

**PROPUESTA DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA EN EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL
PLÁSTICO**

**MARÍA PAULA HERRERA BARRERA
CÓDIGO: 538165**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ALTERNATIVA INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ
2017**

**PROPUESTA DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA EN EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL
PLÁSTICO**

MARÍA PAULA HERRERA BARRERA

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniera Industrial**

**Director
German Rodríguez
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ALTERNATIVA INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ
2017**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, 21, noviembre, 2017

AGRADECIMIENTOS

A dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi familia que siempre estuvieron hay apoyándome al pilar más importante de mi vida que es mi mama, a mi hermano, cuñada y sobrino y a todas esas personas que me acompañaron en este camino.

También quiero dar gracias a mi Tutor de trabajo de grado German rodríguez por su constante apoyo y dedicación que me guio para lograr con los objetivos planteados y me presto parte de su valioso tiempo convirtiéndose en una persona muy importante en el desarrollo de este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. GENERALIDADES	13
1.1 ANTECEDENTES	13
1.1.1 Revolución industrial	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2.1 Descripción del problema	18
1.2.2 Formulación del problema	18
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos Específicos	18
1.4 JUSTIFICACIÓN	18
1.5 DELIMITACIÓN	19
1.5.1 Tiempo	19
1.5.2 Alcance	19
1.6 MARCO REFERENCIAL	20
1.6.1 Marco Teórico	20
1.6.1.1 El Plástico	20
1.6.1.2 Clasificación de los plásticos	21
1.6.1.3 Lean manufacturing	21
1.6.1.4 Historia de lean manufacturing	22
1.6.1.5 Principios de lean manufacturing	22
1.6.1.5 Desperdicios lean manufacturing	23
1.6.1.6 Herramientas de lean manufacturing	24
1.6.1.7 Tipos de errores causados por los humanos	29
1.6.1.8 Tipos de sistemas de producción	32
1.6.1.9 Sistema de MRP	33
1.6.1.10 ERP	35
1.6.1.11 SAP	35
1.6.2 Marco conceptual	35
1.6.2.1 Barrenado	35
1.6.2.2 Calandreo	35
1.6.2.3 Comprensión	36
1.6.2.4 Corte	37
1.6.2.5 Corrección	37
1.6.2.6 Defectos	37
1.6.2.7 Doblado	37
1.6.2.8 Eficiencia	37
1.6.2.9 Espera	37
1.6.2.10 Extrusión	37
1.6.2.11 Fallas de apariencia	38

	pág.
1.6.2.12 Falla catastrófica	38
1.6.2.13 Falla Intermitente	38
1.6.2.14 Falla parcial	38
1.6.2.15 Falla total	39
1.6.2.16 Ineficiencia	39
1.6.2.17 Inmersión	39
1.6.2.18 Inyección	39
1.6.2.19 Lean manufacturing	40
1.6.2.20 Metodología	40
1.6.2.21 Optimización de recursos	40
1.6.2.22 Plástico	40
1.6.2.23 Proceso productivo	41
1.6.2.24 Producción	41
1.6.2.25 Retomoldeo	41
1.6.2.26 Soplado	41
1.6.2.27 Termoformado	42
1.6.2.28 Torneado	42
1.6.2.29 Sobreproducción	42
1.6.2.30 Valor agregado	42
1.7 METODOLOGÍA	43
1.7.1 Fase 1: Entender situación actual	43
1.7.2 Fase 2: Crear las estrategias	43
1.7.3 Fase 3: Proponer el modelo	44
2. PLANTEAMIENTO DEL DIAGNOSTICO	45
2.1 MOLDEO POR INYECCIÓN DE POLÍMEROS	47
2.1.1 Problemas en el moldeo por inyección	48
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	49
3.1 PRIMERA FASE: ORGANIZACIÓN	49
3.2 SEGUNDA FASE: OPTIMIZACIÓN DE DESPERDICIOS	52
3.3 TERCERA FASE: DETECCIÓN DE ERRORES	53
3.3.1 Detección del problema	54
3.3.2 Llegar a la raíz del problema	54
3.3.2.1 Hoja de verificación	54
3.3.3 Decidir el pokayoke que se va utilizar	56
3.3.4 Provocar y verificar el correcto	56
3.3.5 Capacitación	56
3.3.6 Revisión constante	56
3.3.6.1 Ventajas de utilizar el poka yoke	56
3.4 CUARTA FASE: MEJORA CONTINUA	57
3.5 MODELO PARA DESARROLLAR LA PROPUESTA	58
3.6 ANÁLISIS DE LA PROPUESTA	60

	pág.
3.7 SEGUIMIENTO Y CONTROL	60
3.7.1 Ruta de inspección	61
3.8 INSPECCIÓN DE CALIDAD	63
3.9 INDICADORES GESTIÓN EN MÁQUINAS INYECTORAS	64
3.9.1 Indicador de tiempos muertos	64
3.9.2 Indicador de velocidad	65
3.9.3 Indicador de calidad	66
3.9.4 Indicador de eficiencia	67
4. CONCLUSIONES	69
5. RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	78

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Calandrado	36
Figura 2. Moldeo por Comprensión	36
Figura 3. Extrusión	38
Figura 4. Inmersión	39
Figura 5. Inyección	40
Figura 6. Retomoldeo	41
Figura 7. Soplado	42
Figura 8. Termoformado	45
Figura 9. Extrusión	46
Figura 10. Problemas en el Moldeo por Inyección	48
Figura 11. Cintas de Vinilo Seiti	50
Figura 12. Tablero de Rendimiento	51
Figura 13. Tecnicas de Pokayoke	54
Figura 14. Defectos	55
Figura 15. Modelo de la Propuesta	59
Figura 16. Tiempos no Programados	65
Figura 17. Indicador vs Velocidad	66
Figura 18. Indicadores de Calidad	67
Figura 19. Indicador de TVC	68

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Tipos de Errores Causados por los Humanos	29
Cuadro 2. Tarjeta Kanban	52
Cuadro 3. Formato de Verificación	55
Cuadro 4. Rutas de Inspección	61
Cuadro 5. Hoja de Proceso	62
Cuadro 6. Inspección de calidad	63
Cuadro 7. Hoja de Procesos	63
Cuadro 8. Indicador de Tiempos Muertos	64
Cuadro 9. Indicador de velocidad	65
Cuadro 10. Indicador de Calidad	66
Cuadro 11. Indicador de Eficiencia	67

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Producción Global de Plásticos	78
Anexo B. Consumo Global de Plásticos	79
Anexo C. Proceso General de Producción	80
Anexo D. Hoja de Verificación	81
Anexo E. Tarjeta Roja	83
Anexo F. Hoja de Limpieza	84

INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial de incrementar la productividad en el mercado, implica la elaboración de productos de calidad, oportunamente y al menor costo posible, con una inversión mínima de capital y con un máximo satisfacción del cliente, evitando pérdidas y aumentando la productividad. El reto actual en la industria ya no es el proceso sino la sincronización del mismo con los sistemas administrativos para con esto disminuir costos, tiempos muertos, retrasos y baja calidad. En la actualidad, la necesidad de producir eficientemente se ha convertido en ese pilar primordial por la que las empresas quieren alcanzar si desean hoy estar compitiendo en el mercado, todo ello exige procesos rápidos, cumplimiento en calidad, cantidad, y tiempos de entrega; la preocupación de las empresas es de tener procesos libres de desperdicios o ineficiencias que no agregan valor en las operaciones, ha generado esa necesidad de implementar herramientas de gestión de mejoramiento continuo que permitan alcanzar resultados inmediatos en la productividad, competitividad rentabilidad de los negocios.

Las fallas en las líneas de producción de plásticos son sucesos que en la mayor parte de las veces causan pérdidas de tiempo y materia primas, durante muchos años se ignoró, pero ahora su análisis es vital, por este motivo este trabajo está basado en esa mejora continua, en plantear cambios y crear nuevas estrategias, planes de acción para mejorar las líneas de producción.

En este trabajo se hace una propuesta para mejorar los procesos de transformación del plástico, apoyándonos con las herramientas de Lean Manufacturing, para mejorar procesos productivos, reduciendo incidentes, fallas, defectos que puedan limitar la confianza en los productos o servicios, puesto que lo que se busca es aumentar la calidad, fidelizando así los clientes, por ende los resultados, principalmente los económicos son positivos para la organización.

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La fabricación y producción de bienes y servicios es uno de los giros industriales y empresariales más comunes hoy en día y lo ha sido a lo largo de toda la historia del ser humano. Como consecuencia de ello, desde tiempos antiguos, la necesidad de contabilizar, controlar y conocer los datos e información sobre la fabricación de un producto creció hasta el punto de convertirse en una tarea fundamental para cualquier entidad productora.

Los sistemas de manufactura nacen precisamente como resultado de esa necesidad de control y conocimiento de los procesos de producción, pero la implementación, desarrollo y perfeccionamiento de estos sistemas no han sido sencillos, pues para llegar a tener los programas de cómputo especializados que hoy en día utilizan las organizaciones, se tuvo que pasar por un proceso de evolución que tardó mucho más tiempo del que se pudiera creer. La historia de la manufactura es tan antigua como el mundo mismo, ya que manufacturar significa fabricar a mano. Abarca la industria artesanal compuesta por artesanos individuales y llega hasta la producción en masa para el consumo en masa actual. La manufactura, sin embargo, no se trata simplemente de hacer que la oferta se corresponda con la demanda, sino que su historia involucra muchos logros tecnológicos, luchas políticas y males sociales¹.

1.1.1 Revolución industrial. “Dividida en dos periodos de productividad, la Revolución Industrial duró casi un siglo entre 1760 y 1850. La manufactura en base a máquinas, la energía a vapor y el desarrollo del arrabio y del acero quemado dieron lugar a una producción rápida de artículos a determinado costo”²

La manufactura se puso a punto a través de mejoras en la máquina a vapor y la invención de la hiladora, un telar grande que aumentó la producción de ropa. La agricultura mejoró ampliamente a través de instrumentos agrícolas, conservación del suelo, mayor producción de alimentos y la capacidad de poder tener grandes rebaños de ganado. Estos avances resultaron en menos cantidad de granjas lo que derivó en una mayor población en las ciudades. El transporte mejoró a través de redes de canales y vías. Uno de los desarrollos que posiblemente sea el más importante de la Revolución fue la invención de las piezas intercambiables. Esto fue desarrollado por Honoré Blanc en 1778 y fue llevado a Estados Unidos por Eli Whitney en 1798. Las partes intercambiables pasaron a ser parte de la realidad en 1816 cuando las máquinas empezaron a generar piezas idénticas.

¹ EVOLVE IT. Evolución histórica de los sistemas de manufactura [en línea]. México: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.evolve-it.com.mx/evolucion-historica-de-los-sistemas-de-manufactura/>>

² EHOW EN ESPAÑOL. La historia de la industria manufacturera [en línea]. México: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://www.ehowenespanol.com/historia-industria-manufacturera-sobre_103095/>

La industrialización cambio la estructura familiar y social, con el desarrollo de grandes centros urbanos y de pueblos fabriles. Los obreros en ese entonces pasaban hasta 14 horas al día en las fábricas en vez de trabajar en sus casas³.

➤ Henry Ford. Henry Ford (Dearborn, Michigan, 30 de julio de 1863-7 de abril de 1947) fue un industrial estadounidense, fundador de la compañía automotriz Ford Motor Company y padre de las cadenas de producción modernas utilizadas para la producción en línea. Como único propietario de la compañía Ford, se convirtió en una de las personas más conocidas y ricas del mundo. “A él se le atribuye el Fordismo, sistema que se desarrolló entre fines de la década de los 30 y principios de los 40 y que creó mediante la fabricación de un gran número de automóviles de bajo costo mediante la producción en línea. Este sistema constaba de la utilización de maquinaria. Especializada y un número elevado de trabajadores en plantilla con salarios elevados”⁴.

El fordismo apareció en el siglo XX promoviendo la especialización, la transformación del esquema industrial y la reducción de costos. Esto último, a diferencia del taylorismo, se logró no a costa del trabajador sino a través de una estrategia de expansión del mercado. La idea de sumar la producción en línea a la producción de mercancías no sólo origino transformaciones sociales sino también transformaciones culturales que podemos resumir en la idea de cultura de masas. Como ejemplo se puede hablar de la creación de automóviles en serie, luego esto giraría al aumento de las ciudades, autopistas y bienes como televisores, lavadoras, entre otros.

La Segunda Guerra Mundial, cuando el gobierno estadounidense empleó programas especializados que se ejecutaban en las enormes y complejas computadoras recién surgidas en el principio de la década de los años 40 para controlar la logística u organización de sus unidades en acciones bélicas. Estas soluciones tecnológicas, son conocidas como los primeros sistemas para la planeación de requerimiento de materiales (Material Requirements Planning Systems o MRP Systems).

Para el final de los años 50, los sistemas MRP brincaron las trincheras del ejército para hallar cabida en los sectores productivos en especial de los Estados Unidos de América. Las compañías que los adoptaron se dieron cuenta de que estos sistemas les permitían llevar un control de diversas actividades como control de inventario, facturación, y pago y administración de nómina⁵.

³ UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. Henry ford [en línea]. México: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/historia/carrera_historia_ford.html>

⁴ ECONOMÍA Y EMPRESA. Henry ford company [en línea]. México: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://nocionesdeeconomiyempresa.wordpress.com/2012/10/24/el-fordismo-la-produccion-en-cadena-que-puso-en-marcha-henry-ford/>>

⁵ QUEVEDO, Margarita. Sistema MRP [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://smanufactura.blogspot.com.co/2011/10/antecedentes-historicos-del-mrp.html>>

De manera paralela, “la evolución de las computadoras favoreció el crecimiento de estos sistemas en cuanto al número de empresas que optaban por ellos. Claro que esas computadoras eran muy rudimentarias pero contaban con la capacidad de almacenamiento y recuperación de datos que facilitaban procesar transacciones, es decir, manejar información y canalizarla de manera apropiada a aquellas áreas que, al integrarla, podían ejecutar acciones mucho más rápidas”⁶.

“En las décadas de los años 60 y 70, los sistemas MRP evolucionaron para ayudar a las empresas a reducir los niveles de inventario de los materiales que usaban, esto porque, al planear sus requerimientos de insumos con base en lo que realmente les demandaban, los costos se reducían, ya que se compraba sólo lo necesario”⁷.

Por toda esta historia que ya se conoce, es que hoy día muchas personas se han involucrado en estos temas donde lo que quieren es generar cambios en diferentes empresas, conociendo las problemáticas que allí se encuentran como una línea de producción con mal diseño, fallas en la maquinaria, tiempos muertos, desperdicios, mala organización, mala capacitación a los trabajadores, todo esto lleva a las personas a crear estrategias o modelos para evitar estos problemas y así mejorar la productividad de una empresa.

La implementación de la metodología 5s en la empresa Momentos Classic, se origina de la necesidad de diseñar una propuesta para la correcta distribución física, el orden de la planta, el control de la producción y la eliminación de las actividades que no agregan valor al producto, a fin de ayudar a crear una cultura de eficiencia dentro de la empresa, donde los cambios dentro de esta son claves para aumentar la productividad de la misma. La metodología está conformada por varias herramientas de mejoramiento continuo, de las cuales se van a implementar tres de ellas, todo este proceso lo realizaron por distintas fases e ir implementado cada herramienta en los distintos procesos que tiene la empresa. Con la implementación de la herramienta 5s se esperan reducciones importantes en los desperdicios y que se mejore en un 65% como mínimo la organización y aprovechamiento del espacio dentro de la misma.

Con la herramienta SMED se espera que haya una reducción de los tiempos de cambio de herramienta y disminución en los tiempos durante el proceso; y por parte de la herramienta JIT se espera que haya una reducción en los inventarios de materia prima, producto en proceso e inventario de producto terminado⁸.

⁶ RUIZ LARROCHA, Elena. Nuevas tendencias en los sistemas de información. Madrid: Centro de Estudios Ramon Areces, 2017. p. 224

⁷ GESTIOPOLIS. Planeación de los requerimientos de material [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.gestiopolis.com/sistemas-mrp-materials-requirement-planning/>>

⁸ ALDO, Stefania; SALDARRIAGA, Laura y MONCADA, Leidy. Diseño de una metodología de implementación de lean Manufacturing en una Pyme (Momentos Classic). Medellín: Universidad de San Buenaventura. Facultad de Ingenierías. Modalidad trabajo de grado, 2013. p. 20

En el artículo de la revista internacional administración y finanzas volumen 4 (2011) se resalta la importancia de la “optimización de la productividad en la industria de plásticos en cd. Juárez” en este artículo señala que el área de fabricación de plásticos que se encuentra operando con tecnologías de alto nivel o de punta, y comúnmente se observan avances poco efectivos en la planeación e implementación de procesos. Por ello, el artículo que se presenta, tiene el objetivo principal de analizar los factores y variables actuales que ayuden en la optimización de la productividad en el manejo funcional y operativo del herramental utilizado en máquinas de inyección de plásticos, tales como moldes y troqueles asignados en estas máquinas, desarrollando una ruta o metodología operacional y práctica en la logística y planeación.

Dentro del aspecto tecnológico enfocado al mantenimiento y la operación misma del equipo, los niveles de optimización o utilización del equipo han ido avanzando conforme ha evolucionado la tecnología en inyección de plásticos, la capacitación juega un papel importante dentro de este esquema, se han creado iniciativas de gobierno y sector productivo para apoyar esta capacitación técnica, asociado al apoyo de universidades locales y regionales de ambos países tanto de México como de USA ha sido relevante. Por otro lado, se ha marcado el problema técnico especializado en mantenimiento y reparación de moldes y troqueles de este tipo de máquinas, en donde se consideran los siguientes factores:

➤ Dado que el molde es la parte principal de la prensa de la máquina de inyección, se deben de considerar puntos de revisión crítica y de mantenimiento básico para el buen funcionamiento de los mismos. Aquí el entrenamiento, capacitación y experiencia es primordial, dándole la importancia de nuevo a la posición técnica del recurso humano.

➤ Por el otro lado, el manejo inadecuado de operación o manejo de los moldes-troqueles, tiene como consecuencia llevar a cabo reparaciones de alto nivel tecnológico y de exactitud de los mismos; considerando que dentro de esta región son pocos los proveedores de servicio de alto nivel tecnológico, lo que lleva a tomar decisiones de inversión de enviar a otros países estos moldes a reparar o comprar, o en su defecto exportar técnicos con salarios demasiado altos, lo que afecta los costos de operación de la organización.

➤ Los centros de capacitación instalados en la región son insuficientes para cubrir las capacidades de operación, reparación, diseño y mantenimiento de moldes y troqueles, aun con ciertas negociaciones y alianzas hechas entre los manufactureros de este sector y el área de desarrollo industrial del estado de Chihuahua, lo que lleva a re-plantear las condiciones de inversión en centros de alto nivel tecnológico, diseño y reparación de estos herramentales.

El mantenimiento de moldes parece ser uno de los factores claves para el correcto funcionamiento de las empresas de esta rama industrial, asimismo, uno de los rubros que más recursos se le destina, después del consumo de la electricidad y resinas. Algunos gerentes sugirieron que con una correcta planificación de la producción y un buen programa de mantenimiento de moldes las empresas de este

sector suelen reducir costos y elevar su productividad. Sin embargo, dada la importancia de este rubro se encontraron deficiencias en los procesos de mantenimiento y reparación de moldes al interior de las empresas visitadas. Aunado a esto, se reconoció que la ciudad no cuenta con centros de entrenamiento con programas diseñados para la formación o capacitación de personal en esta área. Para hacer más competitivas las empresas de esta rama, sería recomendable la vinculación de los centros de capacitación con el sector productivo, con el fin de diseñar programas que dirigidos a atacar problemas específicos en las empresas⁹.

