un modelo de cantidad de pedido fija en el que se conoce la demanda y otro en el que la demanda es incierta radica en el cálculo del punto de volver a pedir. La cantidad del pedido es la misma en ambos casos. En los inventarios de seguridad se toma en cuenta el elemento de la incertidumbre.

En la figura 12 se presenta el modelo de cantidad de pedido fija:



**Figura 12-**Modelo de cantidad de pedido fija

*Nota:* La Figura 12. Representa el modelo de cantidad de pedido fija en el cual se añade un inventario de seguridad cuando se presenta incertidumbre en el proceso. Tomando de *Planeación y control de la cadena de suministros* (p. 560), por Chase *et al.*, 2009.

El punto de volver a pedir es:

$$R = d * L + z\sigma L$$

$R$  = Punto de volver a pedir en unidades

$d$  = Demanda diaria promedio

$L$  = Tiempo de entrega en horas (tiempo transcurrido entre que se hace y se recibe el pedido)

$z$  = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica

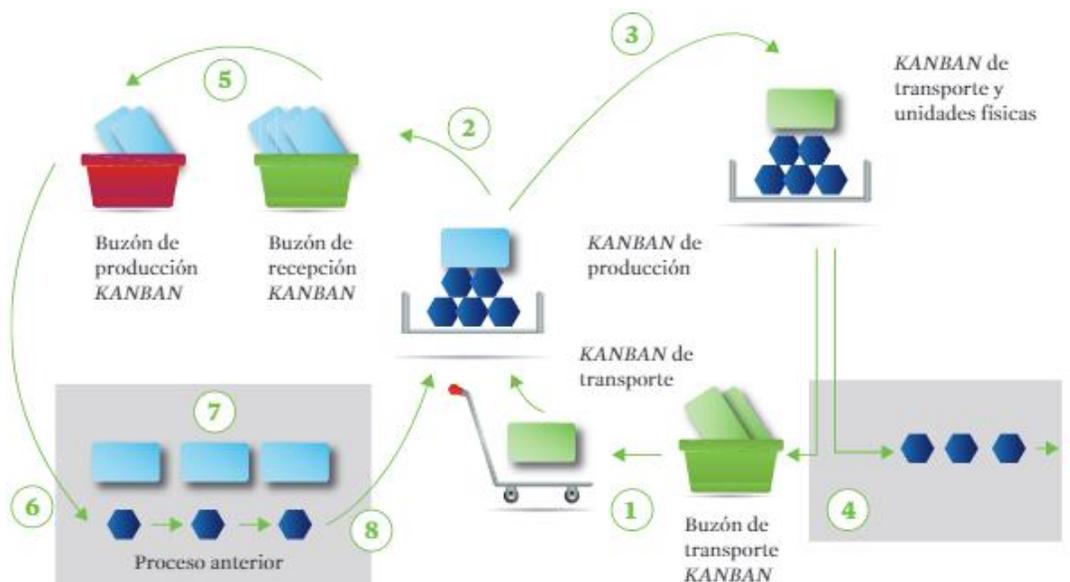
$\sigma L$  = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega

El término  $z\sigma L$  es el inventario de seguridad. Se puede observar, que si estas existencias son positivas, el efecto es volver a pedir más pronto. Es decir,  $R$  sin inventario de seguridad simplemente es la demanda promedio durante el tiempo de entrega (Chase *et al.*, 2009, págs. 553-560).

Tener un modelo de inventario es necesario para establecer las cantidades de componentes que se necesitan de acuerdo a la demanda de cada línea de productiva.

## 2.7 Kanban

Kanban es sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban). Utiliza la idea simple basada en un sistema de jalar la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado. El sistema consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con las líneas productivas. Las tarjetas se adjuntan a contenedores o envases de los correspondientes materiales o productos, de forma que cada contenedor tendrá su tarjeta y la cantidad que refleja la misma es la que debe tener la gaveta o contenedor (Ohno, 1991).



**Figura 13-**Esquema del sistema Kanban

*Nota:* La Figura 13. Esquema del sistema Kanban. Tomando de *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implementación* (p. 76), por Hernández J.C. Vizán A., 2013, EOI.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Kanban es un sistema que permite acercarse a el método *justo in time*, además de que es una ayuda visual muy efectiva para aquellos trabajadores que realizan el flujo de inventario a lo largo de cada uno de los procesos productivos. Como bien se dijo antes Kanban controla el flujo de materiales a través de tarjetas, en este caso se utilizaron para indicar el abastecimiento de materiales de almacén general a las líneas productivas. Este abastecimiento se hace a través de rutas logísticas, es por ello que a continuación se describe en qué consisten las rutas logísticas.

## **2.8 Rutas logísticas**

Las rutas logísticas es un esquema en el cual el transporte llega a diferentes puntos de la planta (almacenes, supermercados y líneas productivas), para realizar las funciones como lo son: almacenar, abastecer y entregar. Las rutas logísticas deben establecerse en el tiempo y en el espacio, se debe plantear de forma esquemática las características necesarias para que cada operador pueda reconocer los tiempos, los puntos de entrega a cada una de las líneas productiva evitando el paro de líneas por falta de materiales.

Las rutas logísticas que se trazaron para este proyecto responden a la demanda de las líneas productivas, tratando de garantizar una producción continua sin paros en las líneas productivas. Las rutas logísticas se clasifican en primarias, secundarias y terciarias.

Ruta Primaria: Debe responder a las líneas productivas que ensamblan rápidamente y quieren componentes constantemente.

Ruta secundaria: Debe responder a la demanda de líneas productivas cuya demanda es moderada, de tal forma que esta ruta también puede satisfacer los requerimientos de las rutas llamadas primarias. Ya que la ruta secundaria se predispone a que el número de materiales a surtir es menor que las rutas primarias.

Ruta terciaria: Es la ruta que surte los materiales de menor demanda productiva, esta ruta es fundamental ya que de ella depende observar que las líneas productivas que necesitan ser reabastecidas de la ruta primaria y secundaria sean abastecidas según los materiales que en las rutas se hallan establecidos los materiales de cada ruta (Donald J. Bowersox, 2007, págs. 167-175).

## **2.9 Transporte**

El transporte es el área operativa de la logística que desplaza y posiciona

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

geográficamente el inventario. Desde el punto de vista del sistema logístico, se consideran tres factores fundamentales en el manejo de transporte: 1) costo, 2) velocidad y 3) regularidad.

1. Costo de transporte: Es la cantidad de dinero relacionada con mantener el inventario en tránsito de forma oportuna, en cantidades adecuadas, tratando de minimizar el costo de mover el inventario a diversos puntos estratégicos de las plantas productivas.

2. Velocidad de transporte: Es el tiempo requerido para concluir un movimiento específico, en este caso para mover el inventario a diversos puntos de las líneas productivas, se debe realizar a una distancia adecuada, ya que existen operarios trabajando, técnicos en planta, y personal de la planta que circula por pasillos de la planta.

3. Regularidad de transporte: Se refiere a las variaciones de tiempo requeridas para realizar un movimiento específico durante varios envíos y refleja la confiabilidad del transporte. El transporte debe ajustarse a las rutas logísticas establecidas y así se cumple la regularidad del transporte de inventario a lo largo de cada jornada laboral (Ballou, 2004).

## **2.10 Almacenamiento**

Son aquellos lugares donde se guardan los diferentes tipos de mercancías. Son manejados a través de una política de inventario. Esta función controla físicamente y en un sistema MRP (SAP), todos los artículos inventariados. Al elaborar la estrategia de almacenamiento se deben definir de manera coordinada el sistema de gestión de almacén y el modelo de almacenamiento. A continuación, se presentan las funciones de los almacenes:

Funciones de los almacenes:

1. Mantenerlas materias primas a cubierto de incendios, robos y deterioros.
2. Permitir a las personas autorizadas el acceso a las materias almacenadas.
3. Llevar en forma minuciosa controles sobre las materias primas (entradas y salidas).
4. Dar movimiento a los productos estacionados dentro del almacén, tanto de entrada como de salida.
5. Vigilar que no se agoten los materiales (Ballou, 2004, págs. 200-219).

Los almacenes en la empresa T, son lugares que permite guardar por determinados periodos, las materias primas, partes componentes, producto terminado, empaques, materiales secundarios. Los almacenes permiten tener a disposición de las demás áreas

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

los materiales a utilizar para la fabricación de autopartes. En el presente trabajo el almacén que más flujo presenta es el almacén de partes de componentes (almacén de componentes). El Almacén de componentes es el encargado de surtir partes componentes a cada una de las líneas productivas en la planta (Gutiérrez Pulido, Humberto. De la Vara, Román. 2004).

### 2.11 Diagrama de Pareto

Dentro del área de Logística y materiales de la Empresa T, existe una serie de actividades a realizar, el diagrama de Pareto va a permitir identificar a la actividad que presenta más complicaciones e ineficiencias al momento de ejecutarse, en función de su frecuencia de ocurrencia (tiempo). Esto nos va a permitir establecer las prioridades de intervención. Una vez que se obtenga el diagrama de Pareto se podrán observar las actividades con más problemas. De acuerdo a la regla 80/20, nos dice que el 80% de los reclamos son originados por el 20% de las actividades. Este principio ayuda a separar los errores críticos, que normalmente suelen ser pocos, de los muchos no críticos o triviales. Al hacer la recopilación de la información se presenta un lay out del picking en el almacén con ayudas visuales para que se identifiquen los materiales.

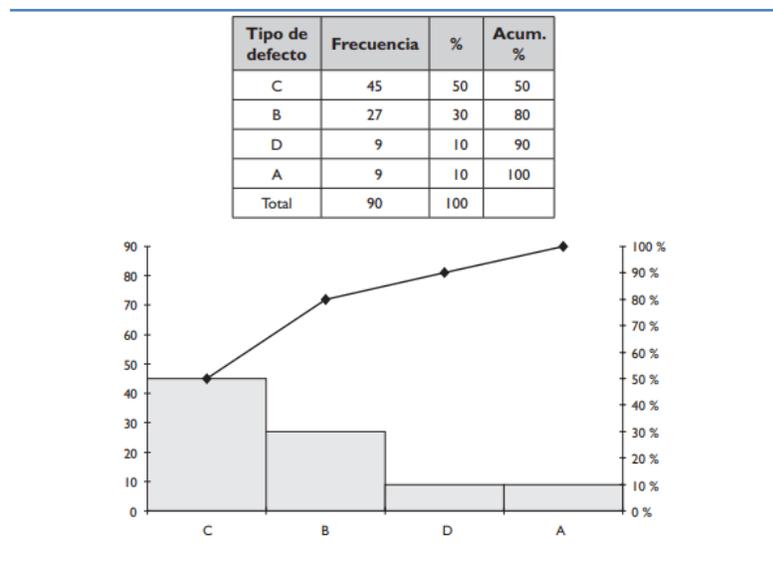


Figura 14-Diagrama de Pareto

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

*Nota:* La Figura 14. Diagrama de Pareto. *Gestión de la Calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas* (p. 1273), por César Camisón. 2006, Pearson.

El análisis ABC es un método de clasificación frecuentemente utilizado en gestión de inventario. Resulta del principio de Pareto. El análisis ABC permite identificar los artículos que tienen un impacto importante en un valor global (de inventario, de venta, de costos). Permite también crear categorías de productos que necesitaran niveles y modos de control distintos.

Ejemplo de la gestión de stock:

1. "Clase A" el stock incluirá componentes que representan 80% del valor total de stock y 20% del total de los componentes. En eso la clasificación ABC resulta directamente del principio de Pareto.
2. "Clase B" los componentes representaran 15% del valor total de stock, 30% del total de los componentes.
3. "Clase C " los componentes representaran 5% del valor total de stock, 50% del total de los componentes (Lindsay, 2008).

Para dicho proyecto se elaboró una clasificación de partes componentes, se realizó de acuerdo al valor de mayor demanda ya que esto nos dará una visión más detallada de los artículos con mayor movimiento en la planta, en el almacén de componentes en el primer rack se colocarán las partes componentes de clase A, sucesivamente en el Rack B se colocarán los componentes de clase B, y en el rack C se colocarán los componentes de clase C.

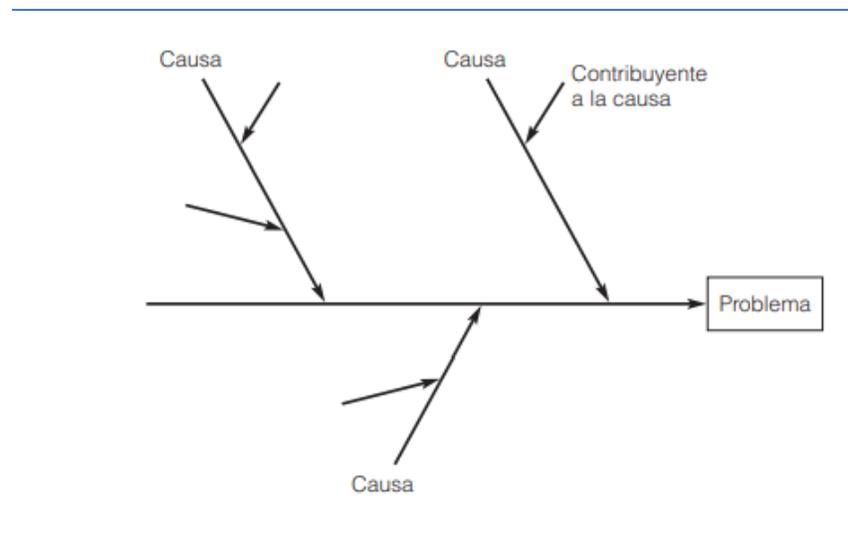
## **2.12 Diagrama de pescado**

El diagrama de espina también llamado diagrama Ishikawa va permitir conocer de manera gráfica las posibles causas que originan los paros en las líneas productivas.

En el diagrama de espinas (también conocido como diagrama Ishikawa) en el presente trabajo se utilizó para analizar el problema; el paro de líneas productivas por falta de partes componentes. Posteriormente se identificaron las causas originan dicho problema. Enumerando las causas como puede ser: mano de obra, maquinaria, materiales, componentes y métodos, una vez que se exponen las causas se colocaron el diagrama agrupando las de similar naturaleza. Una vez que se elaboró el diagrama de espina, se

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

analizan las causas más probables y entre ellas las más importantes y se les dan un orden de prioridad, en el capítulo 3. Se presenta el diagrama de espina elaborado para este trabajo.



**Figura 15-Diagrama de pescado**

*Nota:* La Figura 15. Diagrama de pescado (También conocido como diagrama causa-efecto). Tomando de *Administración y control de la calidad* (p.673), por Evans J., 2008, Cengage.

### 2.13 Descripción de la relación entre WMS Y SAP

Para tener un control sobre el inventario en almacenes, en especial sobre el almacén de componentes el cual es el almacén más grande de la Empresa T y es el almacén que alberga todos y cada uno de los componentes que requieren las líneas productivas, se recurrió a un software que permite administrar el almacén conocido como el sistema de administración de almacenes (Warehouse Management Systems por sus siglas en inglés).

Warehouse Management Systems es una herramienta que se utiliza para controlar, coordinar y optimizar los movimientos, procesos y operativas propios del almacén de componentes. Dentro de las principales funciones básicas se encuentra:

- Gestión de la entrada de componentes a almacenes

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

- Gestión de la ubicación de los materiales y unidades de transporte
- **Gestión del abastecimiento de materiales a cada línea productiva**
- Gestión de producto terminado
- Gestión de embarques

Para que se pueda ejecutar el sistema de administración de almacenes (Warehouse Management Systems) es necesaria la arquitectura del software para poder llevar a cabo la gestión de almacenes y es a través del sistema de radiofrecuencia que se hace posible la ejecución del WMS. SAP o “Systems, Applications, Products in Data Processing” es un sistema de planificación de recursos empresariales, el cual crea y mantiene las bases de datos maestra: da de alta nuevos productos, añade proveedores, y traslada órdenes de pedido al almacén, además de generar facturas, para poder llevar a cabo estas tareas se utiliza WMS para realizar las operaciones específicas, entonces se puede afirmar que SAP es el sistema central de información y WMS es el módulo de SAP que permite ejecutar dichas tareas.

Gracias a la radiofrecuencia del software WMS permite crear un vínculo entre el sistema de abastecimiento y el almacén de componentes, permitiendo así tener las mismas cantidades de materiales en cada uno de los almacenes y lo proyectado en el sistema SAP. El sistema de radiofrecuencia permite hacer operaciones en tiempo real de traslados de materiales, almacenajes, conocer las cantidades exactas de materiales en cada proceso, se puede tener una mejor capacidad de respuesta, existe una trazabilidad de los recursos y con ello se pueden ejecutar y cumplir los ciclos Kanban; los cuales determinan la cantidad de material que debe y está en proceso. En la empresa T el scanner de radiofrecuencia es la hand held con scanner CK71. Dicha computadora móvil alfanumérica permite la descarga virtual de materiales del almacén de componentes a cada una de las líneas productivas. Hand held con scanner CK71 permite la interacción entre el sistema SAP y el almacén de componentes, a través de la hand held (computadora) se notifican los componentes que entra y sale del almacén. La computadora Hand held permite tener un control de inventario ya que en tiempo real se conoce en el sistema SAP la cantidad de material que el operador de almacén traslada del almacén de componentes a cada una de las líneas productivas.



