

“Propuesta para la mejora del Proceso de producción en la empresa JPLAST S.A.S mediante la filosofía Lean Manufacturing”

Diana Mercedes Ramírez Caballero
Jhairton Mauro Martínez Cucunuba

Universitaria Agustiniana
Programa de Ingeniería Industrial
Bogotá, D.C
2019

“Propuesta para la mejora del Proceso de producción en la empresa JPLAST S.A.S mediante la filosofía Lean Manufacturing”

Diana Mercedes Ramírez Caballero
Jhairton Mauro Martínez Cucunuba

Director
Ing. Nelson Cruz Villarraga

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana
Programa de Ingeniería Industrial
Bogotá, D.C
2019

Dedicatoria

Queremos dedicar este trabajo primero a Dios que nos ha dado las fuerzas, a nuestras familias que han sido incondicionales en todo, dándonos amor, apoyo y teniendo paciencia en la culminación de nuestros estudios.

Han sido siempre nuestra motivación para seguir alcanzado nuestros sueños.

Agradecimientos

La gloria y honra a Dios por permitir alcanzar este sueño tan anhelado de culminar nuestra carrera, gracias por darnos la sabiduría y el conocimiento para ver cumplido un sueño más en nuestras vidas.

Gracias a nuestras familias que siempre creyeron en nosotros en nuestras capacidades, gracias por las palabras de aliento, sus consejos, su mano amiga que nos levantó de cada tropiezo que se presentó en el camino.

Gracias Universitaria Agustiniiana por creer en nosotros y brindarnos la oportunidad de estudiar y apoyarnos en este trayecto académico, gracias profesores porque de cada uno aprendimos nos llevamos en nuestra mente y corazón cada una de sus enseñanzas que han dejado huella para ser cada día mejores.

Resumen

Este trabajo es una propuesta de implementación de algunas herramientas de Lean Manufacturing en la fábrica de bolsas plásticas tipo camiseta JPLAST, ya que carece de estrategias que agregan valor a su producción. Esta metodología se propone para alcanzar el buen funcionamiento de la empresa en todas las áreas de manera constante, con objetivo de aumentar la efectividad y eficiencia en todos los procesos, así como el aprovechamiento de los recursos disponibles de materia prima, máquinas y talento humano, disminuyendo los despilfarros y tiempos muertos para que se vea reflejado el aumento de la productividad y la disminución de costos. Proponer en la empresa una estrategia de orden y limpieza que genere cultura organizacional, quitar los procesos que no agregan valor y minimizar tiempos en cada labor por trabajos que son innecesarios y estar en una mejora continua. Se propone un cambio de mentalidad en los operarios y áreas administrativas siendo flexibles a la innovación.

Palabras clave: efectividad, Lean Manufacturing, productividad, mejora continua.

Abstract

This work is a proposal for the implementation of some Lean Manufacturing tools in the JPLAST t-shirt factory, since it lacks strategies that add value to its production. This methodology is proposed to achieve the proper functioning of the company in all areas in a constant manner, with the aim of increasing the effectiveness and efficiency in all processes as well as the use of available resources of raw materials, machines and human talent, decreasing Wastage and downtime so that increased productivity and lower costs are reflected. Propose in the company a strategy of order and cleanliness that generates organizational culture, remove processes that do not add value and minimize time in each task for jobs that are unnecessary and be in continuous improvement. A change of mentality is proposed in the operatives and administrative areas, being flexible to changes and innovation.