Del mismo modo, la empresa debe invertir recursos y tiempo en la formación de programas especializados para su personal en los talleres (tool room). Los técnicos (tool-makers) encargados del mantenimiento preventivo y correctivo de los moldes deberían ser formados con un perfil integral en sus funciones y con técnicas y métodos estandarizados que le permitiera a la empresa una adecuada rotación de funciones de su personal, de ese modo, se podría evitar que el conocimiento se pierda en caso que el trabajador decida separarse de la empresa.

Según el Dane, la producción de artículos de plástico entre enero y septiembre de 2015 “ha aumentado 5,2% y su capacidad de empleo en 2,6%. Comparados con el 2014 donde la producción había aumentado apenas 0,8% en el mismo periodo, la industria de los plásticos parece ir por buen camino. Sin embargo, el plástico siente fuertemente los efectos de la desaceleración mundial. Desde enero hasta noviembre de 2015, las exportaciones de plásticos tanto en formas primarias como en no primarias bajaron -17,2% y -0,6%”¹⁰ (véase los Anexos A y B).

Esto se debe a que dos de los principales mercados extranjeros del país, Brasil y Venezuela, debido a sus debilitadas economías han reducido el consumo de este bien. Además, la producción industrial sigue desacelerándose en el mundo desarrollado al observar los bajos niveles inflacionarios de Europa, Japón y Estados Unidos lo que en los próximos años puede reducir la demanda de plástico en estos lugares.

En este contexto, es posible que Colombia deba apuntar a los futuros mercados consumidores de plástico como India, el resto de Asia y África.

⁹ BRIBIESCAS SILVA, Francisco Arturo. Optimización de la productividad en la industria de plásticos en CD. Juárez. En: Revista Internacional Administración & Finanzas. Marzo – abril, 2011. Vol. 4, no., 2, p. 102

¹⁰ REVISTA DINERO. Hacia un mundo que consume menos plástico: ¿Qué pasa con Colombia? [en línea]. Bogotá: La Revista [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.dinero.com/economia/articulo/oportunidad-para-colombia-en-el-mercado-mundial-de-plasticos-/217899>>

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del problema. Se evidencia que en una línea de producción hay fallas, falta de control en los procesos internos que se desarrollan y que en muchas ocasiones nadie lleva el control de estas situaciones llevando a pérdidas monetarias, de clientes insatisfechos o de baja productividad para la empresa que se ve reflejado en los resultados finales de la empresa, como los siguientes:

- Falta de supervisión y de control en los procesos.
- Falta de planeación de procesos requeridos.
- Tiempos muertos.
- Mala distribución de sus espacios.
- Falta de organización para el desarrollo de las labores en el área del trabajo.
- Disminución de la calidad en los productos.
- Falta de mantenimiento a la maquinaria.

1.2.2 Formulación del problema. ¿Cómo se mejoraría el proceso de transformación del plástico al optimizar los recursos utilizando las herramientas de lean manufacturing?.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general. Diseñar un modelo que permita optimizar recursos en el proceso de transformación del plástico utilizando herramientas de lean manufacturing.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Recolectar información del proceso de transformación del plástico, identificando las fallas que se presentan en las diferentes etapas del proceso.
- Diseñar estrategias que permita medir la eficiencia, mejorando la productividad y la calidad en el proceso de transformación, a partir de la utilización de herramientas de lean manufacturing.
- Proponer un modelo que permita mejorar el proceso de transformación para optimizar los recursos.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación nos permitirá analizar desde un principio las diferentes variables que integran un proceso de producción continuo, el cual permitirá encontrar una solución para la situación que se está generando en el sector de los plásticos. La situación actual en estas empresas es enfrentarse a los cambios que hoy día traen la tecnología, pero también mejorar su desempeño optimizando

recursos y aumentar la productividad y buenos resultados para la empresa.

Para esta investigación vamos a crear estrategias para mejorar el proceso de transformación del plástico, basándonos en las herramientas de lean manufacturing y así poder conocer todas las fallas que se presentan en la planta como tiempos muertos, maquinarias en mal estado, desperdicios, desorden y falta de organización, mala distribución en las tareas asignadas, los operarios no realizan bien su trabajo, falta supervisión en cada proceso y esto lleva a malos resultados al final del proceso que se ven reflejados en dinero y crecimiento de la empresa.

La propuesta que se quiere mostrar es para mejorar los procesos en la transformación de plásticos que se dan al interior de la planta favorecen al crecimiento de la empresa, proporcionando una mejor calidad en el producto y el fomento de una mejor competitividad. También se va a generar una mejor organización, control y manejo de los procesos que incurren en la elaboración del producto final, de esta manera los trabajadores van a realizar mejor sus tareas y con mayor eficacia todo esto con una buena planeación y creando estrategias asertivas que den soluciones a los problemas actuales que tienen las empresas de plásticos.

1.5 DELIMITACIÓN

1.5.1 Tiempo. El trabajo de investigación se llevara a cabo durante cuatro meses, dando inicio el 24 de julio para terminar el 24 de noviembre, fechas establecidas por la universidad católica de Colombia donde se desarrollara la propuesta para alcanzar nuestros objetivos y darle la solución a la problemática actual en el proceso de transformación del plástico, se recolectara información de artículos, trabajos de grado en diferentes universidades, tesis, revistas, páginas web toda esta documentación nos lleva a la solución de la problemática, reconociendo que no toda la información que lleguemos a necesitar la vamos a obtener para que al final de la investigación se muestre la propuesta para optimizar los recursos de manera eficiente en el proceso de transformación de plásticos.

1.5.2 Alcance. Se inicia con un análisis detallado de la situación actual del sector de plástico, para desarrollar estrategias que permitan mejorar el proceso de producción por medio del modelo lean manufacturing, la propuesta está enfocada en aumentar la productividad, medir el rendimiento de las líneas, así como conocer los tiempos improductivos, optimizar tiempos, mejorar la distribución de la planta, revisión de la maquinaria y la distribución de tareas a los operarios.

En este estudio queremos centrarnos en las principales etapas de producción desde la transformación de la materia prima hasta el producto final, en las etapas primarias y secundarias del proceso del plástico donde encontraremos etapas que inician con el alistamiento del material, la transformación. Las herramientas de lean

manufacturing que vamos a utilizar para nuestro trabajo son 5s, kanban, poka yoke y kaizen, estas nos van a permitir tener una mejora en nuestros procesos y poder crear el modelo que va permitir optimizar recursos en el proceso de transformación del plástico.

1.6 MARCO REFERENCIAL

1.6.1 Marco Teórico.

1.6.1.1 El Plástico. El invento del primer plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collarder ofreció una recompensa de 10 000 dólares a quien consiguiera un sustituto del marfil natural, destinado a la fabricación de bolas de billar. “Una de las personas que alcanfor y etanol. Compitieron fue el inventor norteamericano John Wesley Hyatt, quien desarrolló el celuloide disolviendo celulosa (material de origen natural) en una solución de Hyatt consiguió un producto muy comercial que sería vital para el posterior desarrollo de la industria cinematográfica de finales del siglo XIX”¹¹.

En 1909, el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland sintetizó un polímero de gran interés comercial a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Se le bautizó con el nombre de baquelita y fue el primer plástico totalmente sintético de la historia. Esta fue la primera de una serie de resinas sintéticas que revolucionaron la tecnología moderna iniciando la «era del plástico». A lo largo del siglo XX el uso del plástico se hizo popular y llegó a sustituir a otros materiales, tanto en el ámbito doméstico, como industrial y comercial.

En 1919 se produjo un acontecimiento que marcaría la pauta en el desarrollo de los materiales plásticos. El químico alemán Hermann Staudinger aventuró que estos se componían en realidad de moléculas gigantes o macromoléculas. Los esfuerzos realizados para probar estas afirmaciones iniciaron numerosas investigaciones científicas que produjeron enormes avances en esta rama de la química.

El plástico es un material que está compuesto por proteínas, resinas u otras sustancias. Es fácil de moldear al exponerse a altas temperaturas pudiendo permanecer inalterable luego de dicha exposición. Por esta razón se dice que el plástico posee propiedades de flexibilidad y elasticidad ya que permite su adaptación a determinadas formas. Los plásticos están formados por moléculas gigantes (macromoléculas). Estas moléculas se forman por reacciones en las que se unen muchas unidades de otras moléculas pequeñas (monómeros) formando

¹¹ GRUPO VIRTUS. La historia del plástico [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://grupovirtus.org/moodle/pluginfile.php/4979/mod_resource/content/1/Documentos/Materiales_Plasticos.pdf>

largas cadenas (polímeros.). Estas reacciones se llaman de polimerización¹².

La materia prima más importante para la fabricación de plásticos es el petróleo, ya que de él se derivan los diferentes monómeros que sirven de materias básicas para la fabricación de los diferentes tipos de plásticos.

1.6.1.2 Clasificación de los plásticos.

➤ Termoplásticos: los polímeros termoplásticos se ablandan por la acción del calor y vuelven a endurecerse cuando se enfría.

➤ Termoestables: “los polímeros termoestables son aquellos que solo pueden ser moldeados una vez por la acción del calor”¹³.

➤ Elastómeros: “los polímeros elastómeros se caracterizan por su elevada elasticidad, es decir recuperan su forma primitiva una vez que se retira la fuerza que los deforma”¹⁴.

➤ Clasificación del Proceso para la Fabricación del Plástico. Los procesos para la transformación de plásticos los podemos clasificar en:

✓ Procesos Primarios: donde el material pasa de estado sólido a líquido y viceversa, ejemplos: Extrusión, Inyección, Soplado, Calandreo, Rotomoldeo

✓ Procesos secundarios: donde el material cambia de forma gracias a la utilización de medios mecánicos o neumáticos, por ejemplo: Termoformado, corte, torneado, barrenado.

1.6.1.3 Lean manufacturing. Es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios, es decir, ajustados.

La creación de flujo se focaliza en la reducción de los siete tipos de "desperdicios" en productos manufacturados:

- ✓ Sobreproducción
- ✓ Tiempo de espera
- ✓ Transporte

¹²FLORENCIA ELEN. La historia del plástico [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://tecnologia1.blogspot.com.co/2013/01/en-1909-el-quimico-norteamericano-de.html>>

¹³ CONSELLERÍA DE CULTURA. Materiales plásticos [en línea]. Galicia: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.edu.xunta.gal/centros/iessantomefreixeiro/system/files/plastico.pdf>>

¹⁴ DESCOM GMM. Polímeros [en línea]. Galicia: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales/PLASTICOS/PPLASTICOS.htm>>

- ✓Exceso de procedimientos
- ✓Inventario
- ✓Movimientos
- ✓Defectos

1.6.1.4 Historia de lean manufacturing. El concepto Lean Manufacturing tiene su origen a partir de 1990, surge a partir de la cultura que adoptaron las empresas japonesas que tenían como objetivo aplicar mejoras en la planta de fabricación.

Consiguieron mejorar los resultados tanto en los puestos de trabajo como en las líneas de fabricación, aunque no fueron los primeros en intentar optimizar la producción y la rentabilidad de las empresas. Pero no es una metodología especialmente nueva ya que deriva de "Toyota Productico System", el cual a su vez, tiene sus orígenes en los postulados de Eli Whitney, Henry Ford, Frederick W. Taylor y otros estudiosos.

➤Toyota Manufacturing System. A finales del siglo XIX surgió el primer pensamiento Lean Manufacturing en Japón por parte de Sakichi Toyoda, el fundador del grupo Toyota.

El Sr. Toyoda creó un dispositivo que detectaba problemas en los telares y alertaba a los trabajadores con una señal cuando se rompía un hilo. La máquina de Sakichi Toyoda no solo automatizó un trabajo anteriormente manual, sino que añadió un elemento de capacidad de detección de error en la máquina, "Jidoka", una máquina con un toque humano. La producción paraba cuando un elemento era defecto, y evitaban producción de errores. Esta medida permitió que un único operario pudiera controlar varias máquinas, incrementando la productividad¹⁵.

1.6.1.5 Principios de lean manufacturing.

➤**Especificar el Valor para los clientes (eliminar desperdicios).** No debemos pensar por los clientes. El cliente paga por las cosas que cree que tienen valor y no por las cosas que pensamos que son valiosas. Las actividades que generan valor son aquellas que el cliente está dispuesto a pagar por ellas. Todas las otras son desperdicios (MUDA).

➤**Identificar el mapa de la cadena de valor (VSM) para cada producto/servicio.** La secuencia de actividades que permite responder a una necesidad del cliente representa un flujo de valor. Creando un "mapa" de la corriente de valor, es posible identificar aquellas actividades que no agregan valor, desde el punto de vista del cliente, a fin de poder eliminarlas.

¹⁵ WARIBO. Lean manufacturing: origen y consolidación de un modelo genial [en línea]. Valencia: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.waribo.es/blog/lean-manufacturing-ques/>>

➤ **Favorecer el flujo (sin interrupción).** Debemos lograr un movimiento continuo del producto/servicio a través de la corriente de valor. Por ello, tenemos que reducir los tiempos de demora en el flujo de valor quitando los obstáculos en el proceso.

➤ **Dejar que los clientes tiren la producción (sistema PULL).** La aplicación del Flujo y del Pull genera una respuesta más rápida y exacta con un menor esfuerzo y menores desperdicios. Permite producir sólo lo que el cliente pide y evita la generación de un stock innecesario.

➤ **Perseguir la perfección (mejora continua).** Hay que seguir trabajando constantemente para conseguir unos ciclos de producción más cortos, obtener la producción ideal (calidad y cantidad), focalizar los esfuerzos en el valor para el cliente. "Ninguna máquina o proceso llegará a un punto a partir del cual no se puede seguir mejorando"¹⁶.

1.6.1.5 Desperdicios lean manufacturing. Los tipos de desperdicios definidos por el sistema lean manufacturing son:

➤ **Sobreproducción:** producir más de lo demandado o producir algo antes de que sea necesario.

➤ **Transporte:** se deben reducir las distancias entre las máquinas en las líneas de producción, el objetivo es que los materiales no deben esperar entre puestos, por lo que deben fluir sin esperas o stocks intermedios. Optimización de la disposición de las máquinas y de los movimientos de stocks en planta. El movimiento de stock aumenta la posibilidad de daños.

➤ **Tiempo de espera:** son los tiempos perdidos o muertos que resultan de una secuencia de trabajo deficiente. Provocando así con estos malos diseños de operación que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Es preciso estudiar concienzudamente cada actividad para estandarizar procesos.

➤ **Exceso de procesos:** la optimización de los procesos y revisión constante del mismo es fundamental para reducir fases que pueden ser innecesarias al haber mejorado el proceso.

➤ **Inventario:** se refiere al stock acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta

➤ **Movimientos:** cualquier movimiento de personas, material o maquinaria que no sea necesario para el proceso es un desperdicio. Un layout pobre y la mala organización de los puestos de trabajo son los principales responsables de este tipo de desperdicios.

➤ **Defectos en el producto:** cada error en la ejecución de un proceso genera un reworking o un trabajo extra. Los procesos productivos deben ser diseñados

¹⁶ CALETEC. Mejora lean [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.caletec.com/consultoria/lean/>>

teniendo en cuenta los posibles errores. Hay que conseguir en la medida de lo posible no tener que hacer reproceso, y eso implica necesariamente hacerlo bien a la primera. Y si no es posible hacerlo bien en todos los casos, los errores o las no conformidades deben detectarse lo antes posible. Prácticamente en el momento de la generación¹⁷.

1.6.1.6 Herramientas de lean manufacturing.

➤ **Metodología 5S's.** La metodología 5Ss se centra en la eficiencia de las personas en su área de trabajo. Mantiene una excelente organización, orden y limpieza en los puestos de trabajo, haciéndolos también más seguros.

✓ Clasificación u organización (seiri): Identificar la naturaleza de cada elemento: Separe lo que realmente sirve de lo que no; identifique lo necesario de lo innecesario, sean herramientas, equipos, útiles o información.

✓ Orden (seiton): consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar Seiton en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

✓ Limpieza (seiso): Consiste en combatir las fuentes de suciedad de forma tal que desaparezcan las causas que producen el deterioro o el mal hábitat de trabajo.

✓ Estandarización (seiketsu): Tiene por objetivo el desarrollar las condiciones de trabajo que eviten retroceder en las primeras 3 S (Clasificar, Ordenar y Limpiar).

✓ Disciplina (shitsuke): significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para el orden y la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras “S” por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos¹⁸.

➤ **SMED.** El SMED es “un conjunto de técnicas encaminadas a reducir los tiempos de las operaciones de cambio de herramienta. El objetivo de un SMED es reducir el tiempo de alistamiento a unidades de tiempo en minutos de un solo dígito, es decir por debajo de 10 minutos, En la industria se encuentran ejemplos como cambio de troqueles de 12 Toneladas en un tiempo de 2 min”¹⁹. Hay dos posibles formas de utilizar el tiempo liberado de una máquina o equipo después de realizar un SMED de las cuales se recomienda la segunda.

¹⁷ LEAN SOLUTIONS. 7 desperdicios Mura, muri, muda - las 3 mu [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.leansolutions.co/conceptos/desperdicios/>>

¹⁸ ZEN EMPRESARIAL. Las 5 S's [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://zenempresarial.wordpress.com/2009/12/28/las-5-s-%C2%B4s-la-quinta-shitsuke-o-disciplina/>>

¹⁹ LEAN SOLUTIONS. SMED – Single minute Exchange of Die [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.leansolutions.co/conceptos/smed/>>

- ✓Aumentar la capacidad.
- ✓Mejorar la flexibilidad del proceso de fabricación.

➤**Estandarización del trabajo.** Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas. MODAPTS es una técnica que se utiliza para medir el tiempo que lleva hacer un trabajo sin medir cada uno de los movimientos individuales. Se emplea para estandarizar el trabajo.

➤**TPM (Mantenimiento Productivo Total).**

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas a fallos de los equipos, es decir, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, todo esto sin que haya paradas no programadas.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se fundamenta sobre seis pilares:

- ✓Mejoras enfocadas.
- ✓Mantenimiento autónomo.
- ✓Mantenimiento planificado.
- ✓Mantenimiento de calidad.
- ✓Educación y entrenamiento.
- ✓Seguridad y medio ambiente²⁰.

➤**ANDON (Control visual).** Es un término japonés para referirse a alarma, indicador visual o señal, utilizado para mostrar el estado de producción. Emplea señales acústicas y visuales en un tablero, que indican las condiciones de trabajo en cada área de producción.

Las luces de advertencia se incorporan en un letrero de fácil visibilidad, que también identifica el área o estación de trabajo específica que tiene el problema. La frecuencia y la naturaleza de estos problemas ocasionales se analizan como parte del programa de Toyota de mejora continua.

Se instalan dispositivos, sensores, mecanismos, etc. En las operaciones que detectan alguna anomalía, pueden aplicarse a procesos en los cuales intervienen máquinas o personas, en el caso de las personas tienen la autoridad de parar la línea de producción o activen los sistemas Andón, para alertar del problema y que acudan en su ayuda para resolver el problema de Raíz (RCA)²¹.

²⁰ GARCÍA GARRIDO. Santiago. TPM - Total productive maintenance [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>>

²¹ LEAN MANUFACTURING. Andon – Control visual: Qué es, tipos y ejemplos de aplicación [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://leanmanufacturing10.com/andon>>

➤ **JIDOKA (Verificación del proceso).** Es una metodología que se centra en la verificación de calidad en las líneas de producción y estas tienen la capacidad para detenerse cuando se detectan problemas. Trabajando de esta manera se asegura que el defecto no pase a los siguientes procesos.

Trabajar con Jidoka se basa que un operador detecta el problema durante el proceso de producción. Inmediatamente se informa a su supervisor o líder y se detiene el proceso productivo. Al llegar el supervisor o líder del área al lugar donde se detuvo la línea de producción deben como equipo enfocarse en investigar y analizar las máquinas y personas que intervinieron en el proceso.