---

**Figura 16-***Hand held con scanner CK71*

*Nota:* La Figura 16. Hand held con scanner CK71. Computadora que permite hacer operaciones con el material de almacenes (entradas, salidas, productos defectuosos, productos en cuarentena, entre otros). Tomando de <https://serecom.mx/producto/ck71/>.

### **Capítulo III: Situación Inicial**

Al inicio del presente trabajo se menciona la problemática: Existen constantemente, paros en las líneas productivas por falta de abastecimiento de partes componentes. Es por ello que en el presente capítulo se presentan a todos los factores que intervienen en este proceso, desde un estado inicial. Es importante analizar al sistema desde un estado inicial ya que de este estado partiremos para proponer un plan de mejora en el abastecimiento de componentes a líneas productivas.

#### **3.1 Procesos del área de logística**

Cada área tiene sus procesos, para el área de logística existen ocho procesos esenciales que integran al área de logística. A continuación se presentan cada uno de los procesos logísticos:

Abastecimiento de componentes a líneas productivas

#### Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Su función principal consiste en proveer de componentes a cada línea de producción, la cantidad necesaria para abastecer las líneas productivas, este proceso debe garantizar que ninguna línea de producción tenga paros por falta de material.

#### Procesamiento de lotes de producción

En este proceso se define quien trabaja en la producción de lotes, el programa que se ejecutará, las líneas de producción que se trabajaran esto con base en la demanda del cliente, el tiempo que estará operando cada línea de producción, así como se define la cantidad de operadores que trabajan en cada línea productiva.

#### Entregas de producto a clientes

La entrega de productos es el objetivo final de todo proceso logístico, la entrega de productos se determina con base en la capacidad de producción y el sistema logístico de transporte que se tiene contratado. Actualmente el sistema de transporte es a través de terceros por lo que el planeador de logística siempre debe programar el transporte de mercancías.

#### Embarques

El área de logística tiene un proceso de embarques en este proceso se supervisa a detalle la información que el área de producción paso con la información del planeador entrega, se verifica la cantidad de producto, los números de lotes, se verifica que los lotes tengan el sello de producto terminado y se les coloca la etiqueta que marca el tipo de canal (nacional, Estados Unidos, Alemania o Japón).

#### Órdenes de compra de productos

Las órdenes de compra se emiten desde el portal SAP, primero cada una de el área hace llegar al área de logística su requerimiento,

#### Recepción de productos

En este proceso se realiza el registro de que se han recibido los productos que se han pedido, de manera que las líneas de pedido de compra se pueden procesar para facturación. Cuando llegan los productos, se marcan como registrados. Cuando los materiales llegan por parte del proveedor primero pasan al área d registro, y en esta área se revisa que el material este completo y en buenas condiciones, existen materiales que

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

por su importancia en el proceso tienen que pasar a una segunda inspección antes de ser acomodados en el almacén y esa segunda inspección es el control de calidad, el proceso en control de calidad dura aproximadamente un día.

#### Almacenamiento

El almacenamiento tanto de materia prima (componentes) y producto terminado se colocan en racks en almacenes después de pasar por los controles de registro y control de calidad.

#### Transporte

El transporte de componentes se hace con ayuda de mil run y el transporte de producto terminado se realiza con milk run o montacargas. Dependiendo del peso de cada contenedor.

Los ocho procesos mencionados guardan una interrelación entre ellos. Sin embargo cada uno de ellos con sus factores muy particulares. De acuerdo al análisis que se realizó, se creó un histórico de reclamos que tiene cada proceso, dentro de la misma área y de las otras áreas en donde repercuten cada uno de estos procesos. Se analizó por dos meses cada uno de estos procesos y se registraron cada uno de reclamos que estas áreas presentan, como resultando se obtuvo que el proceso que presentan más reclamos es el proceso de abastecimiento de componente este proceso en particular esta estrechamente vinculado con el área de producción. Para que producción produzca las cantidades de producto planeadas al día, es de vital importancia que logística tenga el proceso de abastecimientos de componentes estandarizado y que responda con la demanda del área de producción.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

En la tabla 2. En donde se presenta cada proceso logístico, así como el promedio de reclamos que se registraron durante 2 meses.

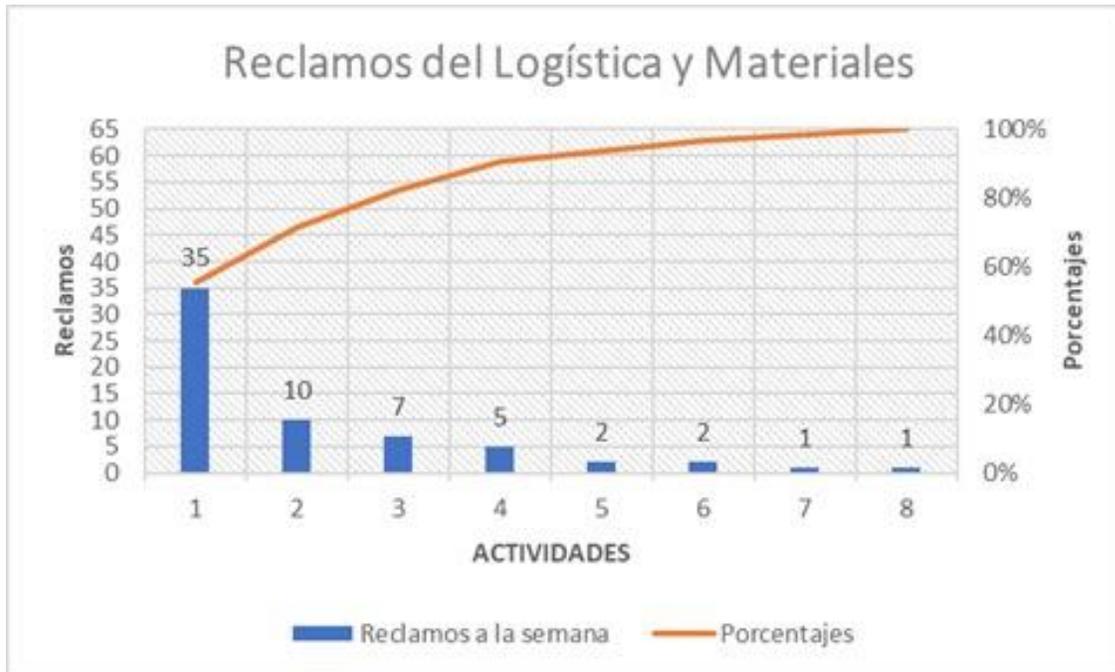
**Tabla 2-Reclamos que tienen cada Proceso Logístico**

No.	Proceso	Reclamos a la semana	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	Abastecimiento de componentes a líneas productivas	35	56%	56%
2	Procesamiento de lotes de producción	10	16%	71%
3	Entregas de producto a clientes	7	11%	83%
4	Embarques	5	8%	90%
5	Ordenes de compra de productos	2	3%	94%
6	Recepción de productos	2	3%	97%
7	Almacenamiento	1	2%	98%
8	Transporte	1	2%	100%
		63	100%	

*Nota:* En la Tabla 2. Representa el número de reclamos en cada uno de los procesos que se realiza dentro del departamento de Logística y Materiales. Fuente: Autoría Propia.

Como se puede observar en la tabla 2. Existe un exceso de reclamos en el proceso de abastecimiento de componentes a líneas de producción por que no se está cumpliendo con el abastecimiento que requiere el área de producción.

A continuación se presenta la figura 17 en la cual se observa de forma gráfica, que los procesos 1 y 2 de acuerdo a la tabla 2. Conforman el 80% de reclamos que tienen el área de Logística y Materiales, Eso representa que de los 8 procesos, dos procesos conforman los mayores reclamos que se presentan al área de logística. Siendo el proceso de abastecimiento de componentes el que representa la mitad de los reclamos, lo cual es muy significativo e importante reducir de ser posible minimizar a cero.

**Figura 17**-Diagrama de Pareto de los reclamos al área de Logística y Materiales

*Nota:* Figura 17. Representa el diagrama de Pareto que se realizó dentro del área de Logística y Materiales, en dicho diagrama se puede observar que el proceso que presenta más reclamos por semana es el proceso de abastecimiento de componentes a líneas productivas. Fuente: Autoría Propia

Una vez que se analizaron los procesos que se realizan en el área de Logística y materiales, decidí enfocarme en analizar el proceso de abastecimiento de las líneas productiva, siendo el que representa 35 reclamos a la semana, por falta de componentes en las líneas productivas. Lo permitido son entre 5-10 llamadas semanalmente. El proceso de abastecimiento de componentes a las líneas productivas está triplicando la cantidad permitida, por lo cual es un proceso que requiere ser analizado. A continuación, se presenta una serie de factores describiendo la situación inicial del proceso de abastecimiento de partes componentes:

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

### 3.2 Definición del sistema operativo de abastecimiento

Cada semana se da a conocer el plan de producción, en el cual el planeador de logística hace llegar de forma impresa o manual, la clave de productos terminados que se tienen que producir, la labor de los supervisores de piso es descargar esas listas del sistema SAP y darles a conocer a los trabajadores que surten componentes, que máquinas y que producto se van a estar trabajado y darles el listado de materiales que se necesitan abastecer a las líneas productivas para la producción de la autopartes que notifico el planeador.

1. Se hace llegar a los supervisores de piso la lista productos (autopartes) que se estarán trabajando por semana.

A continuación, en se presenta la Figura 18. En la cual se puede visualizar como son las listas que indican el turno que trabajar, el producto a trabajar y los nombres del personal que va a trabajar en cada línea productiva.

	NÓMINA	PRIMER TURNO	SEGUNDO TURNO	Turno
Maq. 101/102		FRONT COVER (6:00 a 13:30)***	FRONT COVER (13:30 a 22:00)	
Maq. 103/104	9943 SERGIO PEREZ LOPEZ	9843 LUCINO PUTARCO SANDOYA	20523 ANDRES PASTEN	
Soplado 105	20492 MA. SUSANA SALAS ORTEGA (CAP)	20492 MA. SUSANA SALAS ORTEGA (CAP)	24010 JOSE MIGUEL RODRIGUEZ	
lav. /Hermeticidad	27070 ADRIAN ESCALERA ARELLANO	27070 ADRIAN ESCALERA ARELLANO	27222 TANIA ROMINA CRUZ (CAP)	
		CVT (6:00 a 13:30)***	17343 JOEL ALVAREZ CERNAS	
Maq.-Lav. 502-503	31980 L. HORACIO HERNANDEZ	31980 L. HORACIO HERNANDEZ	25547 DAVID LUNA RODRIGUEZ	
Maq.-Lav. 504	31981 GABRIEL RUIZ DELGADO	31981 GABRIEL RUIZ DELGADO	31979 ROBERTO VALDES ROMO	
Marcaje DM	20403 ESTELA FELIPE	20403 ESTELA FELIPE	22356 LAURA ACHUA	
Ensamble	9499 SARA CASTAÑEDA LOPEZ	9499 SARA CASTAÑEDA LOPEZ		
Empaque	9499 SARA CASTAÑEDA LOPEZ	9499 SARA CASTAÑEDA LOPEZ		
Maq. #02/803		Maq. LUCIA HERNANDEZ OLIVERA		
Lavado Piller	22779 MIGUEL ANGEL LEDEZMA (CAP)	22779 MIGUEL ANGEL LEDEZMA (CAP)		
Ens. Tapones (PLUGS)	8493 LUZ MARIA VAQUIEZ	8493 LUZ MARIA VAQUIEZ		
Ens. Baja agua	10024 ALFREDO ESCOBAR RODRIGUEZ	10024 ALFREDO ESCOBAR RODRIGUEZ		
Ens. Componentes	10013 LORENA ESPRONCEDA MOGGO	10013 LORENA ESPRONCEDA MOGGO		
Ens. Fijos	25199 JOSE RAFAEL VEGA BRAVO	25199 JOSE RAFAEL VEGA BRAVO		
Maq. Q01/DMC		Camión SET (6:00 a 13:30)		
Maq.-Lav. Q04-Q06	9473 EVANGELINA SOBERANET E.	9473 EVANGELINA SOBERANET E.		
Soplado Q04	30425 MARIO ALBERTO TERRAZAS TAPIA	30425 MARIO ALBERTO TERRAZAS TAPIA		
MMC Q07/Desens.	9942 ROSARIO PATIÑO	9942 ROSARIO PATIÑO		
Lavado Q11	10132 JOSE LUIS HERNANDEZ	10132 JOSE LUIS HERNANDEZ		
Hermeticidad		COMODIN CARRIER (6:00-13:30)		
	14528 RICARDO LORA RODRIGUEZ	14528 RICARDO LORA RODRIGUEZ		
		COMODIN CVT (6:00-13:30)***		
	9958 CLARA MORENO MONTOYA	9958 CLARA MORENO MONTOYA		
		COMODIN END COVER/FRONT (6:00-13:30)***		
	9941 GUSTAVO GOMEZ VAQUERO	9941 GUSTAVO GOMEZ VAQUERO		
		Capacitación (06:00-17:30)		
		Almacén (6:00 a 13:30)		
	3134 ARMANDO HERNANDEZ	3134 ARMANDO HERNANDEZ		
	9927 JAIIME JIMENEZ	9927 JAIIME JIMENEZ		
		Manten (6:00 a 13:30)		
		Mantenimiento/Variaciones		
		Mantenimiento (6:00 a 13:30)		
	24714 GIOVANI GARCIA CRUZ	24714 GIOVANI GARCIA CRUZ		
	21584 JUAN ANDRÉS ZUÑIGA	21584 JUAN ANDRÉS ZUÑIGA		
		Mantenimiento (13:30 a 22:00)		
	24994 RAUL GALINDO LEMUS	24994 RAUL GALINDO LEMUS		
		Mantenimiento (22:00 a 6:00)		
	22726 ANGEL MONROY FRANCO	22726 ANGEL MONROY FRANCO		
		Mantenimiento (22:00 a 6:00)		
		PERSONAL QUE TRABAJA DE SERVIDOR HORARIO		

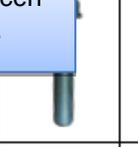
Figura 18-Relación de las autopartes a trabajar por semana

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

*Nota:* Figura 18. Se muestra la relación de autopartes a trabajar por semana, indicando el número de autoparte a trabajar y los trabajadores que intervienen en el proceso. Fuente: Empresa T

2. Los supervisores de piso revisan en el sistema SAP, las autopartes y sus componentes, descargar esa lista de componentes y se la dan a conocer a los trabajadores que abastecen partes componentes a las líneas productivas de acuerdo al turno en el cual se encuentren trabajando.

**Tabla 3.** Listado de los materiales para producir un número de autoparte específico

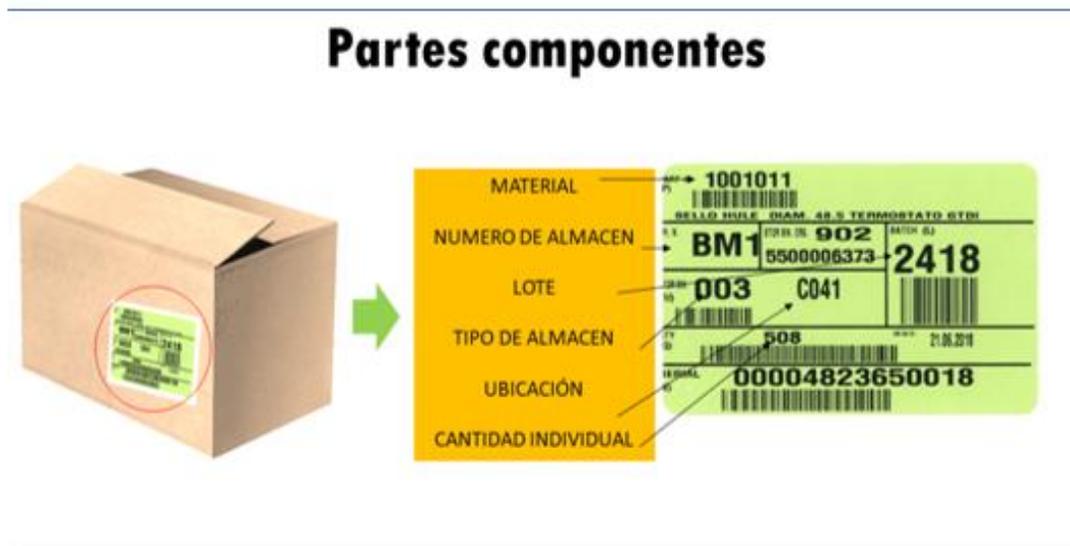
Item	SAP No	Part No	Part Description	Part Image	Quantity (Pzas)
1	1003389	9430112160	PERNO LOCALIZADOR 12X16		434
2	1003391	90471PX40000	RO		450
3	1003390	9	DO M18X1.5X12		450
4	1003392	95701-1005508	TO		231
5	1003393	95701-1010008	TORNILLO BRIDA 10X100		530
6	1003544	48172RFT3000	TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG 90 L28		450

*Nota:* Tabla 3. Se muestra el listado de componentes a ocupar para la fabricación de determinada autoparte, estas listas son dadas a conocer al trabajador para que el localice

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

el material en el almacén de componentes con ayuda del número de parte que se generen el sistema SAP y por el nombre e imagen. Fuente: Empresa T

3. El trabajador una vez que cuenta con su lista manual impresa, el trabajador cada lunes cuando inicia la producción de autopartes según lo marcado por el planeador, deber traer gavetas que se encuentran en producción y suministrar del almacén, los materiales requeridos según la lista. Para realizar dicha actividad, existen racks dentro del almacén en los cuales se encuentran los materiales, el trabajador puede encontrar el material gracias a las etiquetas que se les colocan a cada caja en donde se coloca: el código del componente, número de almacén, lote, tipo de almacén, ubicación, y la cantidad existente por caja. En la figura 19. Se ilustra una etiqueta que muestra la información de los materiales. Esta etiqueta llamada master, se coloca en cada caja de componentes al ser colocadas en el almacén de componentes después de que pasaron por el área de registro y algunos otros por la inspección de calidad. En esta etiqueta se indica el número de material que está registrado en SAP. El número de almacén el que se debe colocar, el lote, la ubicación exacta en el que se encuentra, y la cantidad de componentes que contiene cada caja que conforma el lote.