Key words: effectiveness, Lean Manufacturing, productivity, continuous improvement

Tabla de contenidos

Introducción	14
Justificación.....	15
1. Planteamiento del problema	16
1.1 Antecedentes del problema	16
1.2. Descripción del problema	17
1.2.1. Árbol de problema.....	18
1.2.2. Espina de pescado.	19
1.2.3. AMEF.....	20
1.2.4. VSM (Value Stream Mapping)	22
1.3. Formulación del problema	24
1.4. Pregunta de investigación	24
2. Alcance	25
3. Limitaciones	26
4. Delimitaciones.....	27
5. Objetivos.....	28
5.1. Objetivo general	28
5.2. Objetivos específicos	28
6. Marco referencial.....	29
6.1. Antecedentes de investigación	29
6.2. Historia de la filosofía Lean Manufacturing	31
7. Marco teórico.....	32
7.1. Herramientas de lean manufacturing.....	32
7.2. SMED (single minute Exchange).....	32
7.3. 5S.....	34

7.4. Takt Time	35
7.5. Andón (control visual).....	35
7.6. Las siete mudas.....	36
7.7. TPM.....	37
7.8. Mapeo de proceso (VSM)	37
7.9. Kaizen.....	39
7.10. Kanban. (EL SISTEMA PULL).....	39
7.11. OEE (Overall Equipment Effectiveness).....	41
8. Marco conceptual	43
9. Marco legal	44
10. Marco metodológico.....	45
10.1. Tipo de investigación	45
10.2. Variables de investigación	46
10.3. Hipótesis de investigación.....	47
10.4. Tamaño poblacional y muestra	48
10.5. Proceso metodológico	48
10.6. Tratamiento de la información	49
11. Diagnostico Lean.....	50
12. Propuesta	54
12.1. 5S.....	54
12.2. Indicadores OEE	63
12.3. SMED.....	65
12.4. Andón	68
12.5. Kanban	69
12.6. Cronograma de actividades.....	70

12.7. Presupuesto	72
12. Conclusiones.....	73
13. Recomendaciones	76
Referencias.....	77
Anexos.....	79
Proceso de corte y sellado	99
Inventario materia prima	99
Mezcla de la resina.....	101
Proceso de extrusión	101

Lista de figuras

Figura 1. Promedio de producción semanal por operarios.....	15
Figura 2. Informe promedio diario de producción por máquina.....	16
Figura 3. Árbol problema.....	18
Figura 4. Diagrama de Ishikawa.....	19
Figura 5. Histograma AMEF.....	21
Figura 6. (Value Stream Mapping).....	22
Figura 7. La casa de Lean Manufacturing.....	32
Figura 8. VSM Icons.....	38
Figura 9. Pasos para tablero kanban.....	41
Figura 10. Indicadores del OEE.....	42
Figura 11. Marco conceptual utilización de herramientas de Lean para la empresa JPLAS SAS, en el área de producción.....	43
Figura 12. Proceso Metodológico.....	49
Figura 13. Grado de madurez en JPLAS S.A la metodología Lean.....	52
Figura 14. Red diagnostico lean.....	53
Figura 15. Seiri actual.....	55
Figura 16. Seiri propuesto.....	55
Figura 17. Seiton actual.....	56
Figura 18. Seiton propuesto.....	56
Figura 19. Seiso actual.....	58
Figura 20. Seiso propuesto.....	58
Figura 21. Seiketsu actual.....	60

Figura 22. Seiketsu propuesto.....	60
Figura 23. Shitsuke Actual.....	61
Figura 24. Shitsuke propuesto.....	61
Figura 25. Diagrama de red del estudio 5S.....	63
Figura 26. Almacenamiento actual de rollos plásticos.....	66
Figura 27. Almacenamiento Propuesto de rollos plásticos y transporte.....	67
Figura 28. Transporte auxiliar propuesto.....	67
Figura 29. Estand o repisa para repuestos de las maquinas.....	68
Figura 30. Estand propuesto para el stock de repuestos.....	68
Figura 31. Sirenas o alarmas de luz.....	69
Figura 32. Cronograma de actividades.....	71
Figura 33. Cartade la empresa.....	80
Figura 34. Proceso de corte y sellado.....	99
Figura 35. Inventario materia prima.....	100
Figura 36. Mezcla de la resina.....	101
Figura 37. Proceso de extrusión.....	101