➤ **JIT (Just in Time).** Filosofía de producción que consiste en “terminar de producir el artículo o la parte al momento de ser requerido por el cliente, o por el siguiente centro de trabajo en el proceso de manufactura. Esto reduce los niveles de inventario considerablemente y por ende hay una reducción significativa en los costos”²².

Los siete pilares del Justo A Tiempo:

- Igualar oferta y demanda
- El peor enemigo: el desperdicio
- El proceso debe ser continuo, no por lotes
- Mejora continua
- Es primero el ser humano
- La sobreproducción = Ineficiencia
- No vender el futuro

➤ **Sistema Jalar.** Esta estrategia consiste en producir solo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior, es decir mover el material entre operaciones uno por uno.

Se comienza al final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás hacia todos los componentes de la cadena productiva, también se incluyen proveedores y vendedores. Esto indica que una orden de producción es dada por el siguiente centro de trabajo y no se puede producir ningún artículo innecesariamente. El "pull" o sistema de jalar es acompañado por una tarjeta Kanban.

Beneficios:

- ✓ Reducir inventario, y por lo tanto, poner al descubierto los problemas
- ✓ Realizar solo lo necesario, se facilita el control
- ✓ Se lleva el inventario al mínimo
- ✓ Se reduce el tiempo de suministro (Lead Time)

²² CORPUS, Walter. Lean Manufacturing [en línea]. Bogotá: Scrib [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.scribd.com/document/348953470/Lean-Manufacturing>>

✓Se libera espacio en planta²³

➤**Células o módulos de trabajo.** Es la unión o agrupación de un conjunto de máquinas y/o trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un producto o familia de productos.

➤**Kanban.** Se divide el conjunto del trabajo en distintos procesos. Cada proceso produce sólo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior.

Una orden es cumplida solamente por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no se procesa material sin ser necesario. Maneja lotes pequeños, con tiempos de alistamiento cortos, consiguiendo así que el suministro de materiales sea rápido.

✓Kanban de transporte: Transmiten de una estación a la predecesora las necesidades de material de la estación sucesora.

✓Kanban de fabricación: Se desplazan dentro de la misma estación, como órdenes de fabricación para la misma²⁴.

➤**HEIJUNKA (Producción nivelada).** Es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante de los clientes. Para ello, se busca producir lotes pequeños de muchos modelos en periodos cortos de tiempo.

Esto requiere tiempos de cambios mucho más rápidos, y con pequeños lotes de piezas entregadas con mayor frecuencia.

Heijunka es la eliminación de desniveles en la carga de trabajo, esto se consigue con una producción continua y eficiente. Los procesos están diseñados para permitir que los productos puedan ser cambiados fácilmente, produciendo lo que se necesita cuando se necesita. La práctica de Heijunka también permite la eliminación de los mudas favoreciendo la normalización del trabajo²⁵.

➤**POKA YOKE (Dispositivos para prevenir errores).** Dispositivos Poka Yoke son los mecanismos que ayudan a prevenir los errores antes de que sucedan, o a hacerlos evidentes para que sean advertidos por los operarios y sean corregidos a tiempo.

²³ WIRC LEAN MANUFACTURING. Herramientas del Lean manufacturing [en línea]. Bogotá: Scrib [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://leanmanufacturingunal.blogspot.com.co/p/herramientas-del-lean-manufacturing.html>>

²⁴ WIRC LEAN MANUFACTURING. Herramientas del Lean manufacturing [en línea]. Bogotá: Scrib [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://leanmanufacturingunal.blogspot.com.co/p/herramientas-del-lean-manufacturing.html>>

²⁵ WIRC LEAN MANUFACTURING. Herramientas del Lean manufacturing [en línea]. Bogotá: Scrib [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://leanmanufacturingunal.blogspot.com.co/p/herramientas-del-lean-manufacturing.html>>

✓Técnicas de inspección de calidad: se conoce de tres principales técnicas de inspección de la calidad que son:

✓Inspecciones evaluativas: se realiza al terminar el proceso y se separa los productos defectuosos de los buenos. Se envían menos productos defectuosos a los clientes pero no reducen los indicadores de deficiencia de la compañía.

✓Inspecciones informativas: se investigan las causas que ocasionan los defectos y las analizan para reducir la tasa de productos defectuosos.

✓Inspecciones en la fuente: se realiza inspección al 100 por ciento en la fuente donde proviene el error y corregirlo para que en el futuro no se convierta en defecto en el producto. Puede acercarse mucho a Defectos = Cero²⁶.

➤Métodos de Poka Yoke.

✓Métodos de control: hay métodos que cuando ocurren anomalías, apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tienen una función reguladora más fuerte que los métodos preventivos, y entonces estos sistemas de control ayudan a maximizar la eficiencia para lograr cero defectos.

✓Métodos de advertencia: este método advierte al trabajador de los errores ocurridos, llamado su atención mediante una luz o sonido.

✓Métodos de contacto: requiere de sensores hacia el producto para detectar fallas.

✓De valor fijo: cuando el defecto se detecta por medio de la inspección de un número fijo de movimientos, esto para el caso en donde las operaciones se puedan medir por el número repetido de actividades.

✓De paso-movimiento: son métodos donde los errores se detectan inspeccionando los errores en movimientos estándares donde se realizan las operaciones con movimientos predeterminados²⁷.

➤Tipos de Poka Yoke. Existen tres tipos de Poka Yoke:

✓"Tipo Contacto el uso de formas, dimensiones o algunas otras propiedades físicas para detectar el contacto o no contacto de una parte en especial

✓De número constante: en caso de que un número de movimientos o actividades no son hechos, una señal de error se dispara.

²⁶ ECO CONSULTING. Poka yoke [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://www.eco-consulting.com/site2/images/pdf_cursos/poka_yoke.pdf>

²⁷ ECO CONSULTING. Poka yoke [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://www.eco-consulting.com/site2/images/pdf_cursos/poka_yoke.pdf>

✓De secuencia de desempeño Asegura que los pasos a realizar se ejecutan en el orden correcto”²⁸.

1.6.1.7 Tipos de errores causados por los humanos. A continuación, se relacionan errores típicos en planta, los cuales es importante identificar y analizar, ya que causan demoras en los procesos, tiempos no productivos (véase el Cuadro 1).

Cuadro 1. Tipos de Errores Causados por los Humanos

ERRORES	EJEMPLOS
Errores por olvido	Un trabajador puede olvidar ensamblar una pieza, o cambiar de herramienta.
Errores por desconocimiento o inexperiencia	Se puede utilizar mal una maquina o herramienta por desconocimiento o inexperiencia.
Errores de identificación	Se puede montar una pieza incorrecta porque no se ha visto bien o porque no es fácil distinguirla de otras
Errores voluntarios	El operario puede ignorar reglas o procedimientos pensando que no pasara nada.
Errores por inadvertencias	El operario puede distraerse y confundir distintas piezas o herramientas con las que trabaja.
Errores por lentitud	El operador puede tardar demasiado en realizar determinadas tareas y hace que los productos se deterioren (sacar a tiempo un producto de un torno).
Errores debido a la falta de estándares	No está claro que hay que hacer en cada caso y determinadas medidas o tareas se realizan según el propio juicio del operario.
Errores por sorpresa	A veces una maquina puede funcionar defectuosamente sin dar muestras de anomalías.
Errores intencionales	Algunos operarios pueden cometer errores deliberadamente (sabotaje).

Fuente. GESTIOPOLIS. Técnicas de calidad [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.gestiopolis.com/poka-yoke-tecnica-de-calidad-para-la-mejoracontinua/>>

➤**Kaizen (Mejora continua).** Su objetivo consiste en incrementar la productividad controlando el proceso de producción mediante la reducción del tiempo de ciclo, la

²⁸ ECO CONSULTING. Poka yoke [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://www.eco-consulting.com/site2/images/pdf_cursos/poka_yoke.pdf>

estandarización de criterios de calidad, los métodos de trabajo por operación y la eliminación de desperdicios en cualquiera de sus formas.

El principio en el que se sustenta el método Kaizen, consiste en integrar de forma activa a todos los trabajadores de una organización en sus continuos procesos de mejora, a través de pequeños aportes.

La implementación de pequeñas mejoras, por más simples que estas parezcan, tienen el potencial de mejorar la eficiencia de las operaciones, y lo que es más importante, crean una cultura organizacional que garantiza la continuidad de los aportes, y la participación activa del personal en una búsqueda constante de soluciones adicionales.

Los diez mandamientos del Kaizen:

- El desperdicio es el enemigo número 1; para eliminarlo es preciso ensuciarse las manos
- Las mejoras graduales hechas continuamente no son una ruptura puntual
- Todo el equipo de trabajo está involucrado, independiente de su nivel de jerarquía
- Es una estrategia de bajo costo, cree en un aumento de la productividad sin inversiones significativas
- Es aplicable en cualquier organización (universalidad)
- Los problemas, los desperdicios son visibles para todos
- Centra la atención en el lugar donde realmente se crea valor
- Se orienta a los procesos
- Prioriza a las personas, son ellas quienes orientan los procesos
- Aprendizaje organizacional es "aprender haciendo"²⁹

➤ **Ciclo Deming.** Es la sistemática más usada para implantar un sistema de mejora continua cuyo principal objetivo es la autoevaluación, destacando los puntos fuertes que hay que tratar de mantener y las áreas de mejora en las que se deberá actuar.

²⁹ INGENIERÍA INDUSTRIAL ON LINE. Kaizen: mejora continua [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>>

El ciclo PDCA de mejora continua lo componen cuatro etapas cíclicas de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo. De esta forma las actividades son revaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. Las etapas que forman el Ciclo PDCA son las siguientes:

➤ Planificar: significa estudiar la situación actual, definir el problema, analizarlo, determinar sus causas y formular el plan para el mejoramiento.

➤ Hacer: significa ejecutar el plan

➤ Verificar: (Revisar): significa ver o confirmar si se ha producido la mejora deseada

➤ Actuar: significa institucionalizar el mejoramiento como una nueva practica para mejorarse, o sea, estandarizarse. Tan pronto como como se hace un mejoramiento se convierte en un estándar que se le aplicara de nuevo el ciclo al hacer "girar" la rueda, para obtener más mejoramientos³⁰.

➤ **VSM (Mapa del flujo de valor).** Es una herramienta que se basa en ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios. “Con ella se pueden desarrollar ventajas competitivas y evitar fallos en el proceso, además de crear un lenguaje estandarizado dentro de la empresa para una mejor efectividad de los procesos y del personal. Con esta información se podrán focalizar los esfuerzos en los procesos en los cuales se produzcan más fallos o simplemente aporten más valor a la producción”³¹.

➤ **Distribución de planta.** La distribución de planta busca encontrar la forma más eficiente de ordenar los equipos y áreas de trabajo, de modo que sea la más económica, al mismo tiempo es segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo. Esto implica que se deben tener en cuenta los espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos o líneas de producción, equipos industriales, administración, servicios para el personal, etc.

Una correcta distribución de planta puede aumentar en forma considerable la productividad de la empresa, ya que puede reducir tiempos, reducir fatiga en los trabajadores, aprovechar mejor el espacio, asegurar la calidad evitando que el producto se dañe, mejorar la seguridad y salud de los trabajadores y reflejar todo esto en un menor uso de recursos y una reducción de costos.

³⁰ ALTRAN. Ciclo Deming [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://equipo.altran.es/el-ciclo-de-deming-la-gestion-y-mejora-de-procesos/>>

³¹ PDCA HOME. VSM – Mapa del flujo de valor (Value Stream Mapping) [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.pdcahome.com/vsm-value-stream-mapping-mapeo-del-flujo-de-valor/>>

1.6.1.8 Tipos de sistemas de producción.

➤ Sistema modelo.

✓ Sistema de producción continua. Son aquellos procesos que producen sin pausa alguna y sin transición entre operación y operación. Son procesos que realizan un solo producto totalmente estandarizado.

✓ Sistema de producción intermitente. “Es un sistema de producción por lote o pedido. En vez de producir para el mercado, la empresa produce para sus clientes; esto es, antes de que el producto haya sido fabricado el empresario ya tiene garantizada su venta o colocación”³².

➤ **Sistema de producción modular.** Se define como un área determinada de trabajo para manufacturar un producto, se trabaja en equipo con flujo continua, se procesa pieza por pieza desde la primera operación hasta su empaque final.

➤ **Sistema de producción por proyectos.** Se emplea por lo general cuando en el proceso productivo se obtiene uno o pocos productos con un largo periodo de fabricación. Parte a través de una serie de fases, no se puede iniciar nueva fase, si no se ha concluido la anterior.

➤ **Sistema primario de producción.** Son aquellas actividades que comprende la explotación directa de los recursos naturales del suelo, del subsuelo o del mar. Las actividades del sector primario están compuestos por:

✓ La agricultura: actividad agraria que comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforman el medio ambiente, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras

✓ La ganadería: es la actividad agraria consistente en la cría de animales para la obtención de carne, leche o pieles.

✓ La silvicultura: es el cultivo de árboles de bosque para la obtención de madera. Los principales productos forestales son la madera y el caucho.

✓ La piscicultura: es el tipo de actividad del sector primario que se encarga del cultivo de pesca³³.

³² UNIVERSIDAD DE SANTANDER. Tipos de sistema de producción [en línea]. Bucaramanga: La Universidad [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://ual.dyndns.org/Biblioteca/Admon_de_la_Produccion/Pdf/Unidad_04.pdf>

³³ BUFFA, Elwood Spencer. Dirección de Operaciones, Problemas y Modelos. México: Limusa, 1973. p. 58.

➤ **Sistema secundario de producción.**

✓ Sistema de transformación: es cuando las materias primas se someten a diferentes procesos físicos y químicos para ser transformadas en el producto final.

✓ Sistema de artesanías: se identifica principalmente por ser sistema de manufactura es decir, donde el producto final necesariamente debe ser fabricado por la mano del hombre.

➤ **Sistema terciario.**

✓ Producción de servicio: insumos – proceso – servicios. El sector terciario se dedica, sobre todo, a ofrecer servicios a la sociedad, a las personas y a las empresas, lo cual significa una gama muy amplia de actividades que está en constante aumento. Ésta abarca desde el comercio más pequeño, hasta las altas finanzas o el Estado. Es un sector que no produce bienes, pero que es fundamental en una sociedad capitalista desarrollada. Su labor consiste en proporcionar a la población todos los productos que fabrica la industria, obtiene la agricultura e incluso el propio sector servicios.

1.6.1.9 Sistema de MRP.

➤ MRP (materiales): (Material Requirement Planning) o planificador de las necesidades de material, es el sistema de planificación de materiales y gestión de stocks que responde a las preguntas de, cuánto y cuándo aprovisionarse de materiales. Este sistema da por órdenes las compras dentro de la empresa, resultantes del proceso de planificación de necesidades de materiales.

➤ MRP (recursos): planificador de los recursos de fabricación, es un sistema que proporciona la planificación y control eficaz de todos los recursos de la producción. Implica la planificación de todos los elementos que se necesitan para llevar a cabo el plan maestro de producción, no sólo de los materiales a fabricar y vender, sino de las capacidades de fábrica en mano de obra y máquinas.

El Sistema MRP está basado en Demanda Dependiente. La demanda dependiente es aquella que es causada por las necesidades de un semi terminado o un artículo de más alto nivel en el proceso de valor agregado. Por ejemplo: las llantas, los motores, etc. son artículos cuyas necesidades dependen de la demanda de automóviles.

El procedimiento del MRP está basado en dos ideas esenciales:

✓ La demanda de la mayoría de los artículos no es independiente, únicamente lo es la de los productos terminados.

✓ Las necesidades de cada artículo y el momento en que deben ser satisfechas estas necesidades, se pueden calcular a partir de unos datos bastantes sencillos:

- ✓Las demandas independientes.
- ✓La estructura del producto³⁴.

➤Tipos de demanda dependiente e independiente en MRP.

✓Inventario de demanda dependiente: está compuesto por las materias primas, los componentes, y los subensambles que son usados en la producción de artículos que sirven para la fabricación de otros artículos o para la fabricación de productos finales. Los requerimientos de todos los componentes encarados con otros componentes son fijados por el diseño, y las cantidades de producción son dictadas por la programación maestra de la empresa.

✓Inventario de demanda independiente: constan de los productos terminados, las partes de servicio y otros artículos cuya demanda aumenta más directamente del ambiente incierto de mercado. Por esto, la distribución de inventarios generalmente tiene una demanda altamente incierta e independiente. Las demandas dependientes normalmente pueden calcularse, mientras que las demandas independientes usualmente requieren alguna clase de pronóstico³⁵.

➤Cómo funciona el MRP. Los sistemas MRP están concebidos para proporcionar lo siguiente:

✓Disminución de inventarios: determina cuantos componentes de cada uno se necesitan y cuando hay que llevar a cabo el plan maestro. Evita costos de almacenamiento continuo y la reserva excesiva de existencias en el inventario.

✓Disminución de los tiempos de espera en la producción y en la entrega: identifica cuales de los muchos materiales y componentes necesita (cantidad y ritmo, disponibilidad, y que acciones (adquisición y producción) son necesarias para cumplir con los tiempos límite de entrega.

✓Obligaciones realistas: las promesas de entrega realistas pueden reforzar la satisfacción del cliente. Al emplear el MRP, producción puede darles a mercadotecnia la información oportuna sobre los probables tiempos de entrega a los clientes en perspectiva. El resultado puede ser una fecha de entrega más realista.

³⁴ STARR, M.K. Production; Management, Systems and Synthesis. 2 ed. México: Prentice Hall, 1972. p. 35

³⁵ INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SEVILLA. Sistemas de planificación: planificación de necesidades MRP [en línea]. Sevilla: La Universidad [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60082/fichero/Cap%C3%ADtulo+4.pdf>>

✓ Incremento en la eficiencia: proporciona una coordinación más estrecha entre los departamentos y los centros de trabajo a medida que la integración del producto avanza a través de ellos³⁶.

1.6.1.10 ERP. Enterprise Resource Planning – Planificación de Recursos Empresariales, es un conjunto de sistemas de información que permite la integración de ciertas operaciones de una empresa, especialmente las que tienen que ver con la producción, la logística, el inventario, los envíos y la contabilidad.

Funciona como un sistema integrado, y aunque pueda tener menús modulares, es un todo. Es decir, es un único programa con acceso a una base de datos centralizada. Un ejemplo claro lo tenemos en ONYX ERP, que además de ser un programa de gestión para PYMEs, está integrado con el programa de contabilidad ONYX FINANCIALS, con el programa de control de procesos de calidad ONYX CALIDAD, etc. Los datos se dan de alta sólo una vez y son consistentes, completos y comunes.

El propósito de un software ERP es apoyar a los clientes de la empresa, dar tiempos rápidos de respuesta a sus problemas, así como un eficiente manejo de información que permita la toma de decisiones y minimizar los costes.

1.6.1.11 SAP. SAP es un sistema informático, sirve para brindar información. Se alimenta de los datos que se cargan y procesan dentro de un entorno, y el sistema se encargará (de acuerdo a la configuración realizada por el usuario -consultores SAP) de producir con esos datos información útil para la toma de decisiones y la exposición de esos datos de forma tal que puedan ser interpretados por los interlocutores interesados.