**Figura 19-***Etiquetas de las partes componentes*

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

*Nota:* la Figura 19. Muestra las etiquetas que se le colocan a los componentes que están en el almacén y es una ayuda visual, para que el trabajador pueda encontrar con mayor facilidad el material que está buscando. Fuente: *Empresa T*

Los componentes se surten de dos formas: con el empaque original y a granel:

Abastecimiento con el empaque original: El trabajador toma del almacén los componentes con su caja o empaque original, lo traslada con ayuda del carro surtidor a línea productiva y deja material en rack.

La figura 20. Muestra cómo se traslada cada una de las cajas de componentes a las líneas productivas cada caja indica la cantidad de material, número de lote, y el número de pieza (etiqueta verde), con ayuda de la hand held se debe escanear cada caja con ayuda del código que viene en las etiquetas verdes (tarjeta master) para que en el sistema SAP se actualice las cantidades de material que van saliendo de almacén de componentes y entrando al área de producción.



**Figura 20-**Abastecimiento con el empaque original

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

*Nota:* la Figura 20. Se puede que el trabajador surte los componentes en su empaque original en el cual llegaron por parte del proveedor y únicamente se le agrega la etiqueta verde para conocer especificaciones propias del componente. Fuente: *Empresa T*

Abastecimiento a granel: Este tipo de aprovisionamiento se realiza cuando la cantidad que viene en caja es excesivamente grande con relación a la demanda de la línea productiva (esto ocurre normalmente cuando se habla de piezas como son los tornillos o tubos), es por ello, que se procede a surtir en forma de granel, cabe mencionar que para este tipo de material no existe un control, ya que el trabajador llena totalmente la gaveta y no pesa el material con ayuda de la báscula. Lo adecuado es que cada material debe pesarse en la báscula y esta cantidad debe coincidir con la cantidad marcada por las tarjetas Kanban.

El trabajador se dirige al almacén general en donde abre las cajas de los materiales que se abastecen a granel y llena las gavetas al máximo de su capacidad. En la figura 21 se muestra como el trabajador realizar la tarea del llenad de gavetas con material a granel.



**Figura 21-**Abastecimiento a granel

*Nota:* la figura 21. Se muestran las gavetas las cuales tienen que ser llenadas a granel con ayuda de una báscula, una vez que se llenan las gavetas son depositadas en el carrito surtidor el cual se mueve manualmente. Fuente: *Empresa T*.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Como bien se menciona en párrafos anteriores, el surtimiento de componentes se hace del almacén de componentes a cada una de las líneas productivas, mediante un carrito surtidor movido manualmente por el trabajador.

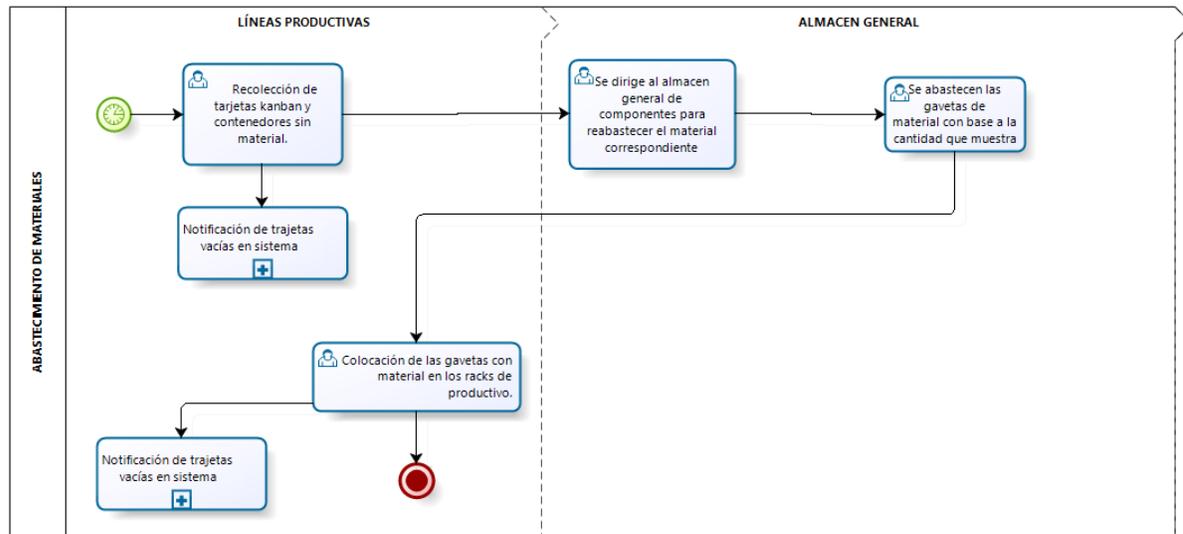
### **3.3 Abastecimiento de materiales a líneas productivas**

En el proceso de abastecimiento de componentes a líneas productivas se observó el proceso que realizaba cada uno de los trabajadores, en los tres turnos de la planta, ahora se describen las actividades de este proceso:

1. El trabajador inicia a coleccionar las tarjetas Kanban las cuales se encuentran en el buzón Kanban al mismo tiempo que recolecta las gavetas y las deposita en el carrito recolector de gavetas.
2. Notificar con ayuda de la hand helk se notifica al sistema SAP que la cantidad de determinados componentes que estaba en proceso ha sido consumida y se descuenta esa cantidad a el material que está en proceso, y se cambió el estatus de la tarjeta del estatus “lleno” pasa al estatus “vacío”.
3. El trabajador se debe dirigir de las líneas productivas al almacén de componentes para rellenar las gavetas de acuerdo a la cantidad que marca la tarjeta Kanban.
4. Se abastecen las gavetas de material con base en la cantidad que se marca en la tarjeta Kanban.
5. El trabajador se dirige con el carrito abastecedor a las líneas productivas.
6. El trabajador debe colocar las gavetas con material en los racks productivos; dichos racks están en las líneas productivas y almacén al material en proceso que se coloca en gavetas.
7. Una vez que se colocan las gavetas en racks ahí se colocan las tarjetas Kanban y se cambia su estatus de “lleno” a “vacío”.

En la figura 22. Se describe del proceso y los lugares en los cuales se realiza cada proceso.

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso



**Figura 22-**Proceso de abastecimiento de materiales

*Nota:* La figura 22. Muestra el conjunto de actividades que se realizan en el abastecimiento de materiales a cada una de las líneas productivas. Fuente: Autoría Propia

Durante el análisis se detectaron las siguientes anomalías:

- No existe un método estandarizado para el llenado de los materiales en contenedores (llamadas gavetas).
- La cantidad que se abastece en los contenedores no corresponde a la cantidad marcada en las tarjetas Kanban.
- No se siguen las rutas logísticas porque estas no se adecuan a la demanda real de las líneas de producción.
- Se tienen paros de líneas productivas por falta de materiales y el tiempo de respuesta va de los 5 a 10 minutos.
- En algunos racks productivos se tiene un sobre inventario de materiales y estos representan pérdidas económicas.
- Los carros surtidores (milk run) hacen ruteos innecesarios, por la falta de control, lo que se traduce en transportes innecesarios.
- Los operadores no conocen los tiempos de producción de cada línea por lo que la entrada de materiales a las naves de producción la hace de forma errónea, sin conocer realmente la demanda requerida de materiales.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

### 3.4 Problemática en el sistema de abastecimiento de componentes

Después de estudiar y analizar el sistema de abastecimiento de componentes, se pueden detectar causas que originan el paro de líneas productivas el cual es: un desabasto de componentes en líneas productivas. Existe una diferencia entre los ciclos de control Kanban y el requerimiento real (demanda) de componentes en líneas productivas, aunado a eso, las rutas logísticas de abastecimiento no responden a los tiempos reales en los que se debe proveer de material a las líneas productivas como consecuencia crítica, se presentan paros constantes en líneas productivas por falta de componentes en el área de producción.

Cuando existe un paro en líneas productivas por falta de componentes, existe paros de maquinaria, mano de obra, existe un aumento de scrap (piezas con defectos), recursos y por consecuente el lote de determinados productos terminados se demora para ser entregado al cliente, lo que conlleva a un reclamo o penalización por parte del cliente hacia la empresa T. En la figura 23. Se presenta un diagrama de espina con el cual se presentan las causas que originan el desabasto de componentes en líneas productivas.

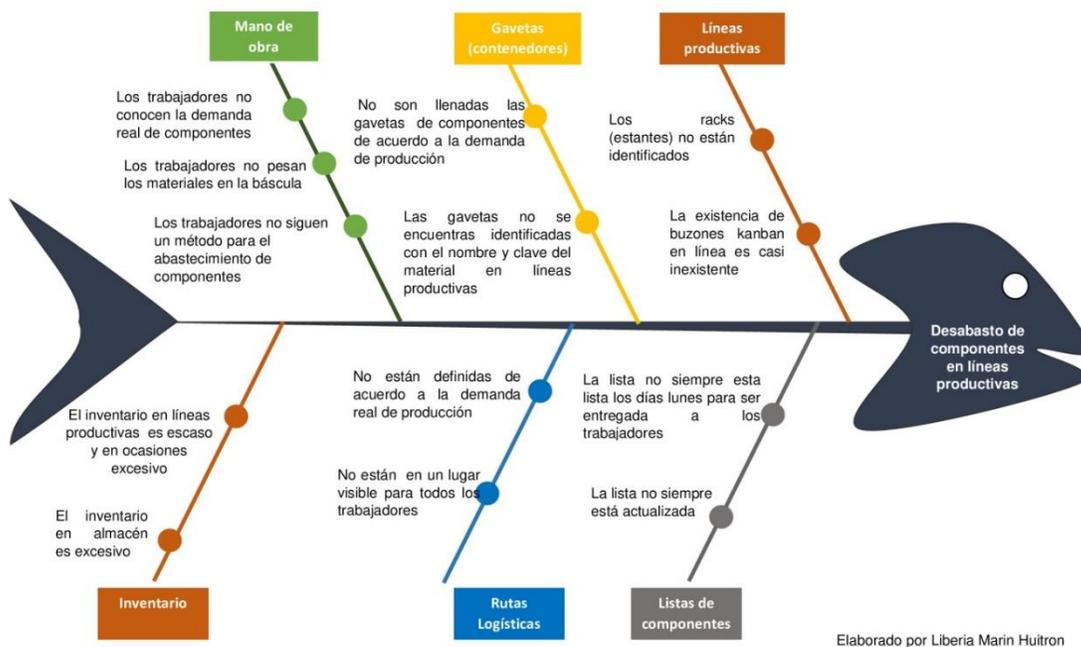


Figura 23-Diagrama Ishikawa del sistema de abastecimiento de componentes

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

*Nota:* La figura 23. Muestra las causas que originan un desabasto de componentes en líneas productivas. Fuente: Autoría Propia

El diagrama de Ishikawa muestra un problema el cual es el desabasto de componentes en líneas productivas, dicho problema surge de una serie de causas, como son: rutas logísticas no definidas, un exceso de inventario en almacén pero en líneas hay desabasto, existen gavetas con material no identificado en líneas de producción, los racks en líneas productivas no están identificados, los trabajadores no sigue un método estandarizado para el abasto de componentes por mencionar algunas causas que originan el desabasto en líneas productivas.

Al inicio del capítulo se muestra un diagrama de Pareto en donde se puede apreciar que el proceso que tiene más reclamos es el abastecimiento de componentes, pues existe un desabasto de componentes en líneas, Entonces el indicador de desempeño es el número de paros en la línea de producción que se presenta semanalmente, en la junta general de planta. Los paros de líneas se contabilizan cada semana a través de un registro que se hace por el departamento de logística cada vez los trabajadores de producción le notifican a los supervisores de piso que existe una falta de componentes en determinada línea productiva.

En la tabla 4 se muestra una recopilación de tiempos inactivos durante 8 semanas, en una línea de producción en donde se presentaba paros constantes por falta de componentes.

**Tabla 4-Tabla de los tiempos inactivos de líneas productivas**

Reclamo	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6		Semana 7		Semana 8		Tiempo total inactivo/ 2 meses (hrs)	Total de paros/ 2 meses
	Cantidad de reclamos	Tiempo inactivo (min)																
Abastecimiento de componentes a líneas productivas	35	280	32	256	36	288	34	272	36	288	35	280	33	264	36	288	37	277
Procesamiento de lotes de producción	10	50	11	55	9	45	10	50	12	60	10	50	10	50	11	55	7	83
Entregas de producto a clientes	7	70	10	100	10	100	9	90	9	90	10	100	10	100	9	90	12	74
Embarques	5	50	5	50	4	40	6	60	4	40	5	100	4	40	6	60	7	39
Ordenes de compra de productos	2	20	1	10	0	0	1	10	2	20	2	100	1	10	2	20	3	11
Recepción de productos	2	20	0	0	3	30	2	20	2	20	2	100	2	20	2	20	4	15
Almacenamiento	1	10	0	0	2	20	1	10	1	10	1	100	2	20	2	20	3	10
Transporte	1	10	0	0	0	0	1	10	1	10	1	100	2	20	2	20	3	8

*Nota:* Tabla 4. Muestra los tiempos inactivos que se presentan de acuerdo a las actividades del área de Logística y Materiales, siendo la actividad de abastecimiento de componentes a líneas productivas la que presentan 277 reclamos en un periodo de dos

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

meses y un tiempo de inactividad de 37 horas en dos meses en líneas productivas.

Fuente: Autoría Propia.

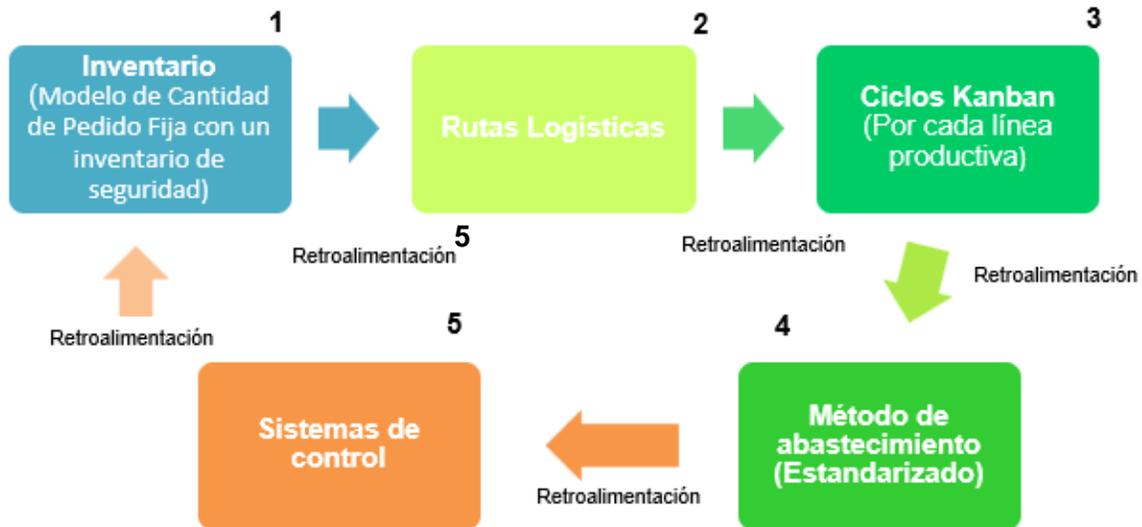
Después de analizar el estado actual, es notorio que el proceso que necesita un plan de mejora es el sistema de abastecimiento de componentes a líneas productivas, ya que es un proceso primordial para que los demás procesos puedan cumplirse.