Lista de tablas

Tabla 1. Diagrama AMEF (análisis del modo y efecto de fallas).....	20
Tabla 2. Tiempo Takt.....	23
Tabla 3. Marco legal (2004). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Sector Plásticos Guías Ambientales.....	44
Tabla 4. Variables de investigación.	46
Tabla 5. Muestra de población.	48
Tabla 6. Criterios generales de puntuación.	50
Tabla 7. Puntuación del diagnóstico lean.....	51
Tabla 8. Estudio Seiri.....	55
Tabla 9. Estudio Seiton.	57
Tabla 10. Estudio Seiso.....	58
Tabla 11. Estudio Seiketsu.....	60
Tabla 12. Estudio Shitsuke.....	61
Tabla 13. Resmen de puntaje 5S.....	62
Tabla 14. Análisis OEE.....	64
Tabla 15. Calificativo y consecuencias del OEE.	65
Tabla 16. Tablero Kanban.....	70
Tabla 17. Presupuestos.....	72
Tabla 18. COMUNICACIÓN & CULTURA.....	81
Tabla 19. CRM.....	83
Tabla 20. SISTEMAS VISUALES 5S's & ORGANIZACIÓN PUESTO DE TRABAJO.	84
Tabla 21. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL.....	86

Tabla 22. POKA YOKE.....	88
Tabla 23. SMED.....	90
Tabla 24. TPM.	92
Tabla 25. PULL SYSTEM.....	94
Tabla 26. BALANCEADO DE LA PRODUCCIÓN.	96
Tabla 27. PLANILLA DE PRODUCCION DIARIA DE MILLARES.	97
Tabla 28. INFORME PROMEDIO DIARIO DE PRODUCCION POR MAQUINA.	98

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una propuesta en el área de producción en la empresa J. PLAST SAS fábrica de bolsas de plástico tipo camiseta, realizando un análisis en el proceso para identificar los puntos de oportunidad, proponiendo la aplicación de algunas herramientas de Lean Manufacturing que se ajusten a cada necesidad.

Los indicadores importantes a destacar es el OEE (Efectividad total de los equipos), muestra en el área de producción maquinas selladora, cortadora y extrusión presentan una baja eficiencia, evidenciando tiempo perdido considerado como tiempo Set-up (Tiempo que se tarda en preparar la máquina y/o tiempo de mantenimiento o limpieza).

Se destaca también la herramienta SMED (Single Minute Exchange of Die) este método propone reducir los cambios de producción en solo un dígito de minutos es decir en menos de 10 minutos, aumentando la productividad y evitando tiempos muertos también disminuyendo pérdidas de material y defectos.

Los principales problemas que encuentran los operadores en el cambio, la falta de herramientas para el desempeño, no hay aviso de la máquina dando a conocer que no hay rollo, deficiencia en la comunicación del supervisor y entre los operarios.

Estas herramientas de Lean Manufacturing ayudarán eliminar aquellas actividades que no agregan valor, están son las más destacadas y utilizadas en la propuesta: VSM (mapa de valor), Eventos Kaizen ANDON (ayudas visuales) 5s, POKA-YOKE, KABAN, SMED.

El presente trabajo se enfatizará en la disminución del tiempo y estandarización de los procesos en las máquinas y en los operarios.

Se realiza un análisis de toma de tiempos en la producción de las máquinas y el desempeño de los operarios verificando la producción diaria semanal y mensual del producto, así mismo diseñando un AMEF (análisis de modo y efecto de fallos) que ayuda a identificar problemas potenciales, como fallas en las máquinas, productos defectuosos, desperdicios en tiempos y re trabajos.

Justificación

JPLAST S.A.S se considera una empresa joven ya que lleva tan solo 6 años de funcionamiento, su crecimiento ha sido muy rápido, la empresa no tiene mucho conocimiento sobre métodos de mejora u optimización y por tal motivo siguen trabajando bajo la idea de que entre más produzcan más ganancia tienen, no se preocupan por la competitividad en el mercado, máquinas y operarios con espera o tiempos ociosos, movimientos poco productivos y bodegas llenas de inventario (materia prima y producto en proceso).