1.6.2 Marco conceptual.

1.6.2.1 Barrenado. “El método para producir agujeros cilíndricos en una pieza con herramientas de arranque de viruta”³⁷.

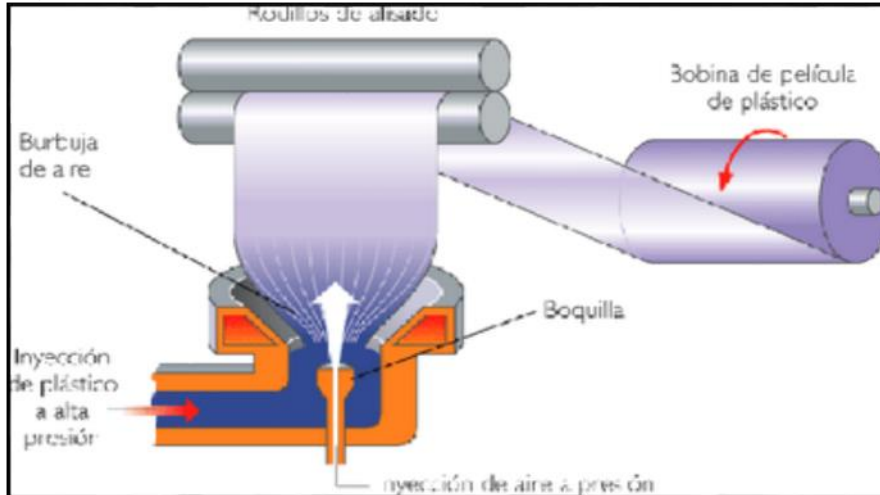
1.6.2.2 Calandreo. “Es un sistema en el que una maquina con rodillos de presión moldea el material formando una pieza lisa como si fuera un folio. Por ejemplo, la fabricación de neumáticos”³⁸ (véase la Figura 1).

³⁶ UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Manufactura MRP [en línea]. Quitó La Universidad [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://prezi.com/rjttixnk19l2/planificacion-de-recursos-de-manufactura/>>

³⁷SITIES GOOGLE. Proceso de barrenado (taladrado) [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://sites.google.com/site/ccm2107f9/proceso-de-barrenado-taladrado>>

³⁸ TECNO BLOG SAN MARTIN. Moldeo por calandrado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://tecnoblog-sanmartin.wordpress.com/2010/10/27/moldeo-por-calandrado/>>

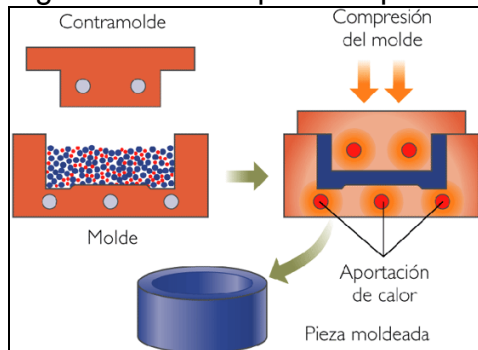
Figura 1. Calandrado



Fuente. TECNO BLOG SAN MARTIN. Moldeo por calandrado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://tecnoblog-sanmartin.wordpress.com/2010/10/27/moldeo-por-calandrado/>>

1.6.2.3 Comprensión. “El moldeo por compresión es un método de moldeo en el que el material de moldeo, en general precalentado, es colocado en la cavidad del molde abierto. El molde se cierra, se aplica calor y presión para forzar al material a entrar en contacto con todas las áreas del molde, mientras que el calor y la presión se mantiene hasta que el material de moldeo se ha curado”³⁹ (véase la Figura 2).

Figura 2. Moldeo por Comprensión



Fuente. UNIVERSIDAD IBI VIRTUAL. Moldeo por compresión [en línea]. Bogotá: La Universidad [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ibilonjavirtual.com/moldeo-por-compresion/>>

³⁹ UNIVERSIDAD IBI VIRTUAL. Moldeo por compresión [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: < URL: <https://www.ibilonjavirtual.com/moldeo-por-compresion/>>

1.6.2.4 Corte. “Se efectúa cortando el material sobrante por medio de un hilo caliente, su temperatura será la adecuada para cortar”⁴⁰.

1.6.2.5 Corrección. “La corrección por fallas o defectos en la producción origina re trabajos, rechazos y pérdida de materias primas y otros recursos utilizados en la producción”⁴¹.

1.6.2.6 Defectos. “Producir partes que no cumplan con las especificaciones necesarias”⁴².

1.6.2.7 Doblado. “Hace parte de los procesos de conformado de metales comprenden un amplio grupo de procesos de manufactura, en los cuales se usa la deformación plástica para cambiar las formas de las piezas metálicas”⁴³.

1.6.2.8 Eficiencia. “Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función”⁴⁴.

1.6.2.9 Espera. “Trabajadores o equipos esperando por falta de material, información o herramientas necesarias”⁴⁵.

1.6.2.10 Extrusión. “Consiste en obligar a un material fundido a pasar a través de una boquilla o matriz que tiene la forma adecuada, para obtener el diseño deseado se usa para la producción de perfiles, tubos, películas plásticas, hojas plásticas, etc.”⁴⁶ (véase la Figura 3).

⁴⁰ INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE. Procesos de conformado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ibilonjavirtual.com/moldeo-por-compresion/>>

⁴¹ AUTOMATRONICS. Principales desperdicios de manufactura [en línea]. Monterrey: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.itautomatronics.com/manufactura.php>>

⁴² DEFECTOS. La gestión de la calidad: conceptos básicos [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento9854.pdf>>

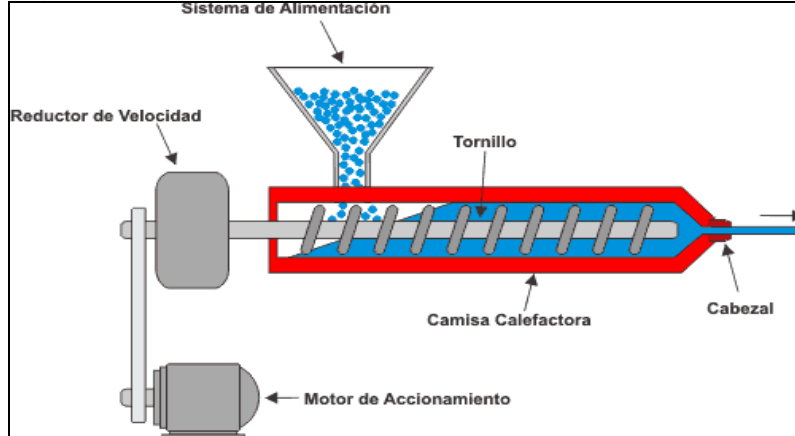
⁴³ INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE. Procesos de conformado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/procesos-industriales/procesos-de-conformado>>

⁴⁴ CEPAL. Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/gover_2006_03_eficacia_eficiencia.pdf>

⁴⁵ NIÑO, Ángela y OLAVE, Carolina. Modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta desde el desarrollo y el mejoramiento de la calidad en el sistema de producción de americana de colchones. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2004. p. 25

⁴⁶ CONCEPTO DE DEFINICIÓN. Extrusión [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://conceptodefinicion.de/extrusion/>>

Figura 3. Extrusión



Fuente. CONCEPTO DE DEFINICIÓN. Extrusión [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://conceptodefinicion.de/extrusion//>>

1.6.2.11 Fallas de apariencia. “Son aquellas que no tienen relación con el funcionamiento de los sistemas pero que evalúan el aspecto exterior de los mismos”⁴⁷.

1.6.2.12 Falla catastrófica. “Interrumpe totalmente la capacidad de producción del equipo, pero su diferencia con la total es de que la falla total se repara en un tiempo razonablemente normal y el dinero requerido está dentro de los rangos presupuestados, en cambio la estratégica puede tardarse mayor tiempo en corregirla o el dinero necesario para ello está fuera del alcance presupuestario en un corto o mediano plazo”⁴⁸.

1.6.2.13 Falla Intermitente. “Es una falla parcial que se presenta bajo determinadas condiciones de trabajo, sobre todo en sobrecarga. Estas fallas persisten durante el tiempo que dure la situación irregular y desaparecen al desaparecer estas”⁴⁹.

1.6.2.14 Falla parcial. “Es aquella que disminuye la capacidad de producción de una maquina (pero no la detiene) también puede ser que no disminuya la capacidad de producción pero si disminuye la confiabilidad”⁵⁰.

⁴⁷SLIDESHARE. Fallas de apariencia [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: < URL: <https://es.slideshare.net/avanzado2/5-las-fallas>>

⁴⁸ CHACÓN, Luis. Fallas de apariencia [en línea]. Bogotá: Slideshare [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/avanzado2/5-las-fallas>>

⁴⁹ CHACÓN, Luis. Fallas de apariencia [en línea]. Bogotá: Slideshare [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/avanzado2/5-las-fallas>>

⁵⁰ CHACÓN, Luis. Fallas de apariencia [en línea]. Bogotá: Slideshare [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/avanzado2/5-las-fallas>>

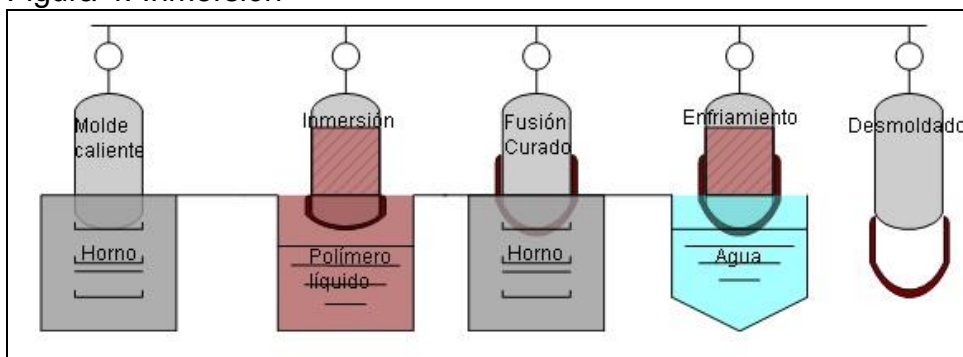
1.6.2.15 Falla total. “Son aquellas que interrumpen totalmente la función del equipo y lo obliga a una reparación”⁵¹.

1.6.2.16 Ineficiencia. “Tiempo de ocio en los trabajadores, bajo porcentaje de utilización de las máquinas o de la capacidad instalada, uso inadecuado de los materiales”⁵².

1.6.2.17 Inmersión. Consiste en introducir moldes, por lo general, precalentados en un polímero líquido. Durante la inmersión el material se adhiere al molde en forma de gel.

“Cuanto más caliente el molde mayor será el grosor de la capa de gel. Posteriormente se retira el molde de la cuba con polímero líquido quedando el molde recubierto con una capa de polímero que luego se somete a un curado térmico”⁵³ (véase la Figura 4).

Figura 4. Inmersión



Fuente. TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS. Inmersión [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL:<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/06/inmersion.html> //>

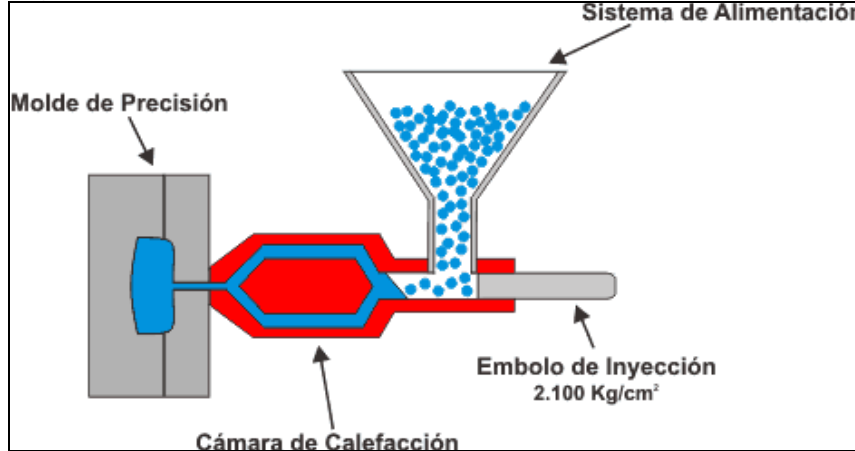
1.6.2.18 Inyección. El plástico es fundido en la máquina de moldeo por inyección del plástico y luego inyectado en un molde a alta presión. Allí, el material es enfriado, solidificado y luego liberado al abrirse las dos mitades del molde. Esta técnica da como resultado un producto plástico con una forma fija y predeterminada (véase la Figura 5).

⁵¹ CHACÓN, Luis. Fallas de apariencia [en línea]. Bogotá: Slideshare [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/avanzado2/5-las-fallas>>

⁵² QUINTANA, Pámela. Propuesta para la implementación de un sistema de producción, basado en técnicas de lean manufacturing [en línea]. Bogotá: Universidad Javeriana [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL:<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7356/tesis392.pdf?sequence=>>>

⁵³ SLIDESHARE. Rotomoldeo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL:http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/23839_78931.pdf>

Figura 5. Inyección



Fuente. TEXTOS CIENTÍFICOS. Inyección [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.textoscientificos.com/polimeros/moldeado>>

1.6.2.19 Lean manufacturing. “Es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero si implican costo y esfuerzo”⁵⁴.

1.6.2.20 Metodología. “Se define como el grupo de mecanismos o procedimientos racionales, empleados para el logro de un objetivo, o serie de objetivos que dirige una investigación científica”⁵⁵.

1.6.2.21 Optimización de recursos. La palabra “optimizar” se refiere a la forma de mejorar alguna acción o trabajo realizada, esto nos da a entender que la optimización de recursos es buscar la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia.

1.6.2.22 Plástico. “Son aquellos materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero si implican costo y esfuerzo”⁵⁶.

⁵⁴ INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE. Lean manufacturing [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/>>

⁵⁵ INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE. Lean manufacturing [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/>>

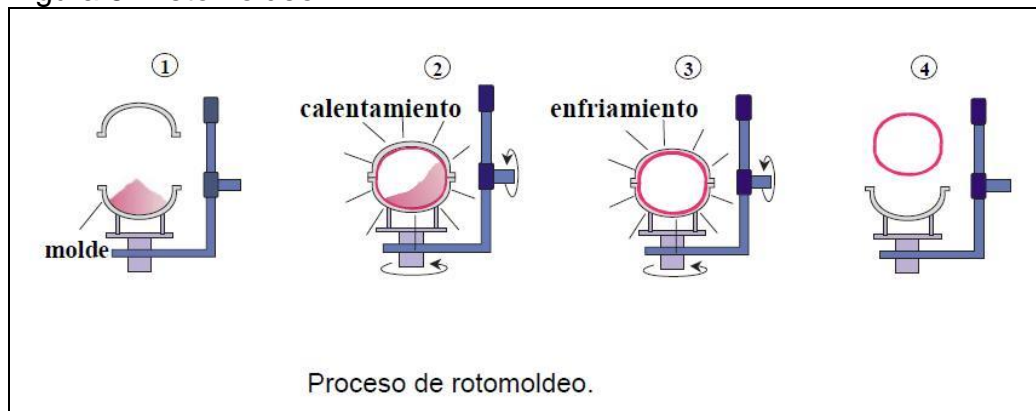
⁵⁶ JIMÉNEZ GUERRA, Laura Marcela. Optimización proceso creación de clientes [en línea]. Medellín: Tecnológico de Antioquia – Institución Universitaria [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://dspace.tdea.edu.co/bitstream/tda/191/1/OPTIMIZACION%20PROCESO%20CREACIoN%20DE%20CLIENTES.pdf>>

1.6.2.23 Proceso productivo. “Consiste en un conjunto de actividades que toma como entradas uno o más insumos y los transforma para obtener como salidas o resultado un producto o servicio”⁵⁷.

1.6.2.24 Producción. “Se denomina producción a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios”⁵⁸.

1.6.2.25 Retomoldeo. “Es el proceso de transformación del plástico empleado para producir piezas huecas, en el que plástico en polvo o líquido se vierte dentro de un molde luego se lo hace girar en dos ejes biaxiales mientras se calienta. El plástico se va fundiendo mientras se distribuye y adhiere en toda la superficie interna. Finalmente, el molde se enfría para permitir la extracción de la pieza terminada”⁵⁹ (véase la Figura 6).

Figura 6. Retomoldeo



Fuente. TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS. Retomoldeo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/06/rotomoldeo.html>>

1.6.2.26 Soplado. El moldeo por soplado es “un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material. Esto se consigue por medio de la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma, si se trata de inyección-soplado, o del párison, si hablamos de extrusión-soplado”⁶⁰ (véase la Figura 7).

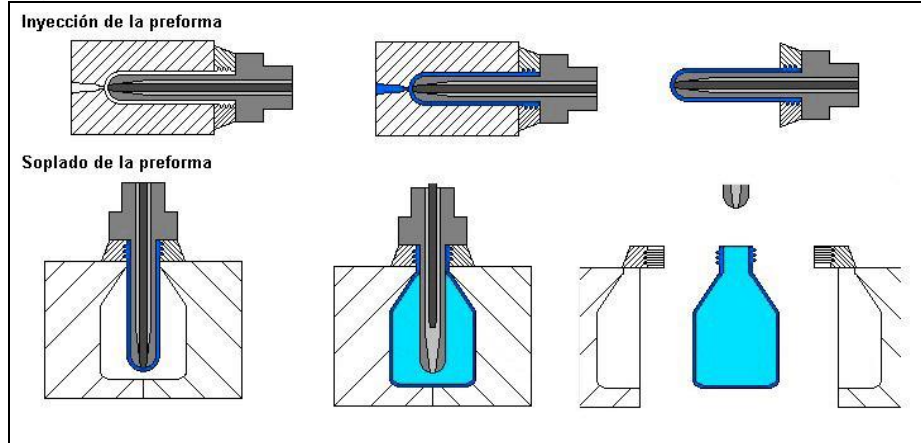
⁵⁷ GESTIÓN DE OPERACIONES. El proceso de transformación de insumos de productos o servicios [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.gestiondeoperaciones.net/procesos/el-proceso-de-transformacion-de-insumos-en-productos-o-servicios/>>

⁵⁸ GESTIÓN DE OPERACIONES. Sistemas de producción [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://praduccion.blogspot.com.co/2016/03/produccion-unidad-1-2.html>>

⁵⁹ TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS. Retomoldeo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/06/rotomoldeo.html>>

⁶⁰ TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS. Soplado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/03/inyeccion-soplado.html>>

Figura 7. Soplado



Fuente. TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS. Soplado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/03/inyeccion-soplado.html>>

1.6.2.27 Termoformado. Es “el proceso mediante el cual se da forma a una lámina plástica mediante calor y vacío, para ello se utiliza un molde o matriz de madera, resina o aluminio. Es decir, la lámina plástica toma la forma del molde con la acción de presión y temperatura elevada”⁶¹.

1.6.2.28 Torneado. “Se realiza en una maquina llamada torno que proporciona un movimiento de giro a la pieza que se mecaniza, haciendo que esta gire alrededor de su eje va cortando dando forma a la pieza”⁶².

1.6.2.29 Sobreproducción. “La sobreproducción puede ser tan mala como la su producción, también nos afecta producción demasiado anticipada o tardía. Aseguremos que nuestra producción sea oportuna y en la cantidad correcta”⁶³.

1.6.2.30 Valor agregado. De cómo lo quiere el cliente. “Es trabajo por el cual el cliente desea pagar”⁶⁴.

⁶¹ COSMOS. Termo formado de plásticos [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.termoformadodeplasticos.com/>>

⁶² ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO. Torno protocolo [en línea]. Bogotá: La Escuela [citado 25 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.termoformadodeplasticos.com/>>

⁶³ PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS. Torno protocolo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://praduccion.blogspot.com.co/2016/03/produccion-unidad-1-2.html>>

⁶⁴ DEFINICION. Valor agregado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://definicion.de/valor-agregado/>>

1.7 METODOLOGÍA

La investigación realizada con método descriptivo es denominada investigación descriptiva y tiene como finalidad definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio. El método para llevar a cabo la investigación es descripción y comprobación teórica de algunas herramientas de Lean manufacturing, de las cuales se tomarán conceptos, técnicas y demás para conseguir el objetivo general y los objetivos específicos, se propone la siguiente metodología para enfrentar el problema, la cual se describe en las siguientes etapas:

1.7.1 Fase 1: Entender situación actual. En esta fase se realiza lo siguiente:

➤Recopilar información de la problemática que presentan las empresas de plásticos actualmente.se llevara a cabo la recolección de información en libros, artículos, revistas, páginas web, tesis entre otros.