## **Capítulo IV. Plan de mejora en el sistema de abastecimiento de componentes**

En este capítulo se presenta el plan de mejora en el abastecimiento de componentes, en cinco grandes etapas:

1. Se inicia con el diseño de un sistema de inventario adecuado respondiendo a la demanda real de cada una de las líneas productivas.
2. Al tener un sistema de inventario es necesario la creación de rutas logísticas las cuales establezcan tiempos, lugares, y paradas para que el trabajador pueda abastecer las líneas de producción respondiendo así a las necesidades de inventario que ya se diseñaron en el paso 1.
3. Posteriormente una vez que ya se tienen definidas las rutas logísticas se procede a la creación de los ciclos de control Kanban.
4. Una vez que ya se diseña cada ciclo de control, se procede a la creación de un método de abastecimiento estandarizado, el cual tiene por objetivo capacitar al trabajador de tal forma que el trabajador se involucre en el proceso, y permitiendo eliminar actividades que no son necesarias y que cansan al trabajador y que muchas de estas actividades que antes ejecutaban no agregan valor al proceso.
5. Una vez que ya se aplican estas cuatro acciones es necesario la creación de un sistema de control, el cual nos va a permitir estar observando que las implementaciones se cumplan y analizar nuestro indicador de desempeño.

En la figura 24. Se muestra el plan de mejora en el sistema de abastecimiento de componentes.



**Figura 24-**Plan de mejora en el sistema de abastecimiento de componentes

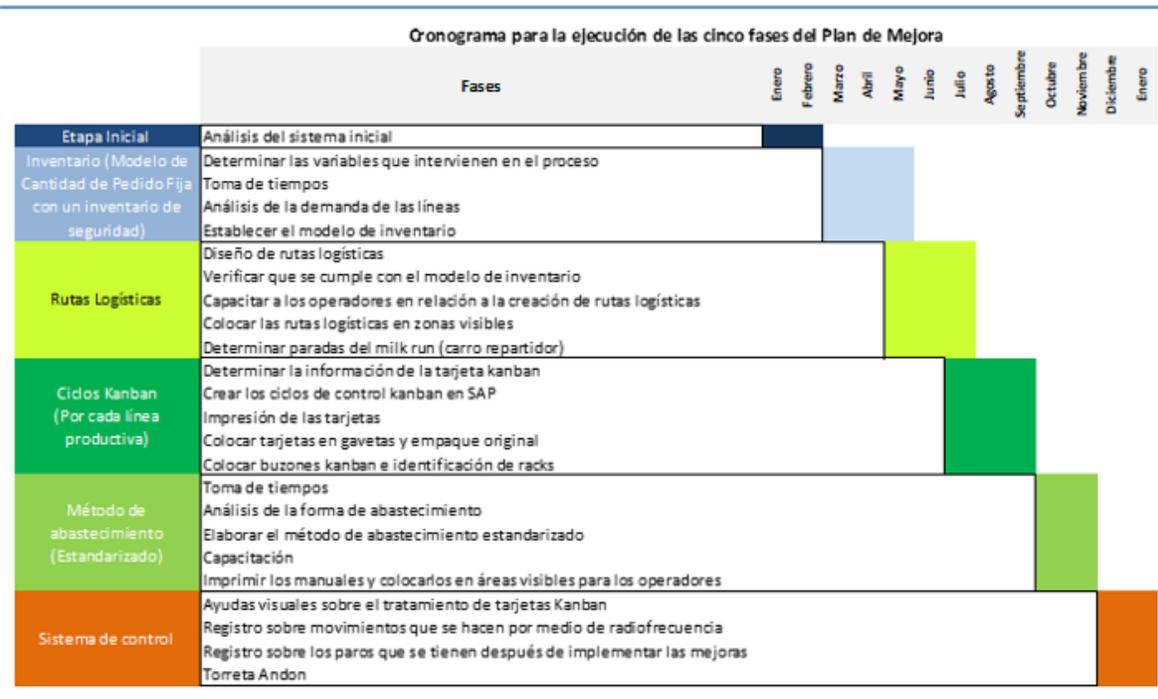
*Nota:* Figura 24. Se muestran las cinco fases que se implantarán con el objetivo de disminuir el desabasto de componentes en líneas productivas, en las cinco fases el trabajador aporta ideas y soluciones, ya que son los dueños del proceso. Fuente:

Elaboración Propia

El plan de mejora en el abastecimiento de componentes en líneas productivas tiene fases acciones fundamentales; Inventario adecuado, creación de rutas logísticas, creación de ciclos Kanban, establecimiento de un método de abastecimiento estandarizado, crear un sistema de control que nos permita conocer controlar el proceso y hacer que el trabajador se familiarice más con el proceso y le resulte más sencilla la tarea de abastecer a cada una de las líneas productivas.

Para poder realizar el plan de mejora, se delimitan tiempos para realizar cada una de estas cinco actividades, a continuación, se presenta un cronograma que muestra los tiempos en los cuales se abordó cada fase.

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso



**Figura 25-***Cronograma para la ejecución de las cinco fases del Plan de Mejora*

*Nota:* Figura 25. Se muestran el cronograma de las cinco fases desglosadas para conocer a detalle cada una de las actividades kanban que se ejecutan por fase. Fuente: Autoría Propia

Este cronograma nos permite realizar el plan de mejora de acuerdo a las fases establecidas y en los tiempos delimitados por el área de Logística y Materiales.

### 4.1 Inventario

Se desea crear un modelo de inventario que responda a la demanda de cada línea productiva para evitar que exista desabasto de componentes en las líneas productivas. El modelo de Cantidad de Pedido Fija con un inventario de seguridad se realizó en cada línea productiva. La implementación de un plan de mejora tuvo que seguir una regla ya establecida en el área de Logística y Materiales, la cual es que se debe diseñar un modelo de inventario que responda a la demanda de producción, y abastecer a las líneas productivas de componentes en horarios definidos, el área producción debe ser quien jala (sistema pull) los materiales del almacén de componentes.

De acuerdo con estos requerimientos es que se debe conocer la demanda de cada línea productiva para poder establecer el modelo de inventario, se analizó la demanda de cada línea productiva, y se estableció que el tiempo en el que se abastece a las líneas de

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

producción es cada tres horas, entonces se creó un modelo de inventario que permita abastecer cada tres horas con ayuda del carrito surtidor (milk run). Para poder ejemplificar y detallar que se hizo en cada fase, se presenta la línea productiva llamada: “Cubierta T”.

Cubierta T es una línea de producción que maneja seis diferentes tipos componentes, en cantidades diversas, entonces para poder aplicar el modelo de inventario, fue necesario conocer la demanda de producción de cada componente por hora, y como se va a surtir cada tres horas para que el trabajador pueda surtir todas y cada una de las líneas productivas.

1. Se conoce la demanda de la línea productiva de “Cubierta T”

En la figura 26. Se presenta el estándar de producción de la Cubierta T

Figura 26-Estándar de producción de la Cubierta T

Producto:	Cubierta T																																		
Descripción	Cubierta																																		
No. Parte	1XXXXXXXX																																		
Estandár de producción	52 pzs/hora																																		
Imagen del producto	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Lista de componentes</th> </tr> <tr> <th>Imagen</th> <th>Descripción</th> <th>No. De parte</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>PERNO LOCALIZADOR 12X16</td> <td>2817629</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>RONDANA DRENADO DE 18MM</td> <td>2098376</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TAPON DE DRENADO M18X1.5X12</td> <td>2876593</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TORNILLO BRIDA 10X55</td> <td>2837363</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TORNILLO BRIDA 10X100</td> <td>2987301</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG 90 L28</td> <td>2391862</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>			Lista de componentes				Imagen	Descripción	No. De parte	Cantidad		PERNO LOCALIZADOR 12X16	2817629	1		RONDANA DRENADO DE 18MM	2098376	2		TAPON DE DRENADO M18X1.5X12	2876593	2		TORNILLO BRIDA 10X55	2837363	3		TORNILLO BRIDA 10X100	2987301	3		TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG 90 L28	2391862	2
Lista de componentes																																			
Imagen	Descripción	No. De parte	Cantidad																																
	PERNO LOCALIZADOR 12X16	2817629	1																																
	RONDANA DRENADO DE 18MM	2098376	2																																
	TAPON DE DRENADO M18X1.5X12	2876593	2																																
	TORNILLO BRIDA 10X55	2837363	3																																
	TORNILLO BRIDA 10X100	2987301	3																																
	TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG 90 L28	2391862	2																																

Figura 26-Estándar de producción de la Cubierta T

Nota: Figura 26. Muestra el estándar e producción, así como la cantidad y tipo de componentes que se ocupan para la cubierta T. Fuente: Autoría Propia

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

La cubierta T necesita de seis componentes diferentes por pieza con un total de 13 componentes, en la hoja estándar de producción se maneja un estándar de producción de 52 piezas/hora. Sin embargo, es una línea que presenta paros por falta de material a pesar de ese estándar de producción lo que nos llevó a analizar el proceso de producción de esta línea de producción y del resto de líneas. En esta línea productiva, detectamos que hay piezas que no cumplen con la norma de calidad por lo que van a scrap (chatarra), estas piezas muchas de las ocasiones ya están ensambladas con los componentes y son colocadas en contenedores de scrap (chatarra). Entonces si en el proceso se están ensamblando componentes a la pieza, el trabajador examina la pieza y si está no cumple con los estándares de calidad es depositada en el contenedor de scrap. En la línea de producción de la cubierta T al igual que en las otras 9 líneas productivas se presentan paros por falta de componentes en la línea.

Se procedió a utilizar un modelo de inventario para hacer frente a esta situación de desabastecimiento de componentes a líneas productivas. En este nuevo planteamiento existe una restricción, como solo se tienen solo 2 carros abastecedores (milk run), solo pueden seguir repartir componentes cada tres horas. Es decir que el modelo de inventario que se planteará a continuación debe responder a esta restricción: el inventario que se coloque en cada línea productiva debe tener la capacidad de abastecer a tal línea productiva por un lapso de tiempo de tres horas.

El modelo que se implemento es el de inventario es el Modelo de Cantidad de Pedido Fija con Inventario de Seguridad.

Antes de empezar de presentar los cálculos realizados, justifico la razón por la cual ocupo este modelo de inventario: Modelo de Cantidad de Pedido Fija con Inventario de Seguridad. El modelo de cantidad fija se eligió porque en la línea productiva "Cubierta T" (al igual que en el resto de las demás líneas productivas) tienen una demanda ya establecida (estándar de producción), para esta Línea de la Cubierta T el estándar es 52 piezas/hora, a esa línea de la "Cubierta T" se deben llevar los componentes cada tres horas para satisfacer la demanda. Por su parte el punto de reorden (R), se le agrega un inventario de seguridad para responder a la variación del proceso (piezas scrap). El inventario de seguridad va a responder a ese consumo de componentes en las piezas de scrap.

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

A continuación, presento el Modelo de Cantidad de Pedido Fija con Inventario de Seguridad para la línea Cubierta T (Dicho modelo se replicó en las 9 líneas restantes).

### Producción de la Cubierta T

#### Restricción Inicial

1. El periodo de abastecimiento se debe realizar cada 3 horas, debido a que no existen más de dos vehículos abastecedores (llamados milk run).
2. Para los cálculos se debe respetar el estándar de producción ya que no se puede modificar la información planteada por el área de producción.

#### Datos

**Tabla 5-**Información de cada componente

PERNO LOCALIZADOR 12X16			
Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	156	Unidades
Desviación estándar	$\sigma$	5	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día

PERNO LOCALIZADOR 12X16			
	Desviación Estándar		
X	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$
156	-5.4	29.2	5
160	-1.4	1.96	
158	-3.4	11.6	
160	-1.4	1.96	
161	-0.4	0.16	
795			

RONDANA DRENADO 18 MM			
Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	416	Unidades
Desviación estándar	$\sigma$	5	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día

RONDANA DRENADO 18 MM			
	Desviación Estándar		
X	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$
416	-7.8	60.8	5
424	0.2	0.04	
425	1.2	1.44	
426	2.2	4.84	
428	4.2	17.6	
2119			

TAPON DE DRENADO M18			
Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	312	Unidades
Desviación estándar	$\sigma$	7	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día

TAPON DE DRENADO M18			
	Desviación Estándar		
X	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$
312	-4.6	21.2	5
320	3.4	11.6	
315	-1.6	2.56	
324	7.4	54.8	
312	-4.6	21.2	
1583			

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

TORNILLO BRIDA 10X55			
Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	468	Unidades
Desviación estándar	$\sigma$	5	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día

TORNILLO BRIDA 10X55			
Desviación Estándar	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}$
X			
468	-3	9	
474	3	9	5
464	-7	49	
475	4	16	
474	3	9	
2355			

TORNILLO BRIDA 10X100			
Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	156	Unidades
Desviación estándar	$\sigma$	7	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día

TORNILLO BRIDA 10X100			
Desviación Estándar	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}$
X			
156	-7.8	60.8	
164	0.2	0.04	5
168	4.2	17.6	
167	3.2	10.2	
164	0.2	0.04	
819			

TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG90 L28			
Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	312	Unidades
Desviación estándar	$\sigma$	5	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día

TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG 90 L28			
Desviación Estándar	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}$
X			
312	-6.8	46.2	
316	-2.8	7.84	5
320	1.2	1.44	
325	6.2	38.4	
321	2.2	4.84	
1594			

*Nota:* La Tabla 5. Muestra la demanda cada 3 horas según producción y el cálculo de la desviación estándar. Fuente: Autoría Propia

Los cinco componentes que se necesitan para pieza Cubierta T, mismo nombre que lleva la línea de producción tienen una desviación estándar de 5 unidades. A continuación, se presentan las operaciones que nos permiten saber el Punto de Reorden (PR), e inventario de seguridad.

## Operaciones

### Fórmulas

Punto de reorden:

$$PR = (TEH \text{ (horas)} * T) + IS$$

$$PR = \text{Punto de reorden}$$

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

$TEH = \text{Tiempo de entrega en horas}$

$IS = \text{Inventario de Seguridad}$

Tiempo de entrega en horas:

$$TEH = \frac{D}{TD} * Tt$$

$TEH = \text{Tiempo de entrega en horas}$

$D = \text{Demanda}$

$TD = \text{Tiempo Disponible}$

$Tt = \text{Tiempo de tránsito}$

Tiempo de abastecimiento de materiales:

$$T = \frac{PR}{D} (HRS)$$

Inventario de seguridad:

$$IS = \sigma d * Z * \sqrt{T}$$

$IS = \text{Inventario de Seguridad}$

$\sigma = \text{Desviación Estándar Diaria}$

$d = \text{demanda diaria}$

$Z = \text{Factor de seguridad (nivel de servicio deseado)}$

$T = \text{Tiempo que tardan para abastecer}$

Cada una de estas fórmulas se aplicará a cada componente, ya que cada componente tiene una demanda específica. De acuerdo a el número de piezas que requiera cada cubierta, para este caso de la Cubierta T.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

**Tabla 6-Cálculo de inventario de seguridad, Cantidad óptima a pedir y tiempo de abastecimiento**

<b>RONDANA DRENADO 18 MM</b>			
Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	312	Unidades
Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega	$\sigma L$	5	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día
IS (Inventario Seguridad)	DL	10	Unidades
Distribución normal estandar 95%	Z	2.06	Distribución
Cantidada a pedir	CP	322	Unidades
DTEH (Demanda durante tiempo de entrega)	DTEH	54	Unidades
Tiempo disponible (TD)	TD	7.5	Jornada Laboral
Tiempo de Tránsito (Tt)	Tt	0.50	Horas
Como inventario Minimo		10	Unidades
Tiempo de abastecimiento	TA	3.0	

<b>TAPON DE DRENADO M18</b>			
Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	312	Unidades
Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega	$\sigma L$	5	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día
IS (Inventario Seguridad)	DL	10	Unidades
Distribución normal estandar 95%	Z	2.06	Distribución
Cantidada a pedir	CP	322	Unidades
DTEH (Demanda durante tiempo de entrega)	DTEH	54	Unidades
Tiempo disponible (TD)	TD	7.5	Jornada Laboral
Tiempo de Tránsito (Tt)	Tt	0.50	Horas
Como inventario Minimo		10	Unidades
Tiempo de abastecimiento	TA	3.0	

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

**TORNILLO BRIDA 10X55**

Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	468	Unidades
Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega	$\sigma L$	5	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día
IS (Inventario Seguridad)	DL	10	Unidades
Distribución normal estandar 95%	Z	2.06	Distribución
Cantidada a pedir	CP	478	Unidades
DTEH (Demanda durante tiempo de entrega)	DTEH	80	Unidades
Tiempo disponible (TD)	TD	7.5	Jornada Laboral
Tiempo de Tránsito (Tt)	Tt	0.50	Horas
Como inventario Mínimo		10	Unidades
Tiempo de abastecimiento	TA	3.0	

**TORNILLO BRIDA 10X100**

Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	468	Unidades
Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega	$\sigma L$	5	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día
IS (Inventario Seguridad)	DL	10	Unidades
Distribución normal estandar 95%	Z	2.06	Distribución
Cantidada a pedir	CP	478	Unidades
DTEH (Demanda durante tiempo de entrega)	DTEH	31	Unidades
Tiempo disponible (TD)	TD	7.5	Jornada Laboral
Tiempo de Tránsito (Tt)	Tt	0.50	Horas
Como inventario Mínimo		10	Unidades
Tiempo de abastecimiento	TA	3.0	