Con la siguiente figura se demuestra la producción promedio semanal de 12 operarios en millares de kilogramos, como se podrán dar cuenta hay algunos que tienen un rendimiento de producción muy bajo lo que se considera como una perdida ya que se supone que todos los operarios deben estar igual de capacitados, así poder generar resultados estandarizados y poder medir eficazmente el nivel de producción de la empresa.

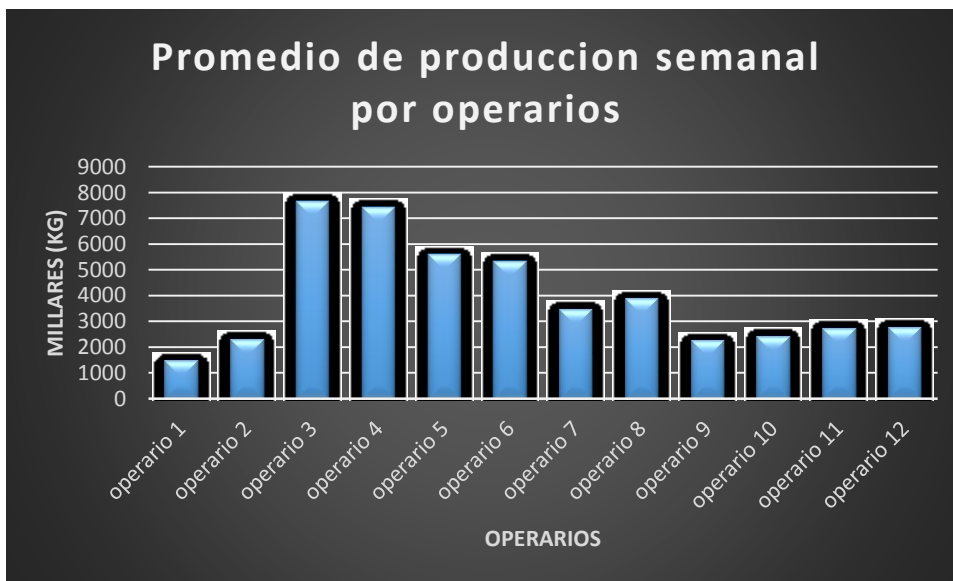


Figura 1. Promedio de producción semanal por operarios

En la figura 7 se podrán dar cuenta que las maquinas en el proceso de extrusión no todas están cumpliendo con su máxima capacidad ya que no se generan mantenimientos preventivos o

correctivos, debido a esto se generan posibles fallos en las maquinas lo que nos lleva a perder tiempo (espera), defectos en el producto, etc. Debido a esto la meta de producir 200 toneladas mensuales apenas se puede realizar ya que la empresa no está trabajando al 100% de su capacidad y si está generando desperdicios.