Estas fuentes de información las clasificamos como fuentes primarias donde se encuentra la información que brinda el profesor German Rodríguez, el contexto que se tiene de las empresas que fabrican artículos de plásticos, trabajos de grado que han realizado otros estudiantes y en las fuentes secundarias encontramos libros de lean manufacturing (lean maufacturing, conceptos, técnicas e implementación) medio ambiente industria y energía, revistas, artículos, biblioteca de la universidad católica de Colombia, información de las páginas web.

Analizar la información recolectada y entender el problema que hay en el proceso de transformación del plástico, con el fin de que nuestra propuesta sea asertiva y genere soluciones a los problemas que allí se presentan.

1.7.2 Fase 2: Crear las estrategias. En esta fase se realiza lo siguiente:

➤Planear: identificando la problemática que hay en la línea de producción, se va a utilizar las herramientas de lean manufacturing para dar solución a las fallas encontradas y optimizar el proceso.

➤Hacer: se proponen un modelo de optimización de recursos para mejorar la eficiencia en el proceso de transformación del plástico, basados en conceptos, metodologías, de algunas herramientas de Lean manufacturing.

➤Verificar: generar un control en la línea de producción para validar que si se está implementado cada una de las propuestas dadas y que todo el personal de la planta está contribuyendo en este plan de mejora

➤Actuar: utilizar las estrategias que se establecieron en el proceso y así poder optimizar los recursos en el proceso de transformación del plástico, además de sistemas de registros de información en tiempo real, y ser métodos de medición y control.

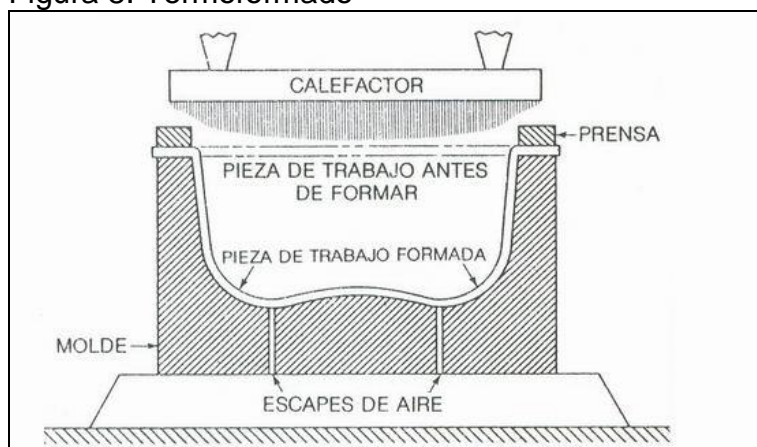
1.7.3 Fase 3: Proponer el modelo. En esta fase se realiza lo siguiente:

➤ Proponer un modelo de eficiencia en plantas de inyección de plásticos basado en algunas herramientas de lean manufacturing que se definieron previamente, para establecer un plan de mejora que ayude a incrementar la eficiencia en planta, y por consecuencia se dé cumplimiento a los requisitos del cliente y establecer estrategias para medir y controlar que todo se esté cumpliendo y de esta misma forma generar acciones de mejora si se requiere.

2. PLANTEAMIENTO DEL DIAGNOSTICO

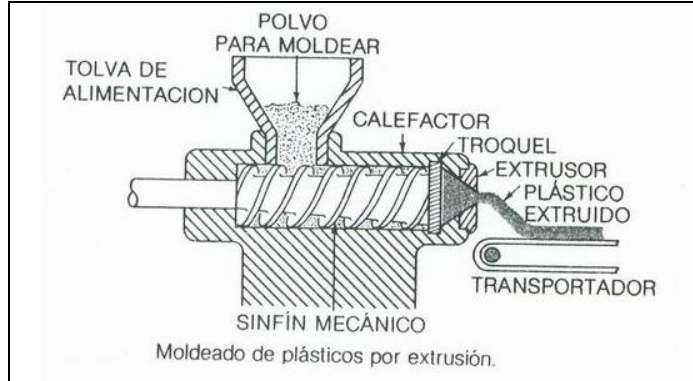
El proceso para la producción de artículos en plásticos está dado por diferentes etapas (véase el Anexo C) se toma un proceso estándar que se maneja en las líneas de producción de artículos de plásticos, el cual nos permite identificar que se realiza en cada etapa y que fallas se están presentando, el primer paso en la fabricación del plástico es montar el molde; este se realiza por vacío, una lámina fina de plástico se coloca sobre un molde, mediante un radiador se calienta el plástico para que se adapte a la forma del molde (véase la Figura 8), se programa la inyectora es decir se hace por el vacío para que se adhiera y se ajuste totalmente al molde, se incorporan los colorantes con lo cual se definirá el color final de nuestro producto, al tener el material mezclado se debe alimentar la tolva este es parte del proceso de la extrusión donde se debe verter ese material en un tubo caliente (véase la Figura 9), el material fundido es empujado hasta el molde que tiene la forma deseada y después pasa a un túnel de enfriamiento, que consiste en dar forma introduciendo el plástico en moldes a presión, lo cual se conoce como moldeo por inyección; el operario debe revisar como va el proceso hasta esta etapa, continuando con el proceso las piezas son pulidas manualmente (rebaba), en esta etapa el operario organiza y corta las piezas el cual se dividen en dos etapas dependiendo de lo que se desee realizar con la pieza, la primera es que la pieza se puede entregar y no requiere ningún otro proceso, la segunda etapa es ensamblar las piezas para que al final lleguen al proceso de empaque de producto.

Figura 8. Termoformado



Fuente. MONTALVO, Luis. Plásticos industriales y su procedimiento [en línea]. Bogotá: Monografías.com [citado 10 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.monografias.com/trabajos32/procesamiento-plasticos/procesamiento-plasticos.shtml>>

Figura 9. Extrusión



Fuente. MONTALVO, Luis. Plásticos industriales y su procedimiento [en línea]. Bogotá: Monografías.com [citado 10 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.monografias.com/trabajos32/procesamiento-plasticos/procesamiento-plasticos.shtml>>

Para iniciar con la propuesta y se oriente con las herramientas de lean manufacturing, primero se debe saber cuál es la situación inicial en la que se encuentra la empresa, durante la investigación encontramos algunas de estas problemáticas:

- Paradas innecesarias en la línea de producción.
- Desorden en los puestos de trabajo.
- Necesidad de estandarización de procesos.
- Ausencia de reuniones, comités para que el personal sepa cuál es la situación en la que se encuentra la empresa.
- Falta estandarizar los tiempos en la ejecución de tareas.
- Mejor calidad.
- Menos mano de obra
- Desperdicios de materia prima
- Desperdicios de energía
- Desperdicios de tiempo
- Productos inservibles

- Exceso de tiempos de espera entre maquina y maquina
- Problemas de calidad
- Saturación de algunas maquinas
- Sobreproduccion de piezas
- Piezas en espera de proceso.
- Retrasos ante la demanda de produccion

2.1 MOLDEO POR INYECCIÓN DE POLÍMEROS

En la recolección de datos que obtuvimos a través de todas las investigaciones que se realizaron encontramos que donde hay mas fallas es en moldeo por inyección es una de las técnicas de procesado de plásticos que más se utiliza es el moldeo por inyección, siendo uno de los procesos más comunes para la obtención de productos plásticos. Hoy en día cada casa, cada vehículo, cada oficina, cada fábrica, etc. contiene una gran cantidad de diferentes artículos que han sido fabricados por moldeo por inyección. Entre ellos se pueden citar: teléfonos, vasijas, canastas y formas muy complejas.

El moldeo por inyección requiere temperaturas y presiones más elevadas que cualquier otra técnica de transformación, pero proporciona piezas y objetos de bastante precisión (siempre y cuando la resina utilizada no tenga una retracción excesiva), con superficies limpias y lisas, además de proporcionar un magnífico aprovechamiento del material, con un ritmo de producción elevado. Sin embargo, a veces, las piezas deben ser refinadas o acabadas posteriormente, para eliminar rebabas.

El fundamento del moldeo por inyección es inyectar un polímero fundido en un molde cerrado y frío, donde solidifica para dar el producto. La pieza moldeada se recupera al abrir el molde para sacarla.

El ciclo de producción consta de ocho fases:

- Cierre del molde
- Avance del grupo de inyección
- Inyección del material en el molde, cerrado y frío.
- Mantenimiento de la presión.

- Refrigeración y solidificación del objeto (comienza al terminar la inyección y dura hasta que empieza la apertura del molde).
- Retroceso del grupo de inyección.
- Plastificación del material para el ciclo siguiente.
- Apertura del molde y expulsión de la pieza.

2.1.1 Problemas en el moldeo por inyección. A continuación, se presentan los problemas en el moldeo por inyección (véase la Figura 10).

Figura 10. Problemas en el Moldeo por Inyección

Dificultad	Causa	Posible remedio
Manchas, pintas o vetas negras	Exfoliación de plástico quemado en paredes de cilindro Aire atrapado en molde causa quemaduras Quemaduras por rozamiento de gránulos fríos contra paredes de cilindro	Purgar cilindro calefactor Ventilar molde correctamente Usar plásticos lubricados
Burbujas	Humedad en gránulos	Secar el granulado antes del moldeo
Rebabas	Material demasiado caliente Presión demasiado alta Línea de separación insuficiente Presión de sujeción insuficiente	Reducir temperatura Reducir presión Rectificar la línea de separación Aumentar presión de sujeción
Acabado deficiente	Molde demasiado frío Presión de inyección demasiado baja Agua en el molde Exceso de lubricante de molde Poca superficie sobre el molde	Elevar temperatura del molde Elevar presión de inyección Limpiar molde Limpiar molde Pulir molde
Pieza moldeada, escasas dimensiones	Material frío Molde frío Presión insuficiente Orificio de colada pequeño Aire atrapado Falta de equilibrio en el flujo del plástico al molde de varias cavidades	Elevar temperatura Elevar temperatura del molde Aumentar presión Agrandar orificio de inyección Aumentar tamaño de ventilación Corregir sistema de canales
Depresión superficial	Insuficiente plástico en molde Plástico demasiado caliente Presión de inyección	Aumentar velocidad inyección, comprobar dimensión orificio de inyección Reducir temperatura cilindro Aumentar presión
Combadura	Parte expulsada demasiado caliente Plástico demasiado frío Demasiada corriente de alimentación Desequilibrio en orificios de inyección	Reducir temperatura del plástico Elevar temperatura de cilindro Reducir alimentación Cambiar posición o reducir orificios de inyección
Marcas superficiales	Material frío Inyección lenta Desequilibrio flujo canales de inyección y entradas	Elevar temperatura del plástico Elevar temperatura de molde Aumentar velocidad de inyección Reequilibrar orificios de inyección o canales

Fuente. OROZCO, Gustavo. Moldeo por inyección de plásticos, problemas y soluciones [en línea]. Bogotá: Scribd [citado 10 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.scribd.com/doc/68528606/Moldeo-Por-Inyeccion-de-Plasticos-Problemas-y>>

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 PRIMERA FASE: ORGANIZACIÓN

La propuesta de implementar las 5s busca mejorar la forma de trabajo de los operarios al momento de realizar sus diferentes actividades dentro de la planta de producción y en las diferentes funciones que se dan durante el proceso de producción. La búsqueda de una mejor organización del área de trabajo es el objetivo de esta propuesta.

Esta herramienta nos va a permitir disminuir costos de alistamiento, inventario en proceso, inventario de producto terminado, materia prima y producto no conforme. Requiere que las personas se concentren en realizar las tareas que generan valor, eliminando de plano las que no agregan, como buscar las cosas que no están en su sitio, repetir un trabajo, hacer lo que no se tiene que hacer, enfatiza el uso de la herramienta adecuada, el lubricante indicado, la información correcta, el lugar asignado, el respeto por la hora señalada y el orden establecido

Para comenzar con la aplicación de las 5 s, iniciamos con el primer pilar que es (SEIRI) que nos permite clasificar y organizar los artículos necesarios en el puesto de trabajo, de esta forma eliminar eso que no necesitamos, con el fin de alcanzar este propósito se va utilizar una hoja de verificación (ANEXO 4), esta lista nos permite visualizar si la empresa se encuentra organizada o desorganizada mediante los resultados finales que se obtengan esta lista; esta evaluada por el siguiente rango de valores de 0-60 la planta esta desorganizada, entre 61-79 puede mejorar y de 80-100 está muy organizada, estos datos nos van a mostrar en qué situación se encuentra la planta. Esta información debe ser complementada por el operario, encargado o supervisor durante el tiempo en que se evalué la situación. La hoja de verificación la deben conocer todos los que laboran y así mismo cuando se obtengan los resultados se debe comunicar a toda la empresa, para poder empezar a corregir e implementar acciones de mejora.

A partir de los resultados obtenidos en la hoja de verificación, vamos a utilizar la tarjeta roja (véase el Anexo E) para solucionar el problema de desorden que existe en la planta nos va ayudar a eliminar esos elementos que no se necesitan, porque crean desorden, obstruyen el proceso de producción, genera pérdidas en tiempo y recursos. Mediante este proceso se consigue más espacio, y se logra eliminar todo lo que no es necesario

En el segundo pilar de las 5s está SEITI, este pilar nos va indicar como deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Para crear orden y organización en la planta, se propone estrategia de marcas en el piso, estas marcas se pueden realizar con cintas de vinilo (véase la Figura 11) con el propósito de informar el estado en el que se encuentra el proceso, el lugar donde podemos encontrar los

objetos y así podemos generar orden en la planta y poder optimizar tiempos, de esta forma podremos identificar las zonas con los siguientes colores:

Figura 11. Cintas de Vinilo Seiti



Fuente. W3 GROUP CANADA INC. 5 s [en línea]. México: Slide share [citado 10 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.slideshare.net/MarekPiatkowski/manual-del-instructor-5s-master-lean>>

- AMARILLO: para los bordes, las islas, pasillos, vías de circulación, zonas de trabajo, áreas de tránsito seguro.
- ROJO: indica producto no conforme y que debe volverse hacer.
- AZUL: indica materia prima.
- VERDE: localización de elementos.
- NARANJA: producto en proceso
- AZUL: desechos
- NEGRO Y BLANCO: delimita áreas de mantenimiento

Con estas marcaciones podremos ver reflejado que vamos a encontrar de forma fácil las herramientas que necesitamos, nos va permitir saber dónde dejar cada objeto, ahorrar tiempos y movimientos, detectar cuando falte algún elemento y mostrar la organización de la planta.

El tercer pilar (seiso) nos va permitir tener nuestro entorno limpio, incluidas el equipo, maquinas, herramienta, paredes, pisos y otras áreas de lugar de trabajo, y que todo el personal se haga responsable de las cosas que usa y asegure que se encuentren en buenas condiciones, esto implica:

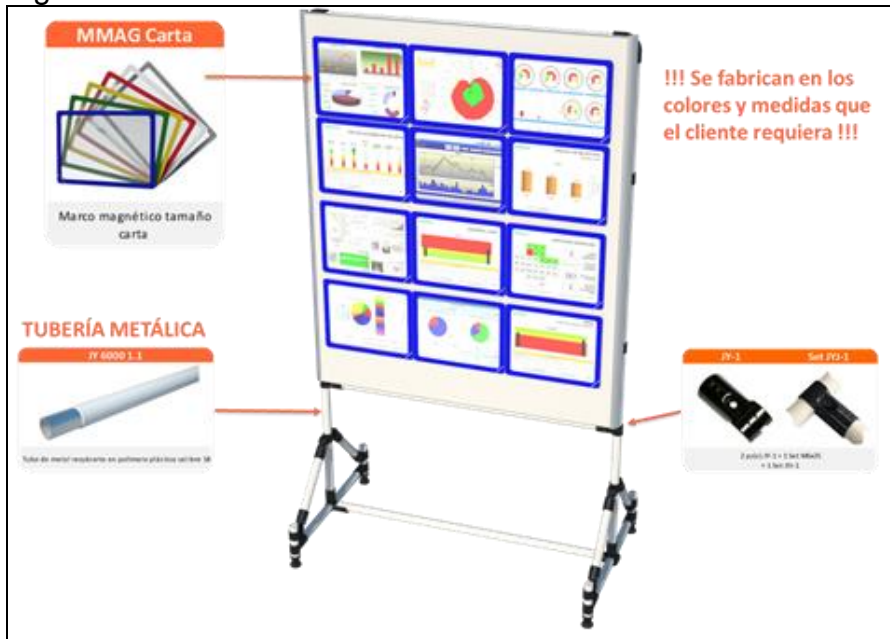
- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.

- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Prestar especial atención en la eliminación de los focos de suciedad

A través de la limpieza se aprecian paradas averías y despilfarros. Se debe limpiar para inspeccionar, para detectar, para corregir. En este proceso de limpieza deben participar todos y se busca que la limpieza sea de todos, para ello se realiza una hoja de verificación de limpieza (véase el Anexo F) el cual deben realizarla todos los operarios al iniciar y al terminar su jornada laboral, para convertirlo en un hábito en toda la organización con el fin de minimizar las fuentes de desperdicio y prolongar la vida de los elementos utilizados en la planta.

El cuarto pilar (SEIKETSU) implica crear reglas necesarias para para mantener y controlar las tres primeras 3s, proponer un tablero de rendimiento véase anexo (véase la Figura 12) donde todos puedan visualizar si se está cumpliendo con lo que se acordó en las tres primeras 3s, sirve como herramienta de control visual utilizada para ver los resultados que se están obteniendo con esta implementación y muestre de forma clara y sencilla el avance de cada implementación.

Figura 12. Tablero de Rendimiento



Fuente. LEAN SOLUTIONS. Metodología 5s [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 noviembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>>

Con el último pilar (SHITSUKE) está directamente relacionada con crear cultura de trabajo, con el apoyo firme de todos los trabajadores y una asignación clara de las actividades que se van a realizar. La mejor forma para mantener un sistema es la

retroalimentación, en esta etapa se sugiere realizar un plan formal de auditorías que incluya todas las áreas de la empresa, proporcionar este reporte a los responsables del área para que tomen decisiones y gestionen los apoyos necesarios para continuar por el camino de la mejora continua. Es una etapa que permite realizar un control en la aplicación del modelo de gestión y que se cumplan las 5s y que todos los empleados conozcan los beneficios que traen la implementación de este sistema para ello se propone tener una persona encargada que lleve el control de que se está cumpliendo las 5s, que tenga informado a todos sus operarios de los resultados y oportunidades de mejora que puedan llegar a tener, siempre los motive para que sus actividades las realicen cada día mejor.

3.2 SEGUNDA FASE: OPTIMIZACIÓN DE DESPERDICIOS

El sistema de tarjetas Kanban que se propone en la empresa será de transporte o movimiento, como se muestra en este ejemplo (véase el Cuadro 2) indicando qué y cuánto material se retirará del proceso anterior, la idea es que el operario pueda ver el progreso de un elemento de trabajo a medida que avanza el proceso, estas tarjetas pueden ir en el tablero estandarizado que se propuso en el cuarto pilar de las 5S SEIKETSU, el propósito principal es que las personas que trabajan en la organización puedan visualizar de forma rápida los elementos del trabajo.

Se establecen una serie de reglas para el uso de estas tarjetas:

- No se debe enviar material defectuoso a los procesos que siguen.
- Los procesos siguientes requieren solo lo que es necesario.
- Procesar solamente la cantidad exacta requerida por el proceso que sigue.
- Medir el tiempo en completar tareas.