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

**TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG90 L28**

Item	Símbolo	Cantidad	Unidad
Demanda cada 3 hrs	d	312	Unidades
Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega	$\sigma L$	5	Unidades
Tiempo de entrega	T	3	Horas
Costo de ordenar	A	5	\$/Pedido
Mantenimiento de inventario	h	0.5	\$/Unidades/Día
IS (Inventario Seguridad)	DL	10	Unidades
Distribución normal estandar 958%	Z	2.06	Distribución
Cantidada a pedir	CP	322	Unidades
DTEH (Demanda durante tiempo de entrega)	DTEH	21	Unidades
Tiempo disponible (TD)	TD	7.5	Jornada Laboral
Tiempo de Tránsito (Tt)	Tt	0.50	Horas
Como inventario Mínimo		10	Unidades
Tiempo de abastecimiento	TA	3.0	

*Nota:* La Tabla 6. Cálculo de inventario de seguridad, Cantidad óptima a pedir y tiempo de abastecimiento. Fuente: Autoría Propia

**Tabla 7-**Resumen del inventario de seguridad, Cantidad óptima a pedir y tiempo de abastecimiento para Cubierta T

Componente	Cantidad óptima de pedido (DL)	Tiempo Disponible	Distribución normal estándar	Inventario de Seguridad Turno	Tiempo de abastecimiento
PERNO LOCALIZADOR 12X16	166	7.5	2.06	25 Pzas	3 horas
RONDANA DRENADO 18 MM	322	7.5	2.06	50 Pzas	3 horas
TAPON DE DRENADO M18	322	7.5	2.06	50 Pzas	3 horas
TORNILLO BRIDA 10X55	478	7.5	2.06	77 Pzas	3 horas
TORNILLO BRIDA 10X100	478	7.5	2.06	77 Pzas	3 horas
TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG90 L28	322	7.5	2.06	50 Pzas	3 horas

*Nota:* La Tabla 7. Resumen del inventario de seguridad, Cantidad óptima a pedir y tiempo de abastecimiento para Cubierta T. Fuente: Autoría Propia

En la tabla 7 de puede visualizar la cantidad óptima de pedido que se ensamblan en la Cubierta T. Ahora que se conoce el requerimiento adecuado, y el tiempo que implica abastecer (cada 3 horas), se definen y diseñan las rutas logísticas para que se cumplan con el tiempo de abastecimiento.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

## 4.2 Rutas logísticas

Las rutas logísticas se hacen con la finalidad de establecer un control sobre el abastecimiento de los componentes y demás materiales que entran a líneas de producción, la Tabla 8 que se muestra, son las rutas logísticas que siguen los operadores para abastecer componentes, el tiempo de abastecimiento se hace cada 3 horas.

**Tabla 8** -Rutas Logísticas de Abastecimiento de componentes

Rutas Logísticas de Abastecimiento de componentes a líneas de producción distribuidas en dos naves productivas					
Abastecimiento de componentes Nave 1 , Nave 2					
Hora	Actividad	Hora	Actividad	Hora	Actividad
6:00:00	Recoger gavetas con ayuda de Milk Run Preparar componentes y empaque para Nave 1	13:30:00	Recoger gavetas con ayuda de Milk Run Preparar componentes y empaque para Nave 1	22:00:00	Recoger gavetas con ayuda de Milk Run Preparar componentes y empaque para Nave 1
6:45:00	Recoger gavetas con ayuda del Mil Run y preparar componentes para Nave 2	14:15:00	Recoger gavetas con ayuda del Mil Run y preparar componentes para Nave 2	22:45:00	Recoger gavetas con ayuda del Mil Run y preparar componentes para Nave 2
7:30:00		15:00:00		23:30:00	
8:15:00	Surtir componentes y Empaque a nave 1	15:45:00	Surtir componentes y Empaque a nave 1	0:15:00	Surtir componentes y Empaque a nave 1
9:00:00	Surtir componentes a nave 2	16:30:00	Surtir componentes a nave 2	1:00:00	Surtir componentes a nave 2
9:45:00	Recoger gavetas a pie. Preparar componentes y empaque para Nave 1	17:15:00	Recoger gavetas a pie. Preparar componentes y empaque para Nave 1.	2:30:00	Recoger gavetas a pie. Preparar componentes y empaque para Nave 1.
10:30:00	Recoger gavetas con ayuda del Mil Run y preparar componentes para Nave 2	18:00:00	Recoger gavetas con ayuda del Mil Run y preparar componentes para Nave 2	3:00:00	Recoger gavetas con ayuda del Mil Run y preparar componentes para Nave 2
11:15:00		18:45:00		3:45:00	
12:00:00	Surtir componentes y Empaque a nave 1	19:30:00	Surtir componentes y Empaque a nave 1	4:30:00	Surtir componentes y Empaque a nave 1
12:45:00	Surtir componentes a nave 2	20:15:00	Surtir componentes a nave 2	5:15:00	Surtir componentes a nave 2
		21:00:00	Surtir componentes y Empaque a nave 1		

*Nota:* Tabla 8. Muestra las rutas logísticas que se deben recorrer para abastecer de componentes a cada línea de producción, se abastece a cada línea de producción de componentes cada tres horas, en las noches suele disminuir la demanda. Fuente: Autoría

Propia

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Después de establecer la ruta de abastecimiento, se determina el tiempo que debe permanecer el carro surtidor de componentes (Milk Run), ya que, por seguridad de los trabajadores, se deben establecer paradas oficiales del carro del Milk Run, para ellos se elabora el siguiente diseño, y se colocó una parada de Milk Run por cada línea productiva.

En la figura 27. Se muestra las paradas establecidas para que el milk run realice sus paradas y surtan las líneas productivas que le corresponden en cada parada.



**Figura 27-** Paradas del Milk Run para el abastecimiento de componentes

El tiempo que el carro abastecedor debe estar en cada línea productiva es de 7 minutos.

Las siguientes tablas muestran las tomas de tiempos y el cálculo de los tiempos estándar para determinar, el tiempo que debe estar en por cada línea el trabajador con el Milk Run.

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Tabla 9 -Tiempo de estancia del Milk Run en cada línea productiva de AP1

AP1																			
FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS: TIEMPOS DE PARO DEL MILK RUN																			
Abastecimiento de Componentes																			
Identificación de la operación		Operador Daniel Observador Área de logística Aprobado por Ingeniero Joel Sánchez																	
Hora inicial 08:15:00 a. m.																			
Hora final 09:45:00 a. m.																			
Descripción de la actividad	Mediciones [S]										Resumen [S]				Tiempo Estándar [S]	Tiempo Estándar [Min]			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum T$	T	F <sub>C</sub>	T <sub>n</sub>					
Transladar del carro surtidor (mil run)a líneas productivas	60	68	65	61	70	69	63	69	68	66	659	66	1.26	83.0	86.4				
Colocar en racks en líneas productivas los componentes	50	60	61	62	63	65	60	61	59	61	602	60	1.26	75.9	78.9				
Notificar en el sistema SAP los transpasos	41	45	48	47	50	57	55	55	56	58	512	51	1.26	64.5	67.1				
Colocar tarjetas Kanban	133.2	133	94	113	122	133	120	120	120	120	1208	121	1.26	152.2	158.3	7			
														390.6					
														1					
Donde:														Factor de calificación [Fc]					
T: Tiempo cronometrado														Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia		
Fc: Factor de calificación														0.13	0.1	0.02	0.01		
TE:Tiempo estándar														1.26					
Tn: Tiempo Normal																			
S: Suplementos o tolerancias en % S=4% → Fatiga básica																			

Tabla 10 -Tiempo de estancia del Milk Run en cada línea productiva de AP2

AP2																			
FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS: TIEMPOS DE PARO DEL MILK RUN POR LÍNEA PRODUCTIVA																			
Abastecimiento de Componentes																			
Identificación de la operación		Operador Miguel Observador Área de logística Aprobado por Ingeniero Joel Sánchez																	
Hora inicial 08:15:00 a. m.																			
Hora final 09:45:00 a. m.																			
Descripción de la actividad	Mediciones [S]										Resumen [S]				Tiempo Estándar [S]	Tiempo Estándar [Min]			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum T$	T	F <sub>C</sub>	T <sub>n</sub>					
Transladar del carro surtidor (mil run)a líneas productivas	61	67	68	61	71	68	66	68	68	69	667	67	1.26	84.0	87.4				
Colocar en racks en líneas productivas los componentes	51	59	62	61	60	65	63	62	59	62	604	60	1.26	76.1	79.1				
Notificar en el sistema SAP los transpasos	41	45	48	47	50	57	55	55	56	58	512	51	1.26	64.5	67.1				
Colocar tarjetas Kanban	134	132	95	112	123	134	119	119	121	122	1211	121	1.26	152.6	158.7	7			
														392.3					
														1					
Donde:														Factor de calificación [Fc]					
T: Tiempo cronometrado														Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia		
Fc: Factor de calificación														0.13	0.1	0.02	0.01		
TE:Tiempo estándar														1.26					
Tn: Tiempo Normal																			
S: 4% → Fatiga básica																			

Después de determinar el tiempo estándar que debe estar el Milk Run por línea productiva, se determinan los siguientes tiempos, con los cuales fue posible determinar las rutas logísticas.

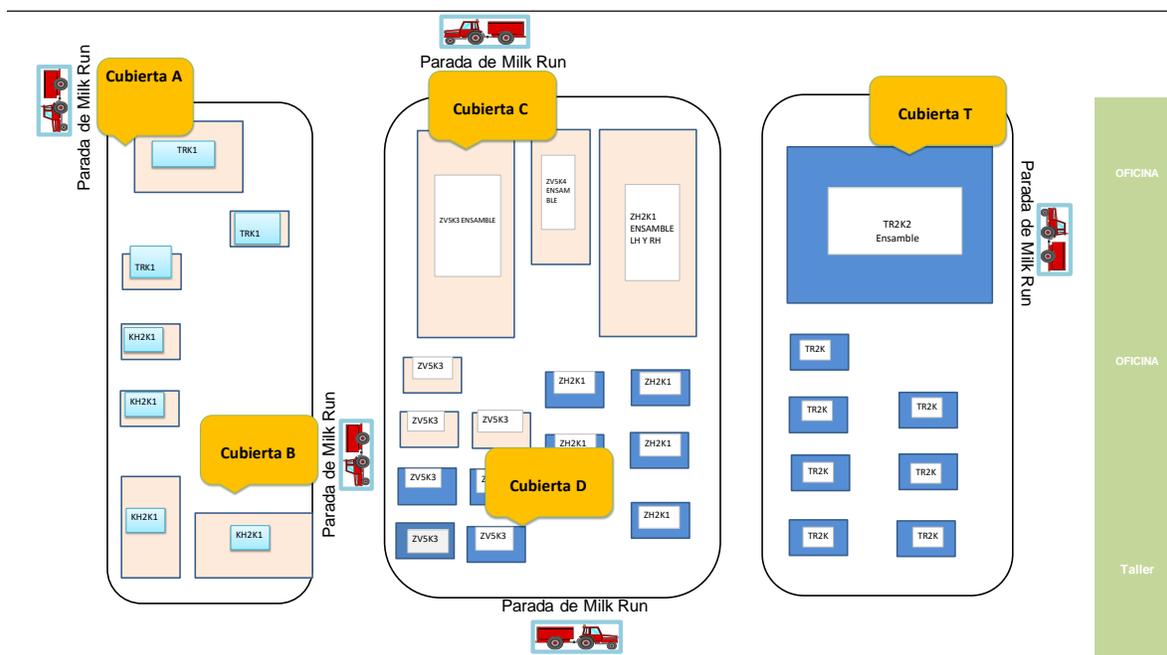
Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

**Tabla 11** -Tiempos por actividad realizada

Tiempo permitido para estar en línea del Milk Run	7	min
Tiempo que tarda el trabajador para abastecer de componentes una nave	35	Min
Por las dos naves de producción en planta	70	Min
Para abastecer de componentes y empaque para las dos naves se utilizan	90	Min
Abastecimiento de empaque	20	Min
Total de tiempo para abastecimiento de componentes	1 hora con 30 Minutos	

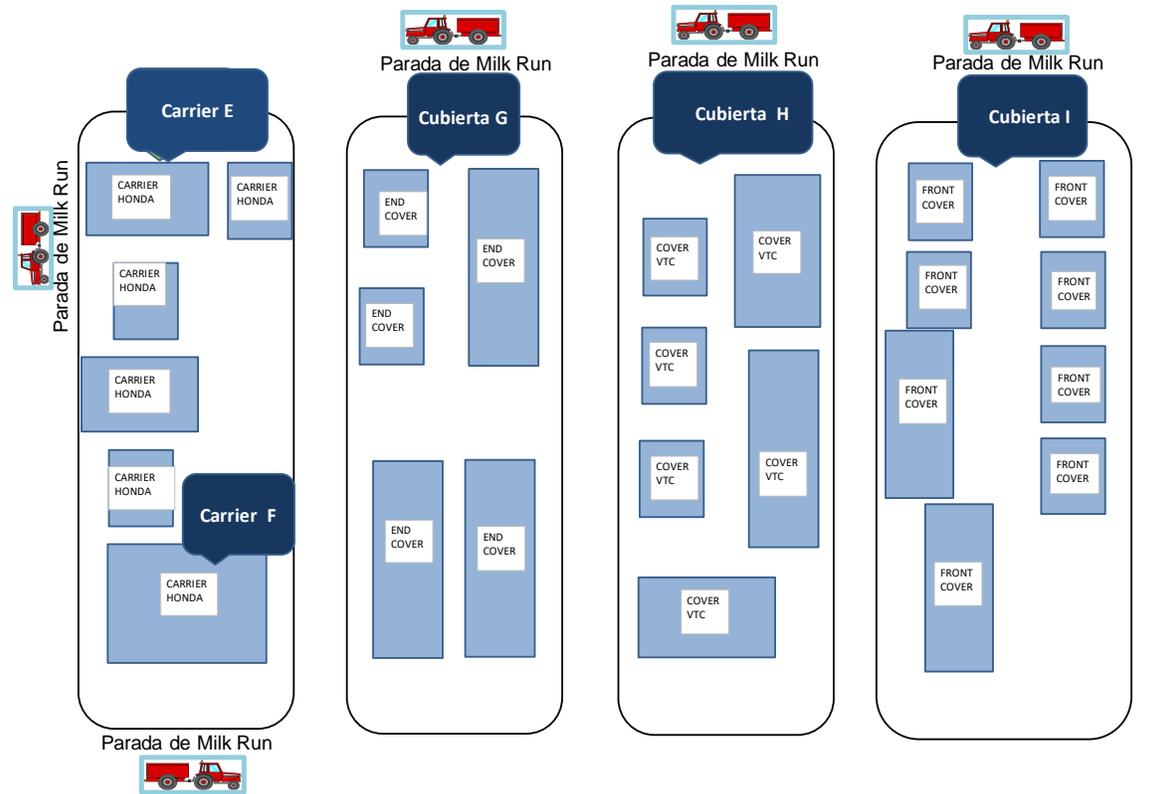
De tal forma que para abastecer la nave 1 y nave 2 se lleva un tiempo promedio de 1 hora con 30 minutos, dicho dato se utilizó para realizar las rutas logísticas de abastecimiento. Una vez que se han colocado estos cambios se procede a plasmarlos a través de un diseño que le permitan al trabajador familiarizarse con los cambios y estandarizarlos.

En la Figura 28 Se presenta el diseño que se realizó para estandarizar las paradas del milk run del área productiva 2 (AP1).



**Figura 28-**Ruta logística con paradas de Milk Run en AP1

En la Figura 29. Se presenta el diseño que se realizó para estandarizar las paradas del milk run del área productiva 2 (AP2).



**Figura 29-**Ruta logística con paradas de Milk Run en AP2

Al estandarizar las paradas del Milk Run con un tiempo de estancia por cada línea productiva se garantiza que se abastezcan las líneas productivas en los tiempos establecidos, y evitar en la medida de lo posible el paro de éstas. Gracias a la actualización y mejora de las rutas logísticas se crea una base que permite a los trabajadores hacer su trabajo de una forma más organizada, simple y clara.

### 4.3 Ciclos Kanban

Ahora que se han establecido las rutas logísticas y se conocen los tiempos y lugares por donde se debe realizar el ruteo. Se procede a crear un control en el inventario, para ello recurridos a los ciclos Kanban; dichos ciclos permiten controlar y fijar tiempos de abastecimiento a cada línea productiva con la finalidad de abastecer oportunamente a cada línea de producción cumpliendo con la demanda de cada línea de producción respetando el horario de abastecimiento que es cada 3 horas.

Los ciclos de control Kanban se hacen a través del sistema SAP (Systems, Applications, Products in Data Processing), lo que nos va a permitir tener una comunicación entre la

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

base de datos SAP en donde se registran las cantidades de inventario, y con ayuda del sistema de radiofrecuencia, conocemos en tiempo real el flujo de inventario, y con ello, los inventarios de componentes que se tienen en cada línea productiva.