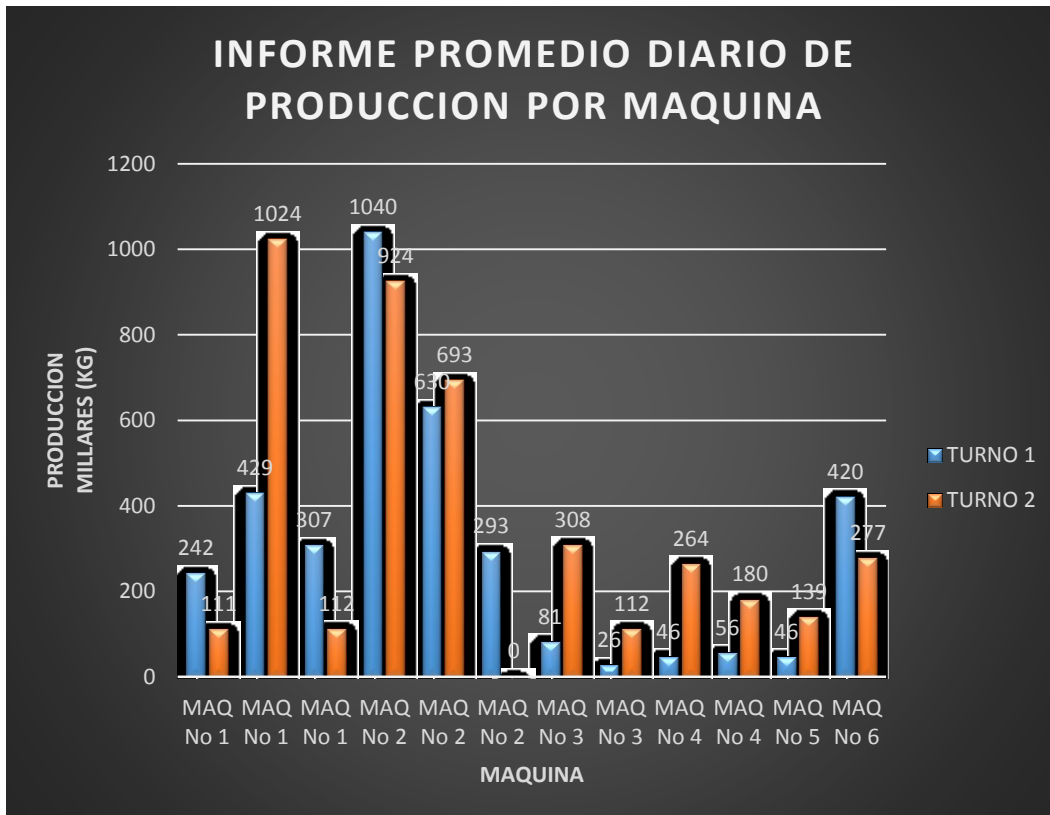


Figura 2. Informe promedio diario de producción por máquina.

1. Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes del problema

J. PLAST SAS es una empresa fundada en el año 2011, con N.I.T: 900444530-2 Régimen común, ubicada en la ciudad de Bogotá Carrera 68 No. 36-09 en el barrio Carvajal, cuenta con

dos bodegas con un área de 45 metros cuadrados y la otra de 52 metros cuadrados. Tienen 45 empleados de los cuales 15 son directos y 30 son temporales.

Es una Empresa dedicada a la fabricación de Bolsas de plástico, tiene una trayectoria corta en el mercado, no fabrican por pedido, fabrican una cantidad igual mensual de bolsas de todos los tamaños, grosor y colores. Todos los tipos de bolsas plásticas ya sea para uso doméstico o industrial se fabrican a partir del petróleo, donde es convertido en un gas llamado etileno. El gas obtenido se polimeriza y solidifica hasta crear el polietileno o polímero de etileno, el cual es cortado en pequeños granos e introducidos en sacos, para posteriormente emplearlo como materia prima para la fabricación de bolsas plásticas.

Para fabricar las bolsas de plástico el material pasa por una serie de procesos, tales como:

Extrusión: es donde se realizan las mezclas del material y los aditivos necesarios, ya sea de alta o baja densidad del polietileno empleado, así como, también se define el color y si la bolsa poseerá una superficie porosa o lisa.

Corte: Finalmente los rollos de película llegan al proceso de corte, donde una cortadora, diseña y fija los tamaños, ya sea para el acabado de una bolsa camiseta. En este proceso se forman las asas, del alto y ancho de la bolsa Quiminet (2012).

J. PLAST SAS es una fábrica que carece de procesos estandarizados y controles de calidad, verificación de los estados de las máquinas, se hace referencia a utilizar herramientas y métodos que ayuden a elevar la productividad. Por lo tanto, no tienen práctica en herramientas para la mejora de la producción o eliminación de desperdicios ya que la empresa es muy joven y no invierten en métodos de mejora para aumentar la eficiencia de sus procesos de producción .