Cuadro 2. Tarjeta Kanban

<i>Proceso anterior:</i>	Pulido de rebaba
<i>Proceso posterior:</i>	Ensamble de suela y capellada
<i>Contenedor:</i>	Almacén proceso 2
<i>Referencia:</i>	F-026-39
<i>Nombre de la pieza:</i>	Suelas de EVA
<i>Tipo de calzado:</i>	Sandalia talla 39 color azul Ref: 26
<i>Capacidad del contenedor</i>	<i>Tipo de contenedor</i>
40 unidades	A

Fuente. INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE. Kanban: control de materiales y producción [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 octubre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/kanban//>>>

Con este sistema de tarjetas, se consigue una buena comunicación entre los miembros del equipo a medida que el trabajo avanza a través de diferentes etapas en el proceso, ayuda a controlar la utilización de la mano de obra, adaptarse a las diferentes variaciones de la producción y se puede identificar las zonas susceptibles de mejora.

Para implementar las tarjetas de kanban se deben seguir estas pautas:

- Informar al personal: Todo el equipo debe conocer estas tarjetas y capacitar al personal para que aprendan a manejar las tarjetas y así de esta forma conozcan los beneficios que traen las tarjetas Kanban.
- Identificación e implementación en las zonas con problemas: Implementar Kanban en aquellas partes del proceso donde se identifica que hay fallas, para poder tomar acciones correctivas frente a estas fallas.
- Implementar en el resto de zonas: implementar kanban en el resto de las zonas, recordando que tiene como prioridad las zonas donde se encuentran fallas.
- Revisión del sistema: Esta fase consiste en la revisión del sistema kanban, se estén cumpliendo las reglas que se indicaron y que ningún trabajo se esté haciendo fuera de la secuencia⁶⁵.

Este sistema de tarjetas kanban, sirve en la planta como método de organización para describir de manera correcta el proceso que se lleva a cabo por ejemplo especifica en que cantidad un elemento seleccionado debe ser producido y transportado, controla la mano de obra, controla el orden de los materiales en donde solo existe el material que se va a producir y esto nos va permitir tener un espacio más libre en la planta , permite que se adapten a las diferentes variaciones de la producción e identifica las zonas susceptibles de mejora.

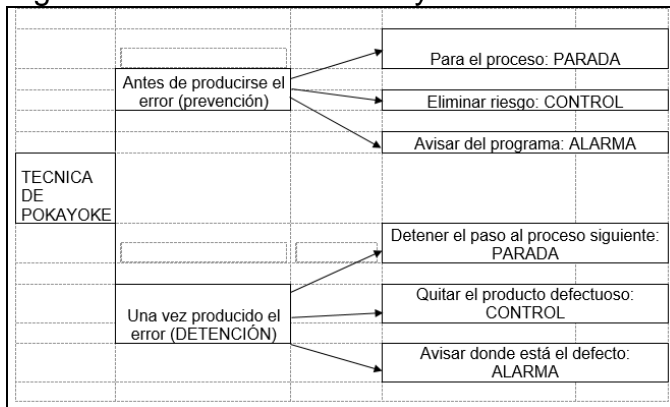
3.3 TERCERA FASE: DETECCIÓN DE ERRORES

Con la propuesta de implementar el sistema de poka yoke se puede diseñar una función de control para impedir la aparición del error y poder realizar una intervención inmediata que imposibilite a la máquina continuar con el proceso. Y como segunda opción diseñar una función de alarma para que en caso de que el error el dispositivo active un aviso acústico o luminoso para advertir al usuario del riesgo.

⁶⁵ ROMERO, Angel Antonio. La herramienta kanban. Implementación y reglas [en línea]. Bogotá: AAR Managment [citado 20 octubre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.angelantonioromero.com/la-herramienta-kanban-implementacion-y-reglas/>>

3.3.1 Detección del problema. Descubrir el error de la operación, producto o proceso que origine defectos. Se priorizan las áreas donde hay un gran número de errores o donde un solo error represente un alto costo. El error es mejor encontrarlo antes de que se produzca. De lo contrario perderemos mucho en el reproceso como materiales, mano de obra y dedicación (véase la Figura 13).

Figura 13. Tecnicas de Pokayoke



Fuente. El Autor

3.3.2 Llegar a la raíz del problema. Se realiza una investigación para saber la causa original del problema y saber a dónde atacar., así podemos saber dónde está el error y poder avisar que existe.

Para evidenciar donde están ocurriendo los problemas, lo primero que se debe hacer es saber dónde están esas fallas, se puede realizar un control en la línea de producción por medio de una hoja de verificación el cual nos permite visualizar cuantos errores se están presentando y así disminuir con la implementación del poka yoke todo estos errores, a continuación presentaremos un ejemplo donde se puede evidenciar los errores que se presentan en una línea de producción.

3.3.2.1 Hoja de verificación. Esta debe contener:

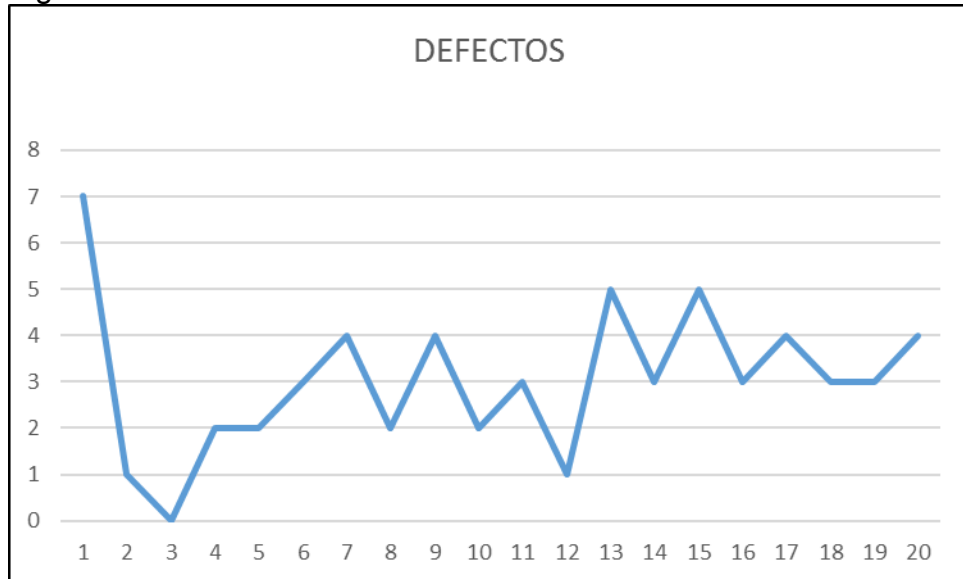
- Proceso: Inyección
- Tipos De Defectos:
- Defecto A: El llenado del molde es muy lento.
- Defecto B: Rebaba excesiva
- Defecto C: El material está demasiado frio.
- Defecto D: marcas hundidas o huecos.
- Defecto E: Hay una coloración deficiente (véase el Cuadro 3 y la Figura 14).

Cuadro 3. Formato de Verificación

		TOTAL POR CADA DEFECTO																				
DILIGENCIADO POR		A																				17
FECHA		B																				14
LUGAR		C																				11
PROCESO		D																				12
		E																				7
		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	
DEFECTO A		1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	2	0	1	1	2	1	2	1	1	1	
DEFECTO B		3	0	0	0	2	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
DEFECTO C		1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	2	
DEFECTO D		2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	
DEFECTO E		0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	
no	defecto	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	
1	A	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	2	0	1	1	2	1	2	1	1	1	
2	B	3	0	0	0	2	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
3	C	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	2	
4	D	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	
5	E	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	
TOTAL		7	1	0	2	2	3	4	2	4	2	3	1	5	3	5	3	4	3	3	4	

Fuente. El Autor

Figura 14. Defectos



Fuente. El Autor

Se puede observar en la gráfica anterior, que en la semana 1 se presentaron varios errores, con los resultados obtenidos podemos identificar donde se están presentando los diferentes problemas en la línea de producción el cual debemos atacar e identificamos que el llenado del molde es demasiado lento y ahí rebaba excesiva estos defectos debemos evitarlos para que no se generen reproceso.

3.3.3 Decidir el pokayoke que se va utilizar. Según el problema encontrado podemos utilizar alguno de los tipos de poka yoke, así podemos escoger la herramienta que va corregir de manera definitiva el problema.

3.3.4 Provocar y verificar el correcto. En esta etapa se realizan pruebas, chequeos para verificar que el defecto si se haya solucionado.

3.3.5 Capacitación. Cuando el método está en periodo de prueba se detalla todo lo que es necesario conocer para su utilización. Algunos métodos están diseñados para que cualquier persona no capacitada sea capaz de utilizarlo o para que no pueda equivocarse. Pero existen otros que requieren de gente capacitada para saber cómo actuar ante lo sucedido.

3.3.6 Revisión constante. Por último, se recomienda hacer inspecciones periódicamente para checar que no se volvieron a presentar fallas y que también las personas le estén dando buen uso.

El poder implementar esta herramienta poka yoke ayudara a tener una mejor calidad en los productos, menor tiempo de producción, revisión y controles, menor riesgo de cometer errores y defectos, son sistemas sencillos y económicos, personal con mayores y mejores habilidades pues cuando un operario entiende que significa prevenir los errores, puede detectarlos más fácilmente e ideas para evitarlos, ventajas competitivas puesto que la prevención tiene un costo menor que la corrección.

3.3.6.1 Ventajas de utilizar el poka yoke.

- Elimina o reduce la posibilidad de cometer errores (aplica para los operarios o para los usuarios).
- Contribuye a mejorar la calidad en cada operación del proceso.
- Proporciona una retroalimentación acerca de los errores del proceso.
- Evita accidentes causados por fallas humanas.
- Evita que acciones o medidas críticas dependan del criterio o la memoria de las personas.

- Son mecanismos o dispositivos de fácil implementación, razón por la cual los operarios del proceso pueden contribuir significativamente en ella.
- Mejora la experiencia de uso en los clientes: productos más sencillos de instalar, ensamblar y usar.
- Evita errores en el cliente que puedan afectar la calidad de los productos o la integridad de las personas.

3.4 CUARTA FASE: MEJORA CONTINUA

La mejora continua es un proceso, donde se le agrega valor e elimina todo lo que no genera valor, “el primer elemento que se debe revisar al iniciar una mejora, se refiere a la organización del área del trabajo recordemos las 5s que establece y estandariza una serie de rutinas de orden y limpieza en el puesto de trabajo, estableciendo una rutinas básicas de mantenimiento del puesto; con esto se elimina los elementos que no agregan valor como por ejemplo demora por búsqueda de herramienta y por lo tanto se ejecuta una acción de mejora”⁶⁶.

Otro elemento muy involucrado con el anterior es el transporte innecesario. Recordemos que una de las problemáticas que vemos en el proceso es el transporte innecesario. Es típico encontrara en este proceso, áreas de inspección, o áreas donde están en diferentes lugares que implican transportación innecesaria y que generan pérdidas de tiempo y demoras para que el proceso pueda seguir sin ninguna interrupción, con la mejora continua lo que se quiere es reducir este tipo de movimientos, para optimizar el proceso.

Otro principio de la mejora continua es la estandarización de los procedimientos de trabajo, que rinde mayores beneficios cuando se tiene rotación de personal para crear operarios multihabilidades, que el tener completamente definido y establecido el modo de hacer una operación resulta fácil entregar a un nuevo elemento. Además, tiene la ventaja de reducción de defectos, ya que con la estandarización se evita que cada operador haga las cosas de manera distinta. Así mismo cuando se cuenta con procedimientos bien definidos, existe una bosa para evaluar las fallas o mejoras del proceso.

Se requiere de la participación de todos los empleados, al menos, aquellos que quieran participar en el proceso de mejora, que todos aporten sus ideas, sus sugerencias de mejora, ya que “nadie como el empleado conoce su puesto de trabajo y como mejorarlo. El Círculo de Deming, también conocido como PDCA (del inglés plan-do-check-act, esto es, planificar-hacer-verificar-actuar) o espiral

⁶⁶ INGENIERÍA INDUSTRIAL ON LINE. Poka-yoke: a prueba de errores reglas [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 octubre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/poka-yoke-a-prueba-de-errores/>>

de mejora continua, es la estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos.

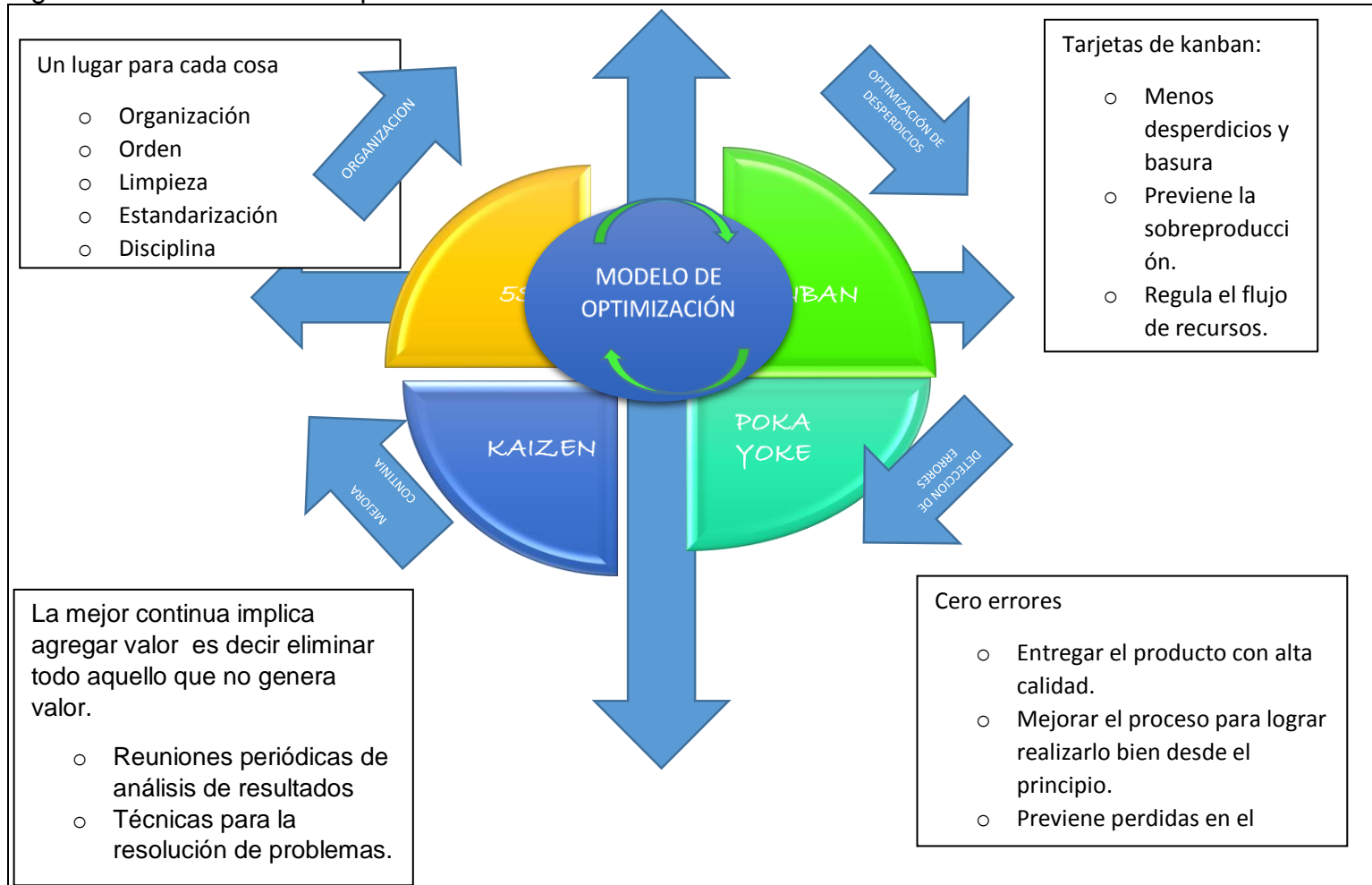
Con la mejora continua se incrementa la productividad como lo veremos a continuación:

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos
- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles
- Reduce el % de productos defectuosos (producto = bien + servicio)
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

3.5 MODELO PARA DESARROLLAR LA PROPUESTA

A continuación, se puede observar el modelo de la propuesta (véase la Figura 15).

Figura 15. Modelo de la Propuesta



Fuente. El Autor

3.6 ANÁLISIS DE LA PROPUESTA

La propuesta con el apoyo de las herramientas de lean manufacturing es mejorar el proceso en la línea de producción para optimizar recursos, tiempo, mano de obra, mejorar la organización de la planta, costos para disminuir las fallas que se encontraron a lo largo de esta investigación, podemos observar en el modelo que se desarrolla de forma continua se inicia con la fase de organización donde se propone la implementación de las 5s, la cual nos permite mantener el ambiente de trabajo de manera organizada, limpia y sobre todo segura, que dentro de la empresa se implementen las estrategias como la lista de verificación, tarjetas rojas, tableros de estandarización y las cinta de marcación en las diferentes áreas va permitir que se alcance el objetivo propuesto y que las 5s haga parte de la cultura organizacional de todos, la segunda fase nos va permitir disminuir desperdicios y residuos; si la planta ya está ordenada y limpia lo que se debe buscar ahora es la optimización de los recursos para lo cual se propone el uso de las tarjetas kanban que permite sincronizar las etapas de producción y ensamble en la línea de producción, a través de un cambio en la forma de realizar y organizar el trabajo, teniendo en cuenta que no es necesario cambiar la infraestructura ni tecnología física, lo único que se necesita para la implementación de esta metodología es la formación del personal y la organización de los procesos, seguimos con la fase de poka yoke mejora el proceso para lograr realizarlo bien desde la primera vez; el operario puede centrarse en las operaciones que añaden más valor, en lugar de dedicar su tiempo a comprobaciones para la prevención de errores y por último la fase de mejora y en la mejora continua implica eliminar todo lo que no genere valor.

Los resultados que se esperan con la propuesta es poder optimizar los recursos en el proceso de transformación de plásticos, son prácticas de trabajo que le funcionaran a una empresa, brindaran más espacio dentro del área del trabajo, evitar accidentes, tener las áreas limpias y ordenas para localizar de forma rápida las herramientas necesarias y se puedan dejar en el mismo lugar a fin de evitar que se extravíen o se pierdan tiempos en el proceso, optimizar tiempos, lo que se quiere es mejorar la productividad y calidad del producto final.

3.7 SEGUIMIENTO Y CONTROL

Para poder tener un seguimiento del modelo y saber si se está realizando con éxito, por eso decidimos apoyarnos con las herramientas que se mostrarán a continuación y nos permitirán optimizar el proceso y los recursos en el proceso de transformación del plástico y poder tener un seguimiento y control de los procesos que se llevan dentro de la planta. A continuación, se indicarán el planteamiento de las herramientas que permitirán una gestión basada en hechos de lo que se ve en el proceso y así poder llevar un seguimiento:

3.7.1 Ruta de inspección. El objetivo de esta herramienta es verificar e inspeccionar las diferentes etapas dentro del proceso, desde que inicia hasta que finaliza para poder tener un control de lo que se evidencia y que si se esté cumpliendo las herramientas seleccionadas de lean manufacturing, es decir que la planta este organizada, las zonas marcadas.

Cuadro 4. Rutas de Inspección

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre de la herramienta	Rutas de Inspección
Objetivo de la herramienta	Asegurar mediante un recorrido lógico y secuencial, la óptima evaluación e inspección de todas las variables que repercuten o afectan la calidad del producto
Responsable de usarla	Inspectores de calidad
Frecuencia de uso	Diario

Fuente. El Autor

Que el dispositivo de poka yoke esté funcionando bien, con este formato se va poder tener un control más amplio en la línea de producción y que si se detecta algún error en la supervisión del proceso, se tiene que tomar nota ya que todo debe quedar registrado y tiene la autoridad para detener dicho proceso. A continuación, se presenta el formato sugerido que se debe diligenciar (véase el Cuadro 5).