En sistema SAP se destinaron transacciones para la creación de los ciclos de control Kanban, a continuación, se muestran las transacciones utilizadas para los ciclos de control Kanban:

PKMC: transacción utilizada para la creación de ciclos de control Kanban

PK01: transacción utilizada para eliminar tarjetas de control Kanban no utilizadas

PK02: transacción utilizada para modificar los ciclos de control (cantidad, código de barras, almacén de origen, almacén destino, clave).

Los sistemas de control Kanban cumplen una función muy importante ya que es a través de ellos que se conoce la cantidad de inventario en cada proceso productivo, permite conocer las existencias reales de componentes, las tarjetas Kanban son el instrumento físico que nos permiten visualizar la cantidad de material que está en cada proceso. Para describir el proceso de control Kanban empezamos con las transacciones que se utilizan en el sistema SAP, para la creación, actualización, modificación y en determinado caso eliminación de los ciclos de control (únicamente sucede cuando determinado producto ya no es requerido por el cliente.

En la figura 30. Se puede visualizar el código de las cinco funciones que se aplican a los ciclos de control Kanban.

**Figura 30** -*Transacciones Kanban en SAP*

Transacciones Kanban en SAP		
No.	Transacción	Función
1	PKMC	Creación de ciclos de control
2	PK02	Modificar cantidades de material en los ciclos
3	PK01	Eliminación de los ciclos de control
4	PK17N	Visualización de los ciclos de control
5	PK03	Cambio de status (lleno, vacío) a través del sistema

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

1. Primero se ingresa al sistema SAP como se muestra en la figura 31



**Figura 31-Plataforma de Sistema SAP**

2. Para poder crear un ciclo de control es necesario es verificar o crear el número de material en la base del sistema SAP. PKMC es la transacción que nos permite dar de alta el código de un material existente en almacenes. En el sistema SAP tenemos que especificar en cual planta (centro) se encuentra el material que se pretende dar de alta. En la figura 32 se puede visualizar la pantalla de SAP a ingresar el número de componente en el sistema.

**Figura 32-Ingreso al Sistema SAP**

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Es esta transacción PKMC es importante especificar, el centro (planta), la clave de material y la cantidad de material en empaque original.

Una vez que ya se encuentra la clave de material activada, es dar de alta el ciclo de control, para poder dar de alta un ciclo de control Kanban es necesario conocer la demanda determinado componente, es por ello que en este proyecto primero determinamos el inventario que necesita cada línea productiva. En la figura 33. Se muestra la pantalla en la cual se configura la cantidad de tarjetas que conforman al ciclo kanban de determinado componente.

Nº ident.	N...	InBl	Cantidad real	Status	Fecha	Hora	Elemento reposición
62392	1	<input type="checkbox"/>	12	LLENO	22.04.2021	19:01:26	NecTrp 0000572133 0
62393	2	<input type="checkbox"/>	12	LLENO	22.04.2021	19:00:46	NecTrp 0000572124 0
62394	3	<input type="checkbox"/>	12	LLENO	22.04.2021	18:22:15	NecTrp 0000572085 0
62395	4	<input type="checkbox"/>	12	LLENO	22.04.2021	19:01:05	NecTrp 0000572127 0
62396	5	<input type="checkbox"/>	12	LLENO	22.04.2021	18:59:59	NecTrp 0000572113 0
62397	6	<input type="checkbox"/>	12	LLENO	22.04.2021	18:23:39	NecTrp 0000572102 0
62398	7	<input type="checkbox"/>	12	LLENO	22.04.2021	19:00:16	NecTrp 0000572118 0
62399	8	<input type="checkbox"/>	12	LLENO	19.04.2021	04:52:14	NecTrp 0000571497 0

**Figura 33-**Alta de los ciclos de Control Kanban

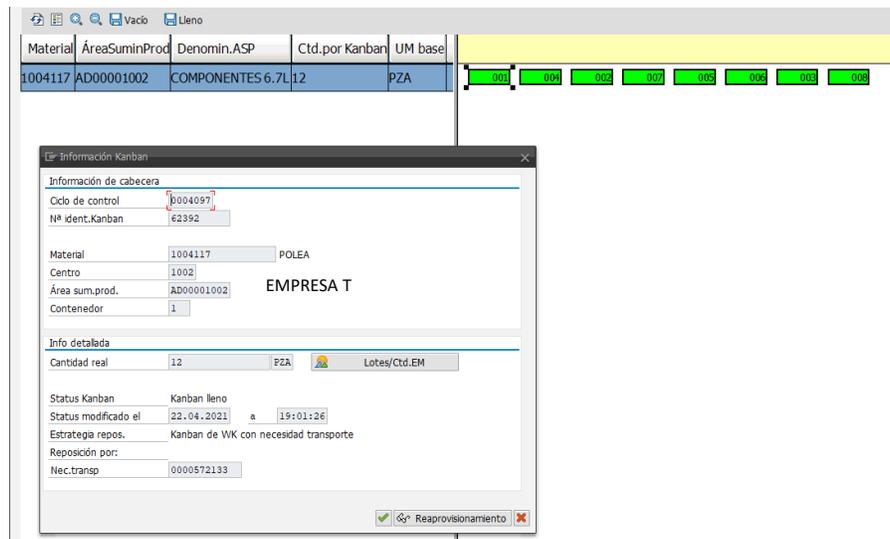
El ciclo de control Kanban se crea de acuerdo al requerimiento de producción, para explicar un poco más cómo funciona estos ciclos de control Kanban, esta polea viene en un empaque original y cada caja contiene 12 piezas, la línea que lleva esta componente, consume 32 piezas por hora, pero el recorrido para abastecer las líneas productivas de componentes se lleva cada 3 horas, entonces se multiplica esas 32 piezas de requerimiento, por las 3 horas, y tenemos que se necesitan 96 piezas cada 3 horas. Entonces nuestro ciclo de control tendrá 8 tarjetas Kanban que indican que cada caja tiene 12 piezas. Cuando las tarjetas Kanban van a líneas de producción siempre deberán

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

tener el status "lleno", lo cual significa que hubo un traslado de material de almacén de componentes a líneas productivas

3. En sistema SAP, del lado derecho se muestra las tarjetas Kanban creadas por ciclo, el color verde significa que los ciclos se han creado con éxito.

En la figura 34. Se muestra el ciclo de control creado, en esta pantalla se muestra el número de componente, el almacén donde encuentra y la cantidad de que en línea de producción. Cada cuadro verde representa cada una tarjeta kanban que ya está activada para poder ser ingresada a línea de producción.



**Figura 34-** Creación de los ciclos de Kanban

4. Al finalizar el ciclo de control Kanban se debe imprimir cada una de las tarjetas Kanban para ser colocadas en cada una de gavetas que transportarán componentes a las diferentes líneas de producción. En la figura 35. Se visualiza el ciclo de control Kanban con sus tarjetas listas para ser impresas.

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Impresión colectiva kanbans									
<span>Ciclos de control</span> <span>Kanban</span> <span>Ciclo de control</span> <span>Kanban</span> <span>Ciclos de control</span> <span>Ciclos de control</span> <span>Kanban</span> <span>Kanban</span>									
AreaSumPr.	Ce.	Material	Kanbans selec.	Denominación	estrategia de reposición	Dispositivo salida			
N° ident.	N°	Status	Fecha	Hora	ElemPlanif	Elem_Repos.	UMB	Entrada	Entrada
<input type="checkbox"/>	AD00001002	1002	1004117	8	8	Kanban de WK con necesidad transporte			
<input type="checkbox"/>	62392	001	LLENO	22.04.2021	19:01:26	NecTrp	0000572133		00:00:00
<input type="checkbox"/>	62393	002	LLENO	22.04.2021	19:00:46	NecTrp	0000572124		00:00:00
<input type="checkbox"/>	62394	003	LLENO	22.04.2021	18:22:15	NecTrp	0000572085		00:00:00
<input type="checkbox"/>	62395	004	LLENO	22.04.2021	19:01:05	NecTrp	0000572127		00:00:00
<input type="checkbox"/>	62396	005	LLENO	22.04.2021	18:59:59	NecTrp	0000572113		00:00:00
<input type="checkbox"/>	62397	006	LLENO	22.04.2021	18:23:39	NecTrp	0000572102		00:00:00
<input type="checkbox"/>	62398	007	LLENO	22.04.2021	19:00:16	NecTrp	0000572118		00:00:00
<input type="checkbox"/>	62399	008	LLENO	19.04.2021	04:52:14	NecTrp	0000571497		00:00:00

**Figura 35-**Impresión de tarjetas Kanban

- Al imprimir las tarjetas Kanban, cada tarjeta Kanban contiene un código de barras el cual debe escanearse para hacer las transacciones de los componentes a través de la cadena de suministros. La figura 36. Se muestra tarjeta Kanban impresa y lista para ser usada. En la presente imagen se visualiza toda la información que compone una tarjeta kanban (número de componente, nombre, cantidad, ubicación en línea, código de barras).



**Figura 36-**Tarjeta Kanban Impresa

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

6. Después se colocan a un costado de las gavetas como se muestra en la figura 37.



Figura 37-Tarjeta Kanban Impresa

**Sistema de Control para mantener en condiciones adecuadas las gavetas de componentes**

Las tarjetas Kanban que forman parte de un ciclo de control, con uso diario de cada una de las tarjetas, el desgaste de estas tarjetas es inevitable, para que los ciclos de control Kanban estén completos con el total de sus tarjetas se creó un plan de reemplazo, en el cual se debe hacer la reposición de las tarjetas que no estén en óptimas condiciones. En la figura 38. Se presenta el sistema de control para mantener en condiciones adecuadas las gavetas de componentes.

CONTROL DEL SISTEMA KANBAN LOGÍSTICA Y MATERIALES					APLICABLE A: COMPONENTES				
ESTADO CORRECTO DE LA TARJETA KANBAN	ASPECTOS DE CAMBIO Y/O REPARACIÓN		ASPECTOS DE CAMBIO Y/O REPARACIÓN		MOTIVO DE CAMBIO Y/O REPARACIÓN	MOTIVO DE CAMBIO Y/O REPARACIÓN			
Número de parte del componente de la tarjeta KANBAN	Semana en curso	Total de tarjetas a tratar	Aspectos			Tarjetas con aceite	Día en el que se detecta la anomalía	Día de reemplazo	Observaciones
			Desgaste Extravío	Error en la lectura de código	Cambios de ingeniería				
12	1	12	x				Lunes	Lunes	Sin observaciones
10	2	10					Lunes	Lunes	Sin observaciones
9	3	9	x				Lunes	Lunes	Sin observaciones
9	4	5		x			Lunes	Lunes	Sin observaciones
8	5	4			x		Lunes	Lunes	Sin observaciones
5	6	2			x		Lunes	Lunes	Sin observaciones
4	7	1				x	Lunes	Lunes	Sin observaciones
4	8	1				x	Lunes	Lunes	Sin observaciones

**NOTA:** Se debe hacer uso adecuado de las tarjetas KANBAN y surtir de acuerdo a las cantidades que marca la tarjeta y/o gavetas\*  
\*Solo se marcan en la gaveta el nivel máximo de surtimiento para aquellos materiales que se surten a granel

Figura 38-Mantenimiento de Tarjetas Kanban

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Se tomaron cuatro aspectos para poder reparar las tarjetas Kanban:

1. **Desgaste:** Ocurre cuando la tarjeta por el uso frecuente ya no está en condiciones de seguir siendo utilizada.
2. **Extravío:** Ocurre cuando alguna tarjeta del ciclo de control a desaparecido, esto suele suceder en los traslados de componentes, la tarjeta se desprende de la gaveta por algún roce con otra gaveta.
3. **Error en la lectura del código de barras:** En ocasiones el código de barra en sistema no se generó adecuadamente y este debe ser modificado o reimpresso nuevamente.
4. **Cambios de ingeniería:** Ocurre cuando en el área de diseño se cambió el número de parte de algún componente, o se modificó la cantidad requerida por pieza, o algún factor que necesite ser modificado en el ciclo de control Kanban.
5. **Tarjetas con grasa/aceite:** Las tarjetas frecuentemente se humedecen por la presencia de aceites o lubricantes en los componentes, al mojarse la tarjeta Kanban dificultad o en ocasiones imposibilita la lectura del código de barras, por lo cual es necesario el remplazo de estas tarjetas.

Las reparaciones (reimpresión o modificación de algún elemento de la tarjeta Kanban) se hacen al inicio de cada semana, para que el resto de la semana fluya sin contratiempos. El llevar un sistema de control nos permite garantizar que los ciclos de control Kanban de cada línea de productiva estén completos y con ello garantizar que el inventario en cada línea productiva sea el requerido y evitar el paro de líneas por falta de inventario en líneas productivas.

#### 4.4 Método de abastecimiento

Modificar, mejorar y estandarizar el método de abastecimiento de componentes de las líneas productivas nos permite simplificar las tareas de los trabajadores que hacen el proceso de abastecimiento, permite capacitar a los trabajadores en el manejo de componentes. El mejorar y poner a disposición un método estandarizado, el cual sea el mismo para todos los trabajadores que realizan esta tarea, nos permite tener una homogeneidad en estas tareas, nos permite tener un control y estar mejorando constantemente ya que además de mejorar el método y ponerlo en impreso en la entrada del almacén de componentes, también se hace oficial una reunión por turno los días miércoles de cada semana con los trabajadores del departamento de logísticas de 10

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

minutos, donde se presentan las problemáticas, las acciones de mejora que se desean promover, y se anotan en la pizarra, y se fijan los tiempos de atención.

El método de abastecimiento es un método práctico, que tiene por finalidad establecer un método más amigable con los trabajadores, un método ordenado, el método propuesto y que finalmente fue aplicado en el mes de septiembre, y aceptado con agrado por la mayoría de los trabajadores porque ellos participaron en este proyecto, aportando ideas, recibiendo la capacitación, en toda acción de mejora es de suma importancia incluir al trabajador y hacerlo parte del proyecto, porque son ellos quienes realizan día a día la tarea, y si hay alguien que debe aportar ideas de mejorar es el trabajador que realiza las tareas la mayor parte del día. En el siguiente diagrama se presenta el método de abastecimiento (Vaughn 1990).

A continuación, se describe cada una de las actividades, con la finalidad de que el proceso sea explicado.

1. Al inicio de su jornada el trabajador debe dirigirse a almacén de componentes para conocer la lista de líneas productivas que se trabajarán por día, así mismo la lista de componentes que se requieren por línea productiva.
2. El trabajador debe también revisar la ruta logística (dicho programa también está en el almacén de componentes), para conocer la hora próxima de abastecimiento de componentes.
3. Una vez que se conoce la demanda del día, el trabajador toma sus herramientas de trabajo (hand helk, radio, y el Milk Run).
4. Con ayuda del Milk Run (carro abastecedor) el trabajador se dirige a las líneas de producción siguiendo la ruta definida para recoger las gavetas vacías.

**En la figura 39. Se muestra el recorrido que hace cada operador para recolectar las gavetas vacías.**

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso



Figura 39-Ruteo de milk run

5. Escanear por medio del código de las tarjetas Kanban, la cantidad de material que se consumió en cada línea de producción, en el código superior de la tarjeta Kanban como se muestra en la figura 40.



Figura 40-Código de barras

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

6. Recoger las gavetas de los racks productivos.
7. Transportar las gavetas a almacén de componentes para rellenar con el material correspondiente según indique la tarjeta Kanban.
8. En el almacén de componentes el trabajador debe ubicar la ubicación de cada uno de los componentes.
9. El trabajador abastece cada gaveta de acuerdo a la cantidad que marca la tarjeta Kanban.
  - 9.1 Para el caso de materiales que se surten a granel, el trabajador debe llenar la gaveta al nivel de la línea amarilla, para cumplir con la cantidad marcada por la tarjeta Kanban. Dicha línea amarilla se realizó con ayuda de la báscula, donde se tomó el peso de una pieza; se tomó su peso para poder estimar la cantidad restante .En la figura 41. Se muestra la mejora aplicada descrita.



**Figura 41-***Delimitación de las gavetas para material que se surte a granel*

10. Con ayuda de la hand helk se escanea cada una de las tarjetas Kanban en status lleno. Se escanea el código inferior de la tarjeta kanban como se muestra en la figura 42.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso



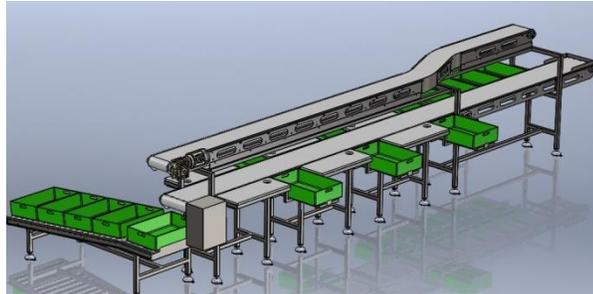
**Figura 42-***Código de barras para estatus Lleno*

11. Después de hacer el escaneo, se colocan las tarjetas Kanban en las gavetas.  
Como se visualiza en la figura 43.



**Figura 43-***Tarjeta Kanban en gaveta*

12. El trabajador ya una vez que abastece cada una de las gavetas y notifica el estatus de las tarjetas Kanban se dirige a cada una de las líneas productivas.
13. Coloca en cada rack productivo las cantidades de gavetas llenas que marca cada rack como se muestra en la figura 44.