3.8 INSPECCIÓN DE CALIDAD

En este formato lo que se quiere lograr es verificar que el producto no valla a salir defectuoso y que obtenga la aprobación final para poder pasar a la etapa del empaque y así puede ser entregado a nuestro cliente final, esa hoja de seguimiento se debe realizar todos los días (véase los Cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Inspección de calidad

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre de la herramienta	Inspección de Calidad
Objetivo de la herramienta	Realizar un balance diario de la gestión que realiza el inspector de calidad en las diferentes líneas de producción.
Responsable de usarla	Inspectores de calidad
Frecuencia de uso	Diario

Fuente. El Autor

Cuadro 7. Hoja de Procesos

Fecha	Inspector de :		Cod. del inspector:			
Rutas de Inspección	Nombre sección	DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN				Aprobación del Operario (Codigo)
		Proceso	Almacenamiento	Tratamiento de producto no conforme (PNC)		
R1						
R2						
R3						
R4						
R5						
R6						
observaciones:						
FIRMA INSPECTOR: _____				REVISADO POR: _____		

Fuente. El Autor

3.9 INDICADORES GESTIÓN EN MÁQUINAS INYECTORAS

Al momento de la recolección de los datos evidenciamos que donde se presentaban muchas fallas era en el proceso del moldeo por inyección, para complementar la mejora que se desea hacer en esta parte del proceso con el apoyo de las herramientas de lean manufacturing, se va a proponer unos indicadores de gestión en las maquinas inyectoras.

El objetivo del indicador TVC “(La Tiene de una relación del tiempo de utilización de las máquinas y la V del volumen de producción)”⁶⁷ es medir la eficiencia con la que se trabaja en la planta, determinando el área de oportunidad en cada una de las maquinas inyectoras y demás inherentes al proceso, identificando el porcentaje de mejora potencial en lo referente a:

- La utilización del tiempo productivo disponible
- La velocidad
- La calidad

El fin es que estos indicadores muestren a los operarios el rendimiento que se lleva en la planta, en que se está fallando y en que se puede mejorar, estos resultados se pueden mostrar en el tablero de rendimiento para que todos lo puedan visualizar.

3.9.1 Indicador de tiempos muertos. Este indicador va evaluar tiempos muertos, esos tiempos donde el operario no puede realizar el trabajo, todo esto conlleva en costo para la empresa y retraso en la entrega de producto, con esto se quieren optimizar tiempos y que el operario pueda desarrollar bien sus actividades sin ningún contratiempo (véase el Cuadro 8 y la Figura 16).

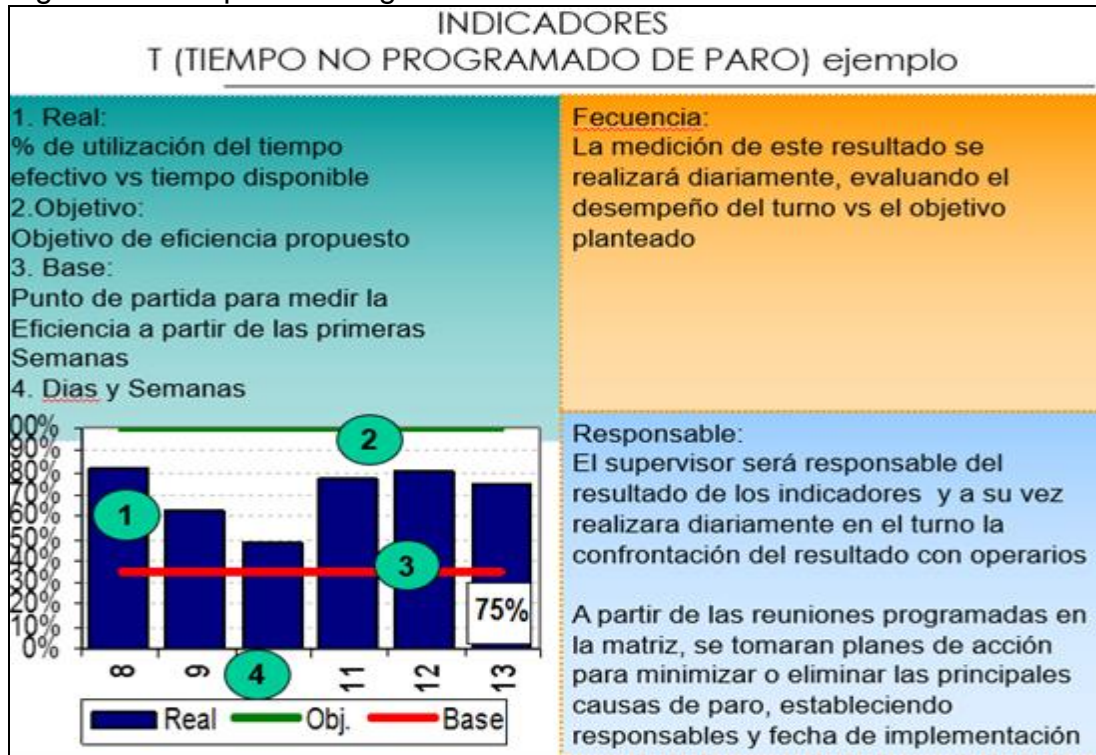
Cuadro 8. Indicador de Tiempos Muertos

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre del Indicador	Indicador de tiempos muertos T
Objetivo del indicador (que busca medir)	Busca medir el nivel de utilización del tiempo disponible vs el tiempo efectivo
Fórmula	Tiempo efectivo/ Tiempo disponible
De donde se va obtener	Formatos de tiempos de paro
Frecuencia de generación	Diaria
Responsable de generación	Operario
Responsable del resultado	Supervisores de línea.
Meta inicial	En proceso de definición

Fuente. El Autor

⁶⁷ PREZI. Indicadores de producción [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 octubre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://prezi.com/vogaqhgjomzw/regionalizacion-de-indicadores-de-produccion/>>

Figura 16. Tiempos no Programados



Fuente. El Autor

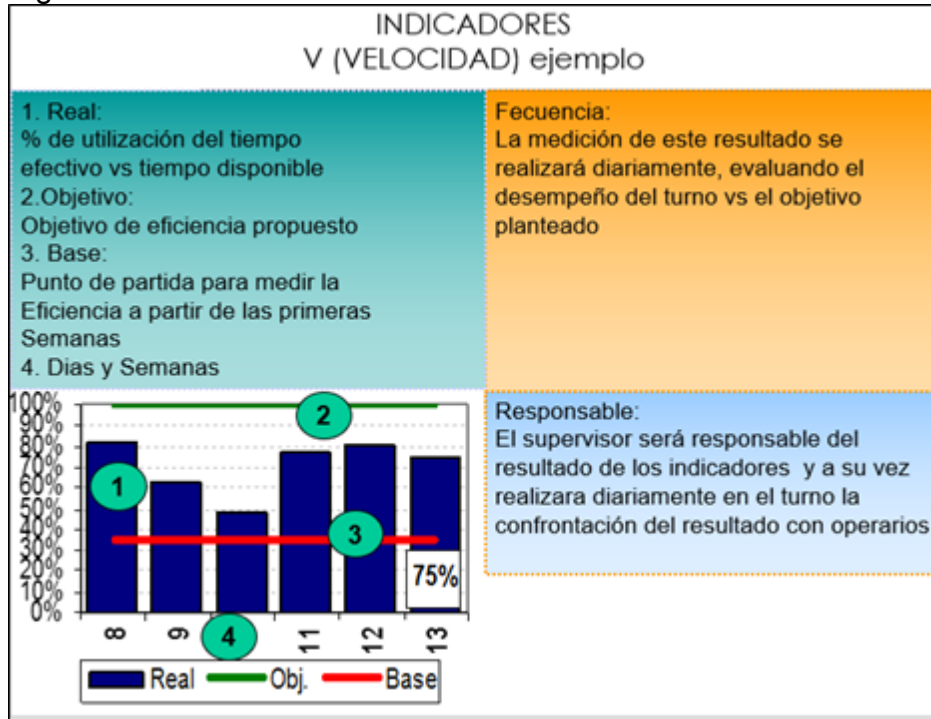
3.9.2 Indicador de velocidad. Este indicador permite visualizar cuanto es el promedio que tardan los operarios en realizar el producto, así poder inspeccionar cuando se demoran más del tiempo límite, poder verificar donde están los errores y tomar acciones correctivas (véase el Cuadro 9 y la Figura 17).

Cuadro 9. Indicador de velocidad

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre del Indicador	Indicador de velocidad V
Objetivo del indicador (que busca medir)	Busca medir el porcentaje de velocidad obtenido en el turno de acuerdo a las unidades producidas en el turno vs las teóricas
Fórmula	$\text{Unidades producidas} / (\text{unidades teóricas por hora} \times \text{tiempo efectivo})$
De donde se va obtener	Formatos de tiempos de paro
Frecuencia de generación	Diaria
Responsable de generación	Operario
Responsable del resultado	Supervisores de línea.
Meta inicial	En proceso de definición

Fuente. El Autor

Figura 17. Indicador vs Velocidad



Fuente. El Autor

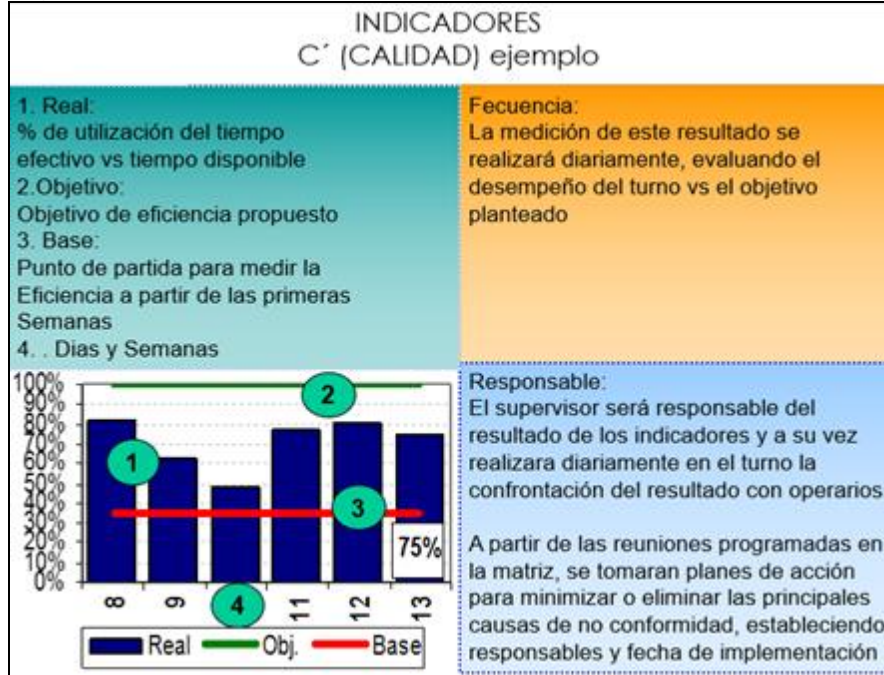
3.9.3 Indicador de calidad. Estos indicadores lo que busca es que ese producto no tenga ninguna inconformidad, se desea un producto con alta calidad, para ello la buena utilización del poka yoke dentro de la planta es decir hacer las cosas bien desde el inicio y no permitir ningún error (véase el Cuadro 10 y la Figura 18).

Cuadro 10. Indicador de Calidad

Nombre del Indicador	Indicador de Calidad C
Objetivo del indicador (que busca medir)	Busca medir el porcentaje de productos conformes en el turno
Fórmula	$\text{unidades conformes} / \text{total unidades}$
De donde se va obtener	Formatos de tiempos de paro
Frecuencia de generación	Diaria
Responsable de generación	Operario
Responsable del resultado	Supervisores de línea, ing de Planta
Meta inicial	En proceso de definición

Fuente. El Autor

Figura 18. Indicadores de Calidad



Fuente. El Autor

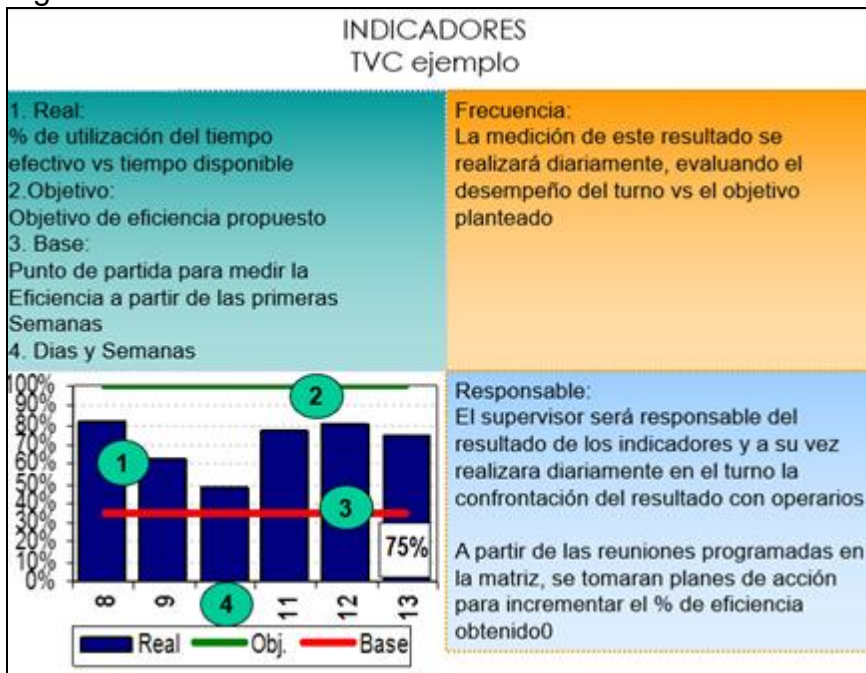
3.9.4 Indicador de eficiencia. Este indicador está relacionado con la productividad, costos de realización del producto, gastos de ventas, consumo de materiales, costos de no calidad entre otros, se busca medir el nivel de eficiencia en términos de utilización del tiempo, velocidad y calidad (véase el Cuadro 11

Cuadro 11. Indicador de Eficiencia

Nombre del Indicador	Indicador de eficiencia tvC
Objetivo del indicador (que busca medir)	Busca medir el nivel de eficiencia en terminos de utiliacion del tiempo, velocidad y calidad
Fórmula	$T \times V \times C$
De donde se va obtener	Formatos de tiempos de paro
Frecuencia de generación	Diaria
Responsable de generación	Operario
Responsable del resultado	Supervisores de linea, ing de Planta
Meta inicial	En proceso de definición

Fuente. El Autor

Figura 19. Indicador de TVC



Fuente. El Autor

4. CONCLUSIONES

- Con la recolección de datos se evidenció que la etapa donde existen un gran número de fallas es en el proceso de moldeo por inyección por lo cual se propone unas estrategias con el apoyo de las herramientas de lean manufacturing, generando un seguimiento y control que de esta forma participen todos en la empresa.
- Basados en conceptos, metodologías, información técnica de las herramientas que se seleccionaron de lean Manufacturing, se logró diseñar y proponer documentos que permiten la captura de información en tiempo real durante el proceso y estrategias como ordenar la planta, eliminar todo lo que no se necesita, disminuir tiempos, errores y desperdicios para así optimizar los recursos, haciendo participe a todos dentro de la empresa.
- Gracias al método de las 5S, algunos conceptos, desarrollos técnicos, se identifica la necesidad de un esquema de mejoramiento continuo basado en la identificación de fallos, tiempos muertos, unidades no conformes mejorando la organización de la planta.
- Un plan de capacitaciones será una herramienta clave para que la propuesta funcione, todos los empleados deben conocer y aprender a utilizar dichas herramientas y de esta manera se sientan comprometidos para alcanzar esa mejora continua.

5. RECOMENDACIONES

- El ingeniero de producción deberá llevar el control y registro de las hojas de proceso y muestre los resultados del avance con la implementación y con acciones de mejora, esto nos permite tener un seguimiento oportuno para detectar posibles oportunidades de mejora o en caso contrario para mostrar los avances e impactos que ha generado la propuesta.
- El jefe de planta debería dar todo el soporte necesario para que el programa 5s se vuelva una cultura en todo el personal de la empresa. Además, deberá de participar de todas las actividades que se propusieron a realizarse, en especial aquellas donde se valla a evidenciar los resultados de los pilares 5s.
- Se recomienda estar actualizando el tablero de rendimiento todos los días para esto se puede hacer cargo una persona que ya dentro de la empresa lo elijan, para que todos tengan conocimiento de los resultados obtenidos y poder brindar retroalimentación sobre los aspectos a mejorar.
- Apoyar con procesos de capacitación y formación que permitan adoptar una cultura dentro de la organización y de esta forma hacer que todos los empleados trabajen con un mismo fin que es mejorar el proceso y optimizar los recursos.

BIBLIOGRAFÍA

ALDO, Stefania; SALDARRIAGA, Laura y MONCADA, Leidy. Diseño de una metodología de implementación de lean Manufacturing en una Pyme (Momentos Classic). Medellín: Universidad de San Buenaventura. Facultad de Ingenierías. Modalidad trabajo de grado, 2013.120 p.

ALTRAN. Ciclo Deming [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://equipo.altran.es/el-ciclo-de-deming-la-gestion-y-mejora-de-procesos/>>

AUTOMATRONICS. Principales desperdicios de manufactura [en línea]. Monterrey: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.itautomatronics.com/manufactura.php>>

BRIBIESCAS SILVA, Francisco Arturo. Optimización de la productividad en la industria de plásticos en CD. Juárez. En: Revista Internacional Administración & Finanzas. Marzo – abril, 2011. Vol. 4, no., 2.

BUFFA, Elwood Spencer. Dirección de Operaciones, Problemas y Modelos. México: Limusa, 1973.480 p.