**Figura 44-**Colocación de gavetas en racks productivos

14. El trabajador abastece cada una de las líneas productivas
15. El trabajador repite el procedimiento cada 3 horas para el abastecimiento de componentes según lo marca la ruta propuesta y establecida.

Las tarjetas Kanban hacen posible los ciclos de control Kanban, gracias a que en ellas contienen información que permite conocer la cantidad de componentes que se están en líneas productivas, la cantidad de componentes que se encuentra en almacén de componentes y la cantidad de componentes que ya forma parte del producto terminado. Conocer las cantidades de inventario que tenemos en líneas productivas y abastecer de acuerdo a la demanda, nos permite garantizar que en dichas líneas de producción no se presenten paros de línea por faltantes.

### **Sistema de control para el escaneo de tarjetas Kanban**

Cada operador encargado del abastecimiento de componentes debe realizar el escáner de cada tarjeta Kanban que conforman parte de un ciclo. Es importante realizar el escáner de tarjetas Kanban porque al realizar el escáner se puede visualizar físicamente, cuando una línea ya deber ser abastecida, porque en el buzón de cada línea productiva está lleno, el trabajador lo visualiza de forma más intuitiva. Otro beneficio que ofrece el escáner de tarjetas Kanban es que permite visualizar en el sistema de forma inmediata el flujo de materiales a lo largo de la cadena de suministros. En la tabla 12. Se muestra el sistema de control para escaneo de tarjetas Kanban.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

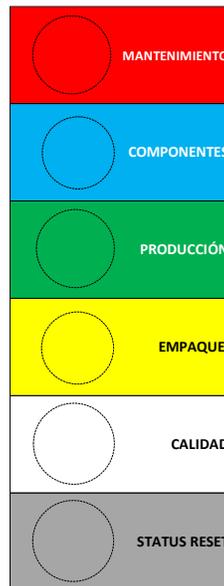
**Tabla 12** -Sistema de control para escaneo de tarjetas Kanban

SEMANA	TURNO	OPERADOR	NÚMERO DE LÍNEAS A ABASTECER	LÍNEAS ABASTECIDAS A TIEMPO	NIVEL DE EFICIENCIA [%]	HACE USÓ DE LAS TARJETAS KANBAN [%]	OBSERVACIONE S
1	M	MATEO PÉREZ	10	10	100.00%	90	Sin observaciones
1	V	MISAEEL JUÁREZ	10	10	100.00%	95	cambiar status
1	N	CARLOS CRUZ	10	9	99.90	92	Sin observaciones
2	M	CARLOS CRUZ	9	9	100.00	92	Sin observaciones
2	V	MISAEEL JUÁREZ	9	9	100.00	95	cambiar status
2	N	MATEO PÉREZ	9	9	100.00	90	Sin observaciones
3	M	MISAEEL JUÁREZ	10	9	99.90	95	Sin observaciones
3	V	MATEO PÉREZ	10	9	99.90	90	Sin observaciones
3	N	CARLOS CRUZ	9	8	99.89	92	cambiar status
4	M	MATEO PÉREZ	9	8	99.89	90	cambiar status
4	V	MISAEEL JUÁREZ	8	8	100.00	95	Sin observaciones
4	N	CARLOS CRUZ	9	9	100.00	93	Sin observaciones
4	M	CARLOS CRUZ	10	9	99.90	92	Sin observaciones
5	V	MISAEEL JUÁREZ	10	9	99.90	96	Sin observaciones
5	N	MATEO PÉREZ	9	9	100.00	91	Sin observaciones
5	M	MISAEEL JUÁREZ	10	9	99.90	96	Sin observaciones
6	V	MATEO PÉREZ	10	9	99.90	91	Sin observaciones
6	N	CARLOS CRUZ	10	9	99.90	90	Sin observaciones
6	M	MATEO PÉREZ	9	9	100.00	92	Sin observaciones
6	V	MISAEEL JUÁREZ	9	9	100.00	95	Sin observaciones
7	N	CARLOS CRUZ	9	9	100.00	92	Sin observaciones
7	M	CARLOS CRUZ	8	7	99.88	92	Sin observaciones
7	V	MISAEEL JUÁREZ	8	8	100.00	95	cambiar status
7	N	MATEO PÉREZ	9	9	100.00	91	cambiar status
8	M	MISAEEL JUÁREZ	9	9	100.00	96	Sin observaciones
8	V	MATEO PÉREZ	10	10	100.00	94	Sin observaciones
8	N	CARLOS CRUZ	10	10	100.00	93	Sin observaciones
8	M	MATEO PÉREZ	10	10	100.00	91	Sin observaciones
					92.89	93	

En la tabla 12. Se muestra el registro del uso de los ciclos Kanban, así como la eficiencia del abastecimiento oportuno de componentes a cada una de las líneas productivas. Se logró una eficiencia de un 92.89% en el abastecimiento de componentes y un escaneo del 93% de las tarjetas Kanban en el abastecimiento de componentes. Existen tres trabajadores los cuales abastecen las 10 líneas de producción, se capacito a los trabajadores, en dicha capacitación los trabajadores aprendieron a realizar método propuesto para el abastecimiento de componentes, así como el escáner de cada una de las tarjetas Kanban que forman los ciclos de control de cada línea productiva.

### **Sistema de control ANDON para evitar el paro de líneas productivas**

El sistema ANDON se implementó después crear los ciclos de control Kanban y de capacitar al trabajar sobre el método de abastecimiento, con la finalidad de que el sistema ANDON pueda alertar de forma visual, los problemas en cada proceso de producción. Por cada línea productiva se implementó un sistema ANDON llamada “torreta ANDON” como se muestra en la figura 45.



**Figura 45-***Sistema Andón*

Nota: Se colocó una torreta ANDON por cada línea productiva, cabe mencionar que al área de logística y materiales le corresponde atender a los llamados de los botones azules y amarillos. A continuación se describe cuando se debe hacer uso de cada botón:

**Mantenimiento:**

Se debe presionar el botón rojo en caso de tener una falla en alguna máquina CNC o línea de ensamble y requerir la presencia de personal de mantenimiento.

**Componentes:**

Se debe presionar el botón azul, porque está a punto de terminarse o requerir más componentes. Se debe evitar llamar al departamento de logística hasta que el material se agote. Porque justamente lo que se pretende con estos sistemas es minimizar y si es posible erradicar el paro de líneas por falta de material.

**Producción:**

Se debe presionar el botón verde en caso de solicitar un ajustador que restablezca el proceso ya sea por una alarma, falla menor o liberación de pallet según sea el caso.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

### **Empaque:**

Se debe presionar el botón amarillo en caso de necesitar empaque porque está a punto de terminarse, se debe evitar presionar el botón hasta que el material se agote. Se debe procurar presionar el botón cuando el material esta por agotarse y nunca hasta que ya se agotó.

### **Calidad:**

En caso de requerir la presencia de un auditor de calidad, para la revisión de alguna especificación del material.

### **Reset:**

Se debe presionar el botón inferior de la torreta marcado con el color gris para reiniciar la torreta ANDON, una vez que se ha surtido los componentes y en caso de presionarla por error la torreta, presionando el botón reset se cancela la llamada para cualquier área. En la figura 46. Se puede observar el sistema ANDON ya implementado.



**Figura 46-** *Torreta Andón*

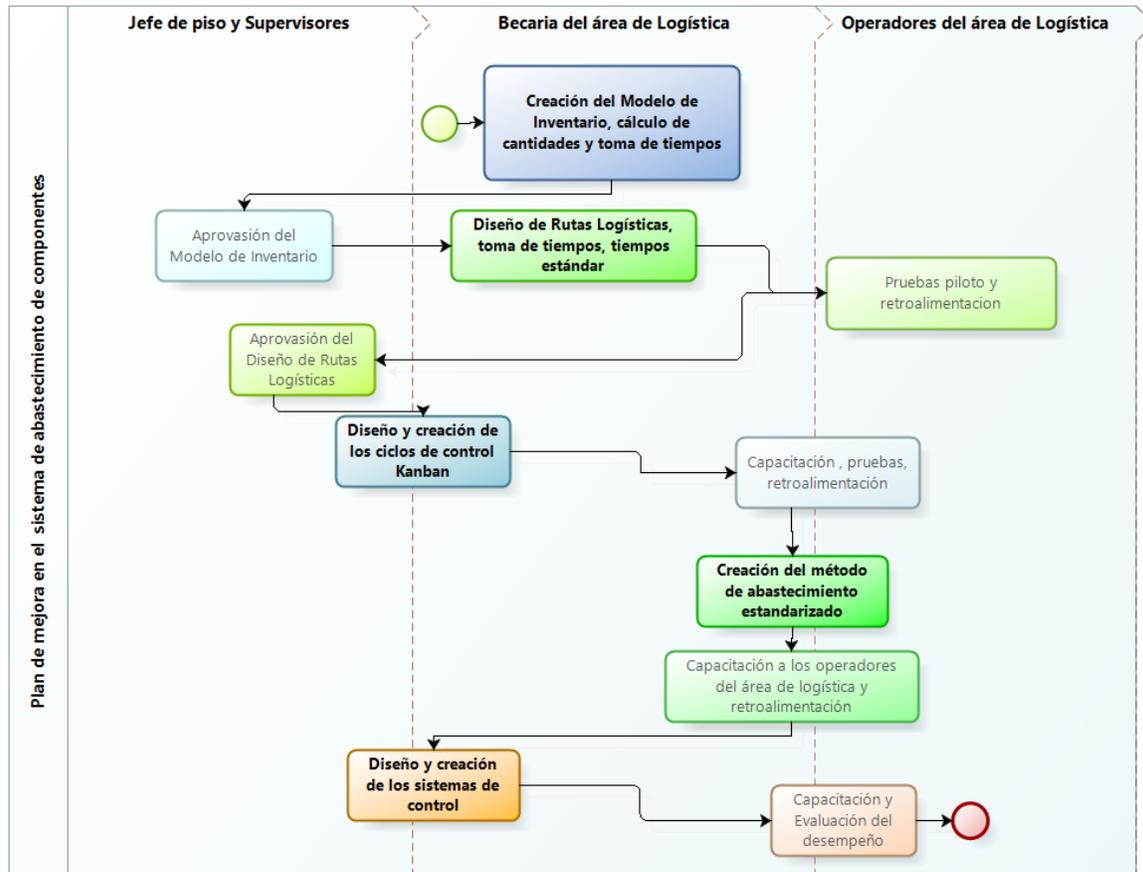
Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

El tener dos sistemas sincronizados (sistema ANDON y Kanban) permite disminuir la probabilidad de faltante de componentes en líneas productivas, como se mencionaba en párrafos anteriores, las alarmas que sonarán en el área de Logística y Materiales, será para el abastecimiento de componentes (botón azul) y el abastecimiento de empaque (botón amarillo). Al sonar la alarma el trabajador en turno que surte componentes debe atender en un lapso de 5 minutos a la línea que requiere componentes.

### **Capítulo V.**

Una vez implementado el sistema de mejora en el abastecimiento de componentes, el cual comprendió cinco fases: inventario (Modelo de cantidad de pedido fijo con inventario de seguridad), diseño e implementación de rutas logísticas, ciclos Kanban (por cada línea productiva), método de abastecimiento estandarizado, y sistemas de control. De las cinco fases de mejora es importante mencionar que en cada fase se involucró al personal operativo porque son las personas que ejecutan las actividades y es importante que ellos aporten a la mejora, porque este plan de mejora fue un plan de mejora que es funcional. Es importante analizar el sistema implementado para conocer los avances logrados y las áreas de oportunidad. En la figura 47. Se muestra el sistema de mejora y los encargados de ejecutar cada acción.

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso



**Figura 47-**Encargados de la ejecución del Plan de Abastecimiento

En el sistema de mejora fue de vital importancia asignar roles y responsabilidades para tener controlado el sistema y que realmente se ejecutará el plan de abastecimiento de componentes como se había planeado. Como se puede ver en la figura 47. Los operadores del área de logística son los que tienen más tareas a ejecutar a su cargo, por eso es que ellos en la mayoría de las ocasiones se mencionan en el proyecto.

### 5.1 Análisis de resultados

Una vez que se implementó el plan de mejora en el proceso de abastecimiento de componentes el cual se dividió en cinco fases, en esta sección se presenta un análisis de cada mejora implementada y se realiza un análisis general del estado actual con el sistema inicial.

Aplicar este sistema de inventario fue posible gracias a que se conoce la cantidad promedio que se consume por línea cada hora a este estándar de producción se le sumo la cantidad de componentes que forman parte de la variación del proceso, este inventario

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

es el inventario de seguridad cuyo objetivo es responder a la variación del proceso. Del total de líneas a la cuales se les aplico este modelo de inventario, solo se decidió mostrar una línea de producción para que sea más específica la información y el referirnos solo a una línea de producción permite comprender mejor el proceso de lo que se aplicó a la línea productiva de la Cubierta T.

Para la fabricación de la Cubierta esta línea necesita 6 componentes diferentes: Perno localizador, rondana de drenado, tapón de drenado, tornillo brida 10x55, tornillo brida 10x100, tubo respirador. En la figura 26 se muestra la cantidad de piezas que se necesitan por cada componente para ser ensamblados a la cubierta T (producto final), en dicha también se indica piezas promedio de producción, a esa cantidad se le suma las piezas que forman parte de la variación del proceso (inventario de seguridad).

**Tabla 13.** Componentes que se ensamblan a la cubierta

---

Demanda de cada 3 horas +Inventario de seguridad = Cantidad a pedir/3 horas

---

No.	Componentes	Demanda de cada 3 horas	Inventario de seguridad	Cantidad a pedir/ 3 horas
1	PERNO LOCALIZADOR 12X16	156 piezas	10 piezas	166 pzas/3 hrs
2	RONDANA DRENADO 18 MM	312 Piezas	10 piezas	322 pzas/3 hrs
3	TAPON DE DRENADO M18	312 Piezas	10 piezas	322 pzas/ 3 hrs
4	TORNILLO BRIDA 10X55	468 Piezas	10 piezas	478 pzas/3 hrs
5	TORNILLO BRIDA 10X100	468 Piezas	10 piezas	478 pzas/3 hrs
6	TUBO RESPIRADOR	312 Piezas	10 piezas	322 pzas/ 3 hrs

## DIAM 6 ANG90 L28

En la tabla podemos observar las cantidad exacta de cada componente que se empezó a surtir cada 3 horas como lo marca las rutas logísticas.

A cada componente se le creó su ciclo de control, en la tabla X se muestra el componente, la cantidad a surtir cada hora y su ciclo Kanban

**Tabla 14-** Sincronización de la cantidad a pedir con los ciclos Kanban

No.	Componentes	Cantidad a pedir/ 3 horas	Cantidad por cada tarjeta Kanban	Cantidad de tarjetas Kanban	Ciclo Kanban	Requeridos en línea
1	PERNO LOCALIZADOR 12X16	166 pzas/3 hrs	83	83 83	166 pzas/3 hrs	<b>Cubierta T</b>
2	RONDANA DRENADO 18 MM	322 pzas/3 hrs	161	161 161	322 pzas/3 hrs	
3	TAPON DE DRENADO M18	322 pzas/ 3 hrs	161	161 161	322 pzas/ 3 hrs	
4	TORNILLO BRIDA 10X55	478 pzas/3 hrs	239	239 239	478 pzas/3 hrs	
5	TORNILLO BRIDA 10X100	478 pzas/3 hrs	239	239 239	478 pzas/3 hrs	
6	TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG90 L28	322 pzas/ 3 hrs	239	161 161	322 pzas/ 3 hrs	

Para cada línea de producción se esté procedimiento, se identificó en cada línea de producción el rack de componentes se colocó su ayuda visual de cada componente, la cantidad exacta de tarjetas kanban (la tarjeta kanban en cada gaveta). Como se muestra en la figura 48.

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Logística y Materiales		
	No. Parte  <b>2391862</b>	Cantidad máxima de gavetas  <b>2</b>
	Descripción	
Tipo gaveta: <b>GAVETA NO. 4</b>	<b>TUBO RESPIRADOR DIAM 6 ANG 90 L28</b>	

**Figura 48**-Identificación de gavetas en línea de producción

De esta forma se logró que los trabajadores coloquen la cantidad exacta de gavetas con la cantidad de material ya establecida en las tarjetas kanban y a través de la hand helk se notifique la cantidad de material que se está ingresando a los racks de cada línea de producción gracias al código de barras con los que cuenta la tarjeta Kanban. Al identificarse cada rack con la cantidad exacta de gavetas que debe ingresar, permitió al trabajador tener ayudas visuales rápidas y sencillas y poder cumplir con el objetivo que es disminuir los paros de líneas productivas por falta de componentes.

Las mejoras planteadas a través del presente trabajo tienen como finalidad disminuir los paros de líneas productivas y por consiguiente disminuir el número de reclamos que presenta el proceso de abastecimiento de componentes. En la Tabla X, muestra los reclamos y tiempos de inactividad de líneas productivas por falta de material en su estado.

**Tabla 15**-Estado inicial del proceso de abastecimiento de componentes

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

		Estado Inicial																Tiempo total inactivo/ 2 meses (hrs)	Total de paros/ 2 meses
		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6		Semana 7		Semana 8			
	Reclamo	Cantidad de reclamos	Tiempo inactivo (min)																
1	Abastecimiento de componentes a líneas productivas	35	175	32	160	36	180	34	170	36	180	35	175	33	165	36	180	23	277
2	Salida de producto terminado de líneas productivas	10	50	11	55	9	45	10	50	12	60	10	50	10	50	11	55	7	83
3	Entrega de productos al cliente	7	70	10	100	10	100	9	90	9	90	10	100	10	100	9	90	12	74
4	Embarques	5	50	5	50	4	40	6	60	4	40	5	100	4	40	6	60	7	39
5	Pedido de materiales a proveedores	2	20	1	10	0	0	1	10	2	20	2	100	1	10	2	20	3	11
6	Colocación de materiales en almacenes	2	20	0	0	3	30	2	20	2	20	2	100	2	20	2	20	4	15
7	Recibo de materiales que mandan proveedores	1	10	0	0	2	20	1	10	1	10	1	100	2	20	2	20	3	10
8	PEPS en almacenes	1	10	0	0	0	0	1	10	1	10	1	100	2	20	2	20	3	8

Por su parte la tabla 16. Muestra el Estado Actual

**Tabla 16-Implementación de las mejoras**

		Estado Actual																
Tiempo total inactivo/ 2 meses (hrs)	Total de paros/ dos meses	Reclamo	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6		Semana 7		Semana 8	
			Cantidad de reclamos	Tiempo inactivo (min)														
0.2	30	Abastecimiento de componentes a líneas productivas	5	25	6	30	6	30	2	10	4	20	5	25	3	15	2	10
0.1	14	Salida de producto terminado de líneas productivas	2.00	10	3	15	2	10	2	10	3	15	1	5	2	10	1	5
0.2	12	Entrega de productos al cliente	2	20	1	10	2	20	2	20	3	30	1	5	2	10	1	5
0.2	17	Embarques	5	50	3	30	1	10	2	20	2	20	2	10	2	10	2	10
0.1	6	Pedido de materiales a proveedores	0	0	1	10	0	0	1	10	1	10	1	5	0	0	2	10
0.1	6	Colocación de materiales en almacenes	2	20	0	0	2	20	1	10	0	0	0	0	1	5	1	5
0.1	4	Recibo de materiales que mandan proveedores	0	0	0	0	1	10	1	10	0	0	1	5	2	10	1	5
0.0	3	PEPS en almacenes	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	0	0	1	5	1	5

Nota: En tabla 16. Se muestra el sistema de mejora implementado al cual se llamó Estado Actual.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Cada semana después de la aplicación de las mejoras se tomaron tiempos y se contabilizaron los paros para que cada semana se obtuvieran los datos de los tiempos inactivos y los paros por semana hasta llegar al mes dos (8 semanas).

De las dos tablas anteriores surgió la Tabla 17, En la cual se calculó el promedio de los paros y tiempos inactivos durante dos meses antes de aplicar el plan de mejora y después de aplicar el plan de mejora (Estado actual).

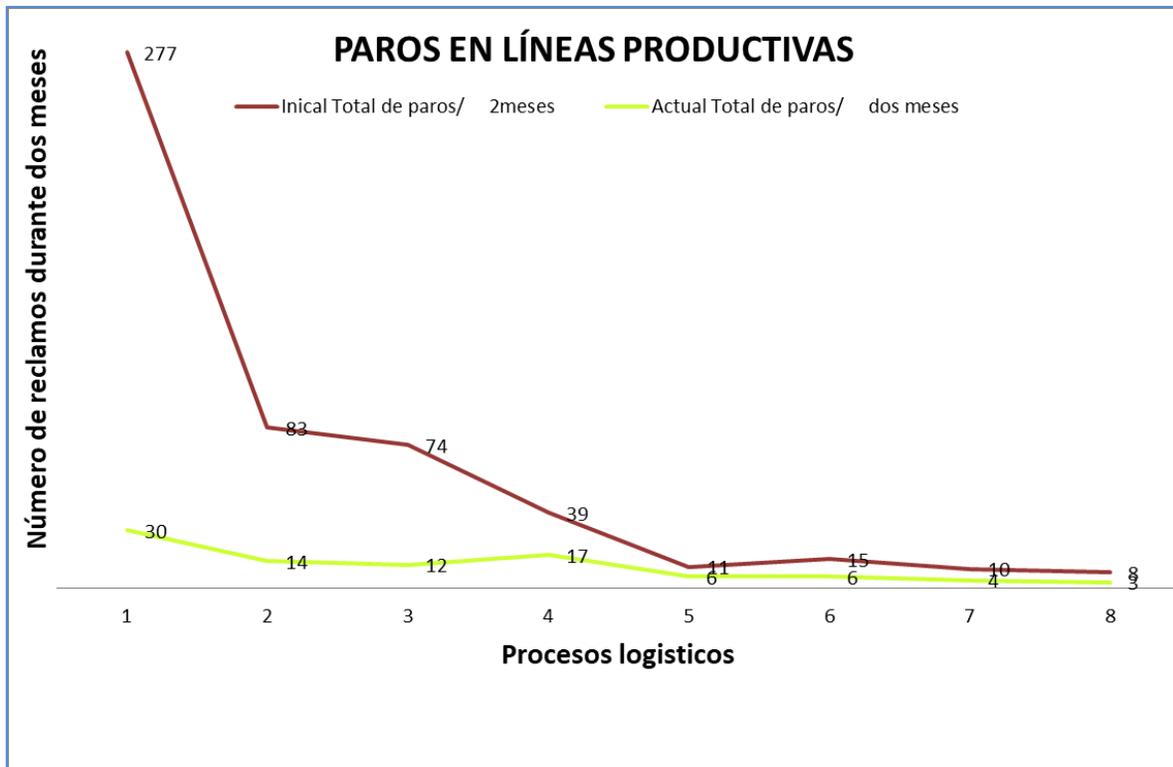
**Tabla 17- Estado Inicial vs Estado Actual de paros en los procesos**

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

		Inicial	Actual	Inicial	Actual
	Reclamos en los procesos	Total de paros/ 2 meses	Total de paros/ dos meses	Tiempo total inactivo/ 2 meses (hrs)	Tiempo total inactivo/ 2 meses (minutos)
1	Abastecimiento de componentes a líneas productivas	277	30	23	13.0
2	Salida de producto terminado de líneas productivas	83	14	7	6.3
3	Entrega de productos al cliente	74	12	12	9.5
4	Embarques	39	17	7	12.6
5	Pedido de materiales a proveedores	11	6	3	3.6
6	Colocación de materiales en almacenes	15	6	4	4.7
7	Recibo de materiales que mandan proveedores	10	4	3	3.2
8	PEPS en almacenes	8	3	3	2.4

En la Tabla 17. Se puede ver de forma numérica la disminución significativa de paros por falta de componentes en líneas productivas, un paro representa un reclamo es decir que de 277 paros que se presentaron en dos meses antes de aplicar la mejora en el proceso uno, con la mejora se redujo a 30 paros en los siguientes dos meses que se estuvo monitoreando el plan de mejora aplicado. Esto es para el proceso 1, pero la gráfica muestra una reducción de los paros por proceso significativa,

En la figura 49. Se muestra se forma gráfica la información de la tabla 17, La línea roja por su parte muestra el número de paros (reclamos) que se tenía por proceso antes de aplicar el plan de mejora, por el contrario la línea verde muestra el número de paros (reclamos) después del plan de mejora.



**Figura 49-**Paros en líneas productivas antes y después de las mejoras

Después de trabajar un año en este proyecto, puedo afirmar con seguridad que para que un plan de mejora funcione se debe involucrar en el proceso, la persona del área de logística que debe entender el plan al cien por ciento son los trabajadores que ejecutan las acciones del plan. Es por ello que después de hacer monitoreo y capacitado al personal y familiarizarse con el proceso, inicio la etapa de evaluación. En la figura 50. Se identifica a los operadores que ejecutan las actividades y se hace una evaluación semanal para ver que realmente estén ocupando el sistema kanban y hagan uso correcto de estos ciclos kanban.

## Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

SEMANA	TURNO	OPERADOR	NÚMERO DE LÍNEAS A ABASTECER	LÍNEAS ABASTECIDAS A TIEMPO	NIVEL DE EFICIENCIA [%]	HACE USÓ DE LAS TARJETAS KANBAN [%]	OBSERVACIONES
1	M	MATEO PÉREZ	10	10	100.00%	90	Sin observaciones
1	V	MISAEEL JUÁREZ	10	10	100.00%	95	cambiar status
1	N	CARLOS CRUZ	10	9	99.90	92	Sin observaciones
2	M	CARLOS CRUZ	9	9	100.00	92	Sin observaciones
2	V	MISAEEL JUÁREZ	9	9	100.00	95	cambiar status
2	N	MATEO PÉREZ	9	9	100.00	90	Sin observaciones
3	M	MISAEEL JUÁREZ	10	9	99.90	95	Sin observaciones
3	V	MATEO PÉREZ	10	9	99.90	90	Sin observaciones
3	N	CARLOS CRUZ	9	8	99.89	92	cambiar status
4	M	MATEO PÉREZ	9	8	99.89	90	cambiar status
4	V	MISAEEL JUÁREZ	8	8	100.00	95	Sin observaciones
4	N	CARLOS CRUZ	9	9	100.00	93	Sin observaciones
4	M	CARLOS CRUZ	10	9	99.90	92	Sin observaciones
5	V	MISAEEL JUÁREZ	10	9	99.90	96	Sin observaciones
5	N	MATEO PÉREZ	9	9	100.00	91	Sin observaciones
5	M	MISAEEL JUÁREZ	10	9	99.90	96	Sin observaciones
6	V	MATEO PÉREZ	10	9	99.90	91	Sin observaciones
6	N	CARLOS CRUZ	10	9	99.90	90	Sin observaciones
6	M	MATEO PÉREZ	9	9	100.00	92	Sin observaciones
6	V	MISAEEL JUÁREZ	9	9	100.00	95	Sin observaciones
7	N	CARLOS CRUZ	9	9	100.00	92	Sin observaciones
7	M	CARLOS CRUZ	8	7	99.88	92	Sin observaciones
7	V	MISAEEL JUÁREZ	8	8	100.00	95	cambiar status
7	N	MATEO PÉREZ	9	9	100.00	91	cambiar status
8	M	MISAEEL JUÁREZ	9	9	100.00	96	Sin observaciones
8	V	MATEO PÉREZ	10	10	100.00	94	Sin observaciones
8	N	CARLOS CRUZ	10	10	100.00	93	Sin observaciones
8	M	MATEO PÉREZ	10	10	100.00	91	Sin observaciones
					<b>92.89</b>	<b>93</b>	

**Figura 50-**Evaluación del desempeño de los operadores que surten componentes

## 5.2 Trabajo futuro

Realizar una simulación que nos permita comprobar que el plan de mejora es el óptimo o plantear una alternativa cuyo fin es reducir tiempos y actividades de cada proceso con el fin de lograr un sistema esbelto, práctico y sencillo.

## 5.3 Recomendaciones y sugerencias

Desde el punto de vista personal considero que las organizaciones muchas de las ocasiones no logran detectar que están haciendo planes de mejora sin tener contacto con las personas que ejecutarán los planes de mejora, puedo afirmar con certeza que si no se involucra y al trabajador no se le hace parte del proceso es muy difícil que el trabajador realice las actividades que lo involucran si cuando se creó el plan de mejora no formo parte, Reconocer siempre la labor que hacen los trabajadores y siempre buscar hacer equipo con los operadores que son los que realizan las actividades para las cuales nosotros proponemos planes de mejora.

## **Conclusiones**

Se logró diseñar e implementar el sistema de abastecimiento el cual consistió en cinco fases (Desarrollo e implementación del Modelo de cantidad de pedido fijo con un inventario de seguridad, diseño e implementación de rutas logísticas, Creación de los ciclo kanban, diseño e implementación del método de abastecimiento estandarizado y los sistemas de control cuyo objetivo es atender la problemática de desabasto de componentes en líneas productivas cuya problemática fue detectada a través del indicador de desempeño que en este caso fue el número de paros en líneas por falta de inventario, el indicador se revisa semanalmente.

Se creó el sistema de inventario de acuerdo al Modelo de Cantidad de Pedido Fija con un inventario de seguridad. A través de este modelo pudimos tener un inventario de seguridad que respondan a las variaciones de cada línea productiva.

Se logró diseñar rutas logísticas las cumplieron con el objetivo de llevar la cantidad de componentes que cada línea necesita cada 3 horas siguiendo un recorrido ya establecido. Después de tener las rutas logísticas se logró controlar el flujo de materiales que salen del almacén y tener en la ubicación y cantidad exacta de los materiales que entran a proceso en tiempo real a través de la creación de los ciclos kanban y la sincronización de estos con el sistema SAP. Los ciclos de control Kanban a través de sus tarjetas permiten a los operadores de líneas productivas identificar los componentes de forma inmediata y evita la mezcla de componentes ya que a través de la estandarización cada componente tiene un lugar específico en cada línea productiva. Se elaboró el método de abastecimiento de componentes el cual permitió al trabajador ejecutar sus actividades de forma adecuada. Por último se implementó el sistema de control el cual tiene la finalidad de darle continuidad al plan de mejora, logrando así que los trabajadores se familiarizarán con las mejoras implementadas y que los trabajadores poco a poco se fueron familiarizando con el proceso implementado y además que en este plan de mejora ellos fueron agentes activos de cambio.

Este proyecto fue un proyecto de grandes retos y sin duda el compromiso de los operadores fue total, porque se sintieron parte clave del proceso, para que un plan de mejora funcione es necesario que los trabajadores u operadores participen activamente en la retroalimentación ya que ellos son las personas que se encargará de ejecutar el plan si el plan está hecho pensando en la sencillez y automatización porque son actividades rutinarias y estas deben ser lo más prácticas y automatizadas para evitar

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

errores el trabajador estará a gusto con la mejora, al principio tendrá un rechazo al cambio y en ese momento deben entrar el personal del área de logística para apoyar al operador.

## Referencias

- AMDA. (10 de Junio de 2018). *Diálogo con la Industria Automotriz 2018-2024*. Obtenido hde AMIA, INA, INEGI: [https://www.amda.mx/wp-content/uploads/asociaciones\\_2018-2024\\_180724.pdf](https://www.amda.mx/wp-content/uploads/asociaciones_2018-2024_180724.pdf)
- Ballou, R. H. (2004). Estrategía del transporte. En *Logística. Administración de la cadena de suministros* (págs. 164-180). California: Pearson.
- Chase et al. (2009). Inventario. En *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros* (págs. 547-548). California: Mc Graw Hill.
- Donald J. Bowersox, D. J. (2007). Inventario. En D. J. Bowersox, *Administración y logística en la cadena de suministros* (págs. 133-141). Michigan State: McGraw-Hill.
- Durán, Y. (1 de enero-junio de 2012). *Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas*. Recuperado el 10 de abril de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545892008>
- Federación, D. O. (2020). *Decreto promulgatorio del Protocolo por el Tratado entre Estados Unidos Mexicanos, los Estados Unidos de América y Canadá*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- James R. Evans, W. M. (2008). Mejora de procesos . En W. M. James R. Evans, *Administración y control de la calidad* (págs. 364-368). Thomson South-Western.
- Lindsay, J. R. (2008). Herramientas básicas para la mejora de los procesos. En *Administración y control de la calidad* (pág. 672). Kentucky: Cengage Learning .
- Miranda, A. V. (2007). *La industria automotriz en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas*. Ciudad de México : FCA-UNAM.
- Miranda, A. V. (2007). La industria automotriz en México. *Contaduría y Administración* , 212-248.

Abastecimiento de componentes en líneas productivas: Un estudio de caso

Ohno, T. (1991). Kanban. En *El sistema de producción Toyota. Más allá de la producción a gran escala* (págs. 118-120). Boca Ratón, Florida: Productivity Press.

PAGE, J. (2004). Conceptos de Lean Manufacturing . En J. PAGE, *Lean Manufacturing* (págs. 62-74). Washington: Enna Products Corporation.

Rajesh Nellore, J. J. (2001). *Lean supply and price-based global sourcing*. Grenoble, France: Pergamon.

Sánchez, J. E. (2006). *Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes*. San Fandila, Querétaro: Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

Servera, D. (2010). Concepto y evolución de la función logística. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 220-235.

Richard C. Vaughn. Editorial: Reverté. Edición: 1. Fecha Publicación: 1990. ISBN: 9788429126914. ISBN ebook: 9788429192384. Páginas: 484

Gutiérrez Pulido, Humberto. De la Vara, Román. (2004). "Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma". McGraww-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.