CALETEC. Mejora lean [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.caletec.com/consultoria/lean/>>

CEPAL. Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/gover_2006_03_eficacia_eficiencia.pdf>

CHACÓN, Luis. Fallas de apariencia [en línea]. Bogotá: Slideshare [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/avanzado/2/5-las-fallas>>

CONCEPTO DE DEFINICIÓN. Extrusión [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://conceptodefinicion.de/extrusion/>>

CONSELLERÍA DE CULTURA. Materiales plásticos [en línea]. Galicia: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.edu.xunta.gal/centros/iessantomefreixeiro/system/files/plastico.pdf>>

CORPUS, Walter. Lean Manufacturing [en línea]. Bogotá: Scrib [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.scribd.com/document/348953470/Lean-Manufacturing>>

COSMOS. Termo formado de plásticos [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.termoformadodeplasticos.com/>>

DEFECTOS. La gestión de la calidad: conceptos básicos [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://webs.ucm.es /centros/cont/descargas/documento9854.pdf>>

DEFINICION. Valor agregado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://definicion.de/valor-agregado/>>

DESCOM GMM. Polímeros [en línea]. Galacia: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales /PLASTICOS/PPLASTICOS.htm>>

ECO CONSULTING. Poka yoke [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://www.eco-consulting.com/site2/images /pdf_cursos/poka_yoke.pdf>

ECONOMÍA Y EMPRESA. Henry ford company [en línea]. México: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://nacionesdeconomaiyempresa.wordpress.com/2012/10/24/el-fordismo-la-produccion-en-cadena-que-puso-en-marcha-henry-ford/>>

EHOW EN ESPAÑOL. La historia de la industria manufacturera [en línea]. México: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://www.ehowenespanol.com/historia-industria-manufacturera-sobre_103095/>

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO. Torno protocolo [en línea]. Bogotá: La Escuela [citado 25 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.termoformadodeplasticos.com/>>

EVOLVE IT. Evolución histórica de los sistemas de manufactura [en línea]. México: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.evolve-it.com.mx/evolucion-historica-de-los-sistemas-de-manufactura/>>

FLORENCIA ELEN. La historia del plástico [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://tecnologia1.blogspot.com.co /2013/01/en-1909-el-quimico-norteamericano-de.html>>

GARCÍA GARRIDO. Santiago. TPM - Total productive maintenance [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>>

GESTIÓN DE OPERACIONES. El proceso de transformación de insumos de productos o servicios [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.gestiondeoperaciones.net/procesos/el-proceso-de-transformacion-de-insumos-en-productos-o-servicios//>>

------. Sistemas de producción [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://praduccion.blogspot.com.co/2016/03/produccion-unidad-1-2.html>>

GESTIOPOLIS. Planeación de los requerimientos de material [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.gestiopolis.com/sistemas-mrp-materials-requirement-planning/>>

------. Técnicas de calidad [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.gestiopolis.com/poka-yoke-tecnica-de-calidad-para-la-mejoracontinua/>>

GRUPO VIRTUS. La historia del plástico [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://grupovirtus.org/moodle/pluginfile.php/4979/mod_resource/content/1/Documentos/Materiales_Plasticos.pdf>

INGENIERÍA INDUSTRIAL ON LINE. Kaizen: mejora continua [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>>

------. Poka-yoke: a prueba de errores reglas [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 octubre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/poka-yoke-a-prueba-de-errores/>>

INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE. Kanban: control de materiales y producción [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 octubre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/kanban//>>

------. Lean manufacturing [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/>>

------. Procesos de conformado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ibilonjavirtual.com/moldeo-por-compresion/>>

INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SEVILLA. Sistemas de planificación: planificación de necesidades MRP [en línea]. Sevilla: La Universidad [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60082/fichero/Cap%C3%ADtulo+4.pdf>>

JIMÉNEZ GUERRA, Laura Marcela. Optimización proceso creación de clientes [en línea]. Medellín: Tecnológico de Antioquia – Institución Universitaria [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://dspace.tdea.edu.co/bitstream/tda/191/1/OPTIMIZACION%20PROCESO%20CREACION%20DE%20CLIENTES.pdf>>

LEAN MANUFACTURING. Andon – Control visual: Qué es, tipos y ejemplos de aplicación [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://leanmanufacturing10.com/andon>>

LEAN SOLUTIONS. 7 desperdicios Mura, muri, muda - las 3 mu [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.leansolutions.co/conceptos/desperdicios/>>

------. Metodología 5s [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 noviembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>>

LEAN SOLUTIONS. SMED – Single minute Exchange of Die [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.leansolutions.co/conceptos/smed/>>

MONTALVO, Luis. Plásticos industriales y su procedimiento [en línea]. Bogotá: Monografías.com [citado 10 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.monografias.com/trabajos32/procesamiento-plasticos/procesamiento-plasticos.shtml>>

NIÑO, Ángela y OLAVE, Carolina. Modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta desde el desarrollo y el mejoramiento de la calidad en el sistema de producción de americana de colchones. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2004. 98 p.

OROZCO, Gustavo. Moldeo por inyección de plásticos, problemas y soluciones [en línea]. Bogotá: Scribd [citado 10 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.scribd.com/doc/68528606/Moldeo-Por-Inyeccion-de-Plasticos-Problemas-y>>

PDCA HOME. VSM – Mapa del flujo de valor (Value Stream Mapping) [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.pdcahome.com/vsm-value-stream-mapping-mapeo-del-flujo-de-valor/>>

PREZI. Indicadores de producción [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 octubre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://prezi.com/vogaqhgjomzw/regionalizacion-de-indicadores-de-produccion/>>

PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS. Torno protocolo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://praduccion.blogspot.com.co/2016/03/produccion-unidad-1-2.html>>

QUEVEDO, Margarita. Sistema MRP [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://smanufactura.blogspot.com.co/2011/10/antecedentes-historicos-del-mrp.html>>

QUINTANA, Pámela. Propuesta para la implementación de un sistema de producción, basado en técnicas de lean manufacturing [en línea]. Bogotá: Universidad Javeriana [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL:<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7356/tesis392.pdf?sequence=>>>

REVISTA DINERO. Hacia un mundo que consume menos plástico: ¿Qué pasa con Colombia? [en línea]. Bogotá: La Revista [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.dinero.com/economia/articulo/oportunidad-para-colombia-en-el-mercado-mundial-de-plasticos-/217899>>

ROMERO, Angel Antonio. La herramienta kanban. Implementación y reglas [en línea]. Bogotá: AAR Managment [citado 20 octubre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.angelantonioromero.com/la-herramienta-kanban-implementacion-y-reglas/>>

RUIZ LARROCHA, Elena. Nuevas tendencias en los sistemas de información. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, 2017. 344 p.

SITIES GOOGLE. Proceso de barrenado (taladrado) [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://sites.google.com/site/ccm2107f9/proceso-de-barrenado-taladrado>>

SLIDESHARE. Fallas de apariencia [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/avanzado2/5-las-fallas>>

----- . Rotomoldeo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL:http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/23839_78931.pdf>

STARR, M.K. Production; Management, Systems and Synthesis. 2 ed. México: Prentice Hall, 1972. 355 p.

TECNO BLOG SAN MARTIN. Moldeo por calandrado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://tecnoblogsanmartin.wordpress.com/2010/10/27/moldeo-por-calandrado/>>

TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS. Inmersión [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: URL:<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/06/inmersion.html> //

----- . Retomoldeo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/06/rotomoldeo.html>>

----- . Soplado [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/03/inyeccion-soplado.html>>

TEXTOS CIENTÍFICOS. Inyección [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.textoscientificos.com/polimeros/moldeado>>

UNIVERSIDAD DE SANTANDER. Tipos de sistema de producción [en línea]. Bucaramanga: La Universidad [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://ual.dyndns.org/Biblioteca/Admon_de_la_Produccion/Pdf/Unidad_04.pdf>

UNIVERSIDAD IBI VIRTUAL. Moldeo por comprensión [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ibilonjavirtual.com/moldeo-por-compresion/>>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. Henry ford [en línea]. México: La Empresa [citado 10 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/historia/carrera_historia_ford.html>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Manufactura MRP [en línea]. Quitó La Universidad [citado 20 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://prezi.com/rjttixnk19l2/planificacion-de-recursos-de-manufactura/>>

W3 GROUP CANADA INC. 5 s [en línea]. México: Slide share [citado 10 septiembre, 2017]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.slideshare.net/MarekPiatkowski /manual-del-instructor-5s-master-lean](https://www.slideshare.net/MarekPiatkowski/manual-del-instructor-5s-master-lean)>

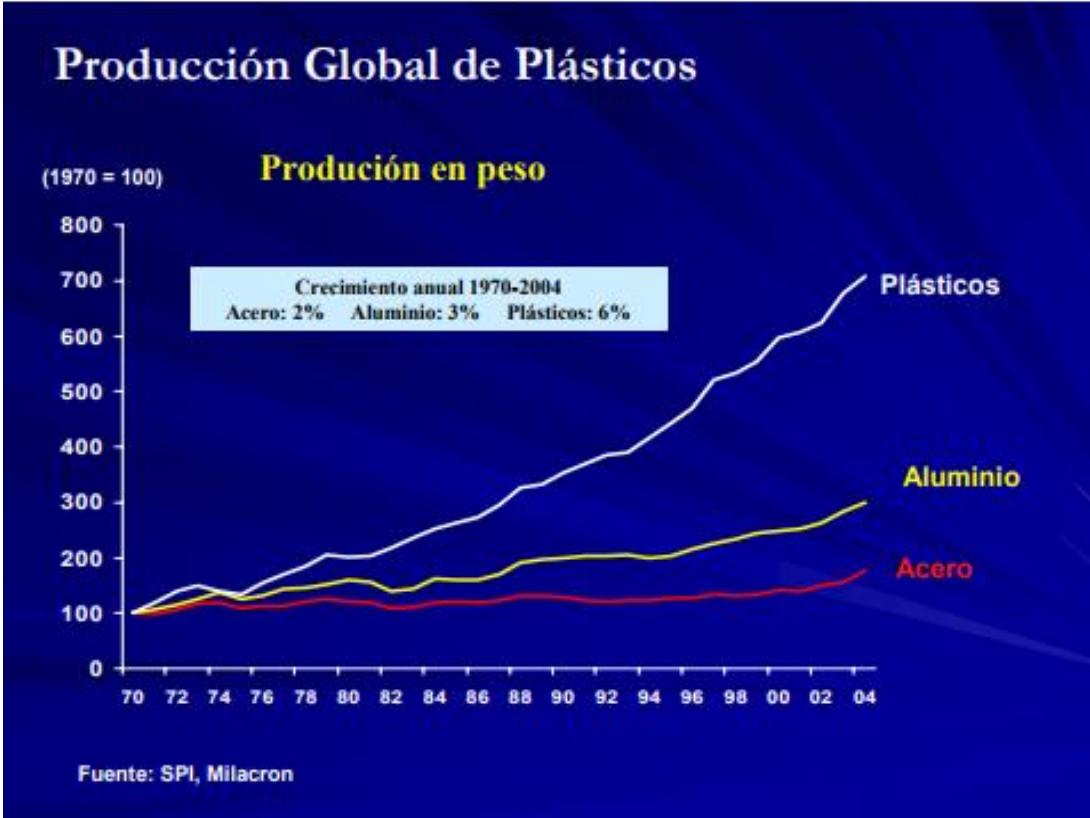
WARIBO. Lean manufacturing: origen y consolidación de un modelo genial [en línea]. Valencia: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.waribo.es/blog/lean-manufacturing-que-es/>>

WIRC LEAN MANUFACTURING. Herramientas del Lean manufacturing [en línea]. Bogotá: Scrib [citado 15 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <http://leanmanufacturingunal.blogspot.com.co/p/herramientas-del-lean-manufacturing.html>>

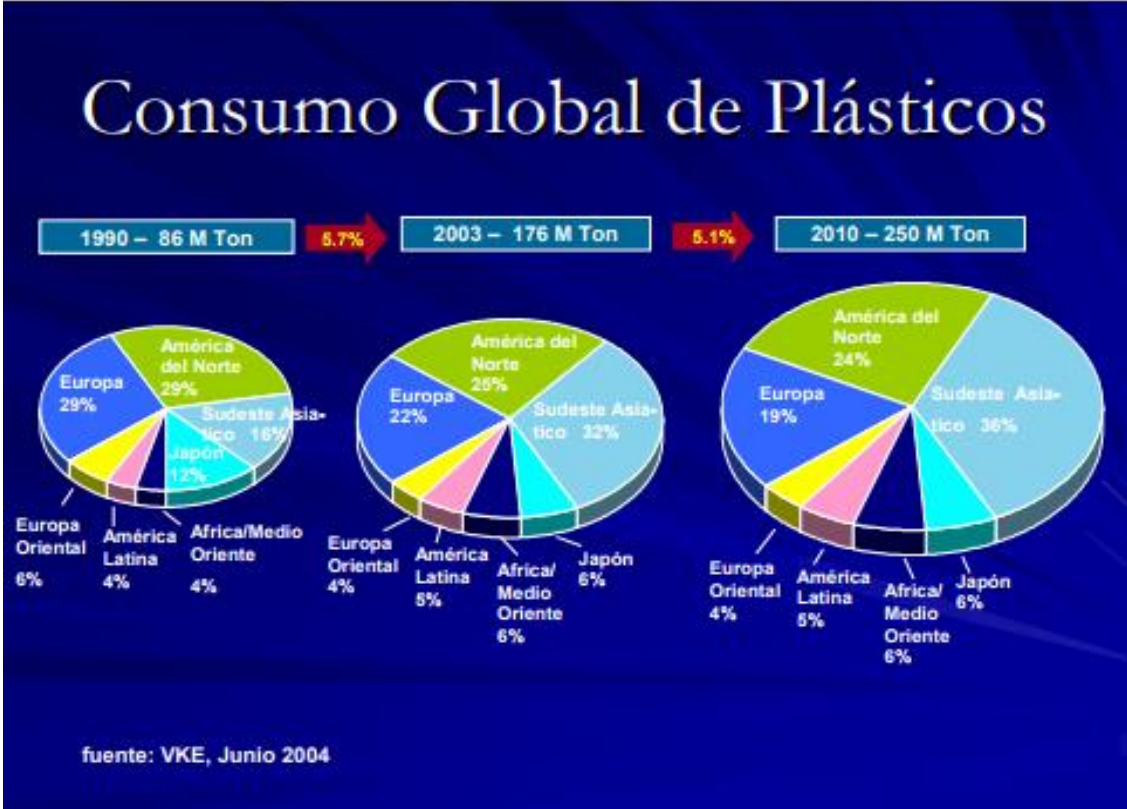
ZEN EMPRESARIAL. Las 5 S's [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 12 agosto, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://zenempresarial.wordpress.com/2009/12/28/las-5-s%C2%B4s-la-quinta-shitsuke-o-disciplina/>>

ANEXOS

Anexo A. Producción Global de Plásticos

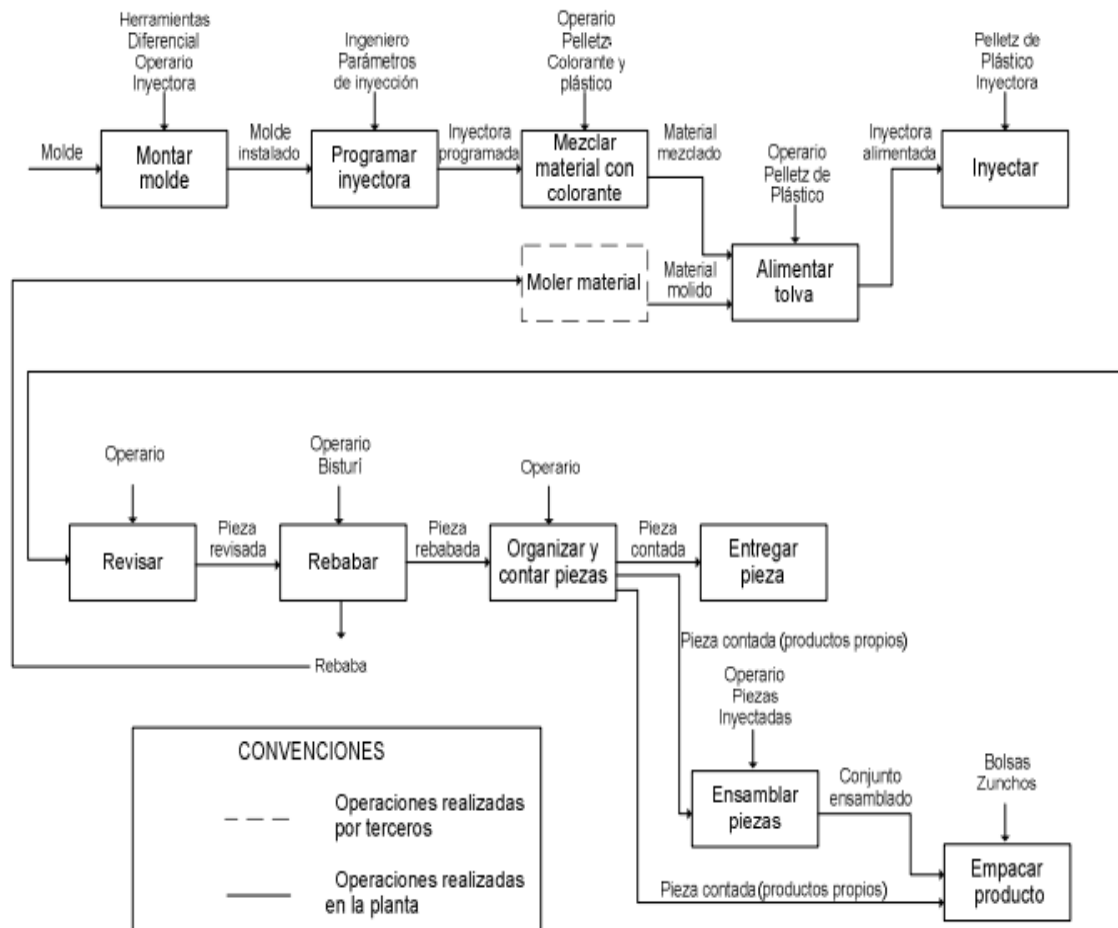


Anexo B. Consumo Global de Plásticos



Anexo C. Proceso General de Producción

Proceso general de producción de artículos plásticos



Anexo D. Hoja de Verificación

VARIABLES A EVALUAR	CUMPLE		IMPACTO
	SI	NO	
AREA DE TRABAJO			
Existe una buena ubicación por accesibilidad y desplazamiento de maquinaria, equipos y demás puesto de trabajo			
Las paredes y ventanas están limpias y en buen estado			
Los pisos están en buenas condiciones físicos, parejos, regulares no resbaladizos			
los pisos se encuentran limpios , sin desperdicios, materiales innecesarios			
existen basureros en el puesto de trabajo adecuados para el trabajo			
Existe un área de almacenamiento se desechos de materiales, bien establecida y en condiciones adecuadas			
Existe un área de almacenamiento de equipos en desuso			
Los procedimientos de trabajo incluyen dejar la estación de trabajo limpio y libre de obstáculos			
El sistema de iluminación esta mantenido de forma eficiente y limpio			
Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas			
ALMACENAMIENTO DE MATERIALES			
Se encuentra almacenados los materiales de la manera adecuada según peso, tamaño y peligrosidad			
Están identificados los materiales, productos y zonas de almacenamiento			
El almacenamiento de materiales peligrosos cumple con las medidas de seguridad necesarios para ellos			
Los materiales están organizados en su sitio sin invadir zonas de paso			
Al finalizar el día el área de trabajo queda limpia, sin desechos, herramientas y otros			
MAQUINARIA Y EQUIPO			
Se encuentra limpio y libre de objetos innecesarios			
Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad requerida			
se encuentran libres de objetos, sustancias no necesarias			
HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE TRABAJO			
Existe un lugar donde guardar las herramientas una vez utilizadas			
Se colocan las herramientas en su lugar cada vez que se dejan de utilizar			
Las herramientas y quipo de trabajo se encuentran limpias			
Las herramientas y equipo de trabajo se encuentran en			

buenas condiciones			
EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL			
Los equipos de protección personal están limpios			
Hay un lugar adecuado para guardar los equipos de protección personal después de usarlos			
TOTAL DE PUNTOS POSITIVOS			
TOTAL DE PUNTOS NEGATIVOS			
TOTAL			

PUNTAJE

SI/NO VALOR=	4.17
---------------------	------

CONDICIÓN	ORGANIZADO	FALTA ORGANIZACIÓN	DESORGANIZADO
PUNTAJE	100-80	79-61	60-0

Anexo E. Tarjeta Roja

TARJETA ROJA				
NOMBRE DEL ARTICULO				FOLIO N
CATEGORIA A	1.maquinaria			4.materia prima
	2.accesorios y herramientas			5.producto terminado
	3.instrumental de medición			6.residuos
FECHA	LOCALIZACIÓN		TIPO DE COORDENADA	
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA			
RAZON	1.no se necesitan			5.Usos desconocido
	2.defectuoso			6.contaminante
	3.No se necesita pronto			7.otro
	4.Material de desperdicio			
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	2.vender	3,otros	desecho completo
	4.mover áreas de tarjetas rojas			
	5.Mover otro almacén			
	6.Regresar proveedor int o ext			firma autorizada
FECHA DE DESECHO	FIRMA			FECHA DE DESPACHO

Anexo F. Hoja de Limpieza

NOMBRE DEL OPERARIO		FECHA		
HORA				
PROCESO				
ACTIVIDAD	SI	NO	OBSERVACIÓN	
Limpieza de herramientas				
Los materiales están organizados en su sitio sin invadir zonas de paso				
lugar de trabajo limpio				
los pisos se encuentran limpios , sin desperdicios, materiales innecesarios				
basura clasificada				