1.2. Descripción del problema

Es una empresa joven y está en constante crecimiento y aun no contemplan ningún tipo herramienta de eliminación de desperdicios u optimización para los procesos de producción, esto conlleva a que con el tiempo se presenten posibles fallas potenciales en alguno de los procesos.

JPLAST S.A.S actualmente está adquiriendo nueva maquinaria para el proceso de extrusión, pero no se da cuenta que tanto en el proceso de corte y de extrusión se están generando problemas de desperdicios y en la búsqueda de ellos se encontró que existen pérdidas de tiempo, transporte, procesos inapropiados, inventario de materia prima y en proceso, movimientos innecesarios y por ultimo defectos en el producto terminado.

1.2.1. Árbol de problema.

En la siguiente figura se evalúan las causas y efectos que se presentan en los procesos de producción de corte y extrusión, se puede evidenciar que se generan varios desperdicios o problemas concernientes a las 7 mudas + 1 según Meier (2006) “sobreproducción, transporte, tiempo de espera, procesos inapropiados, exceso de inventario, defectos, movimientos innecesarios y talento humano”.

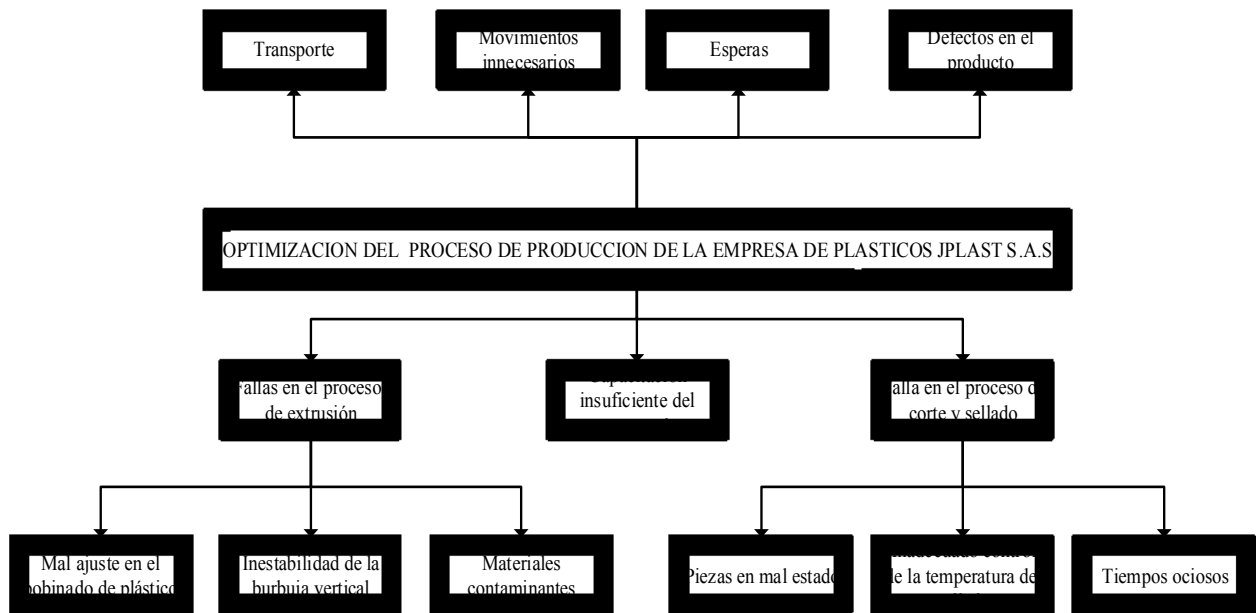


Figura 3. Árbol problema.

1.2.2. Espina de pescado.

Según Ishikawa (1943) “Consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha “

El diagrama se utiliza para facilitar en análisis de problemas y sus posibles soluciones en los procesos de producción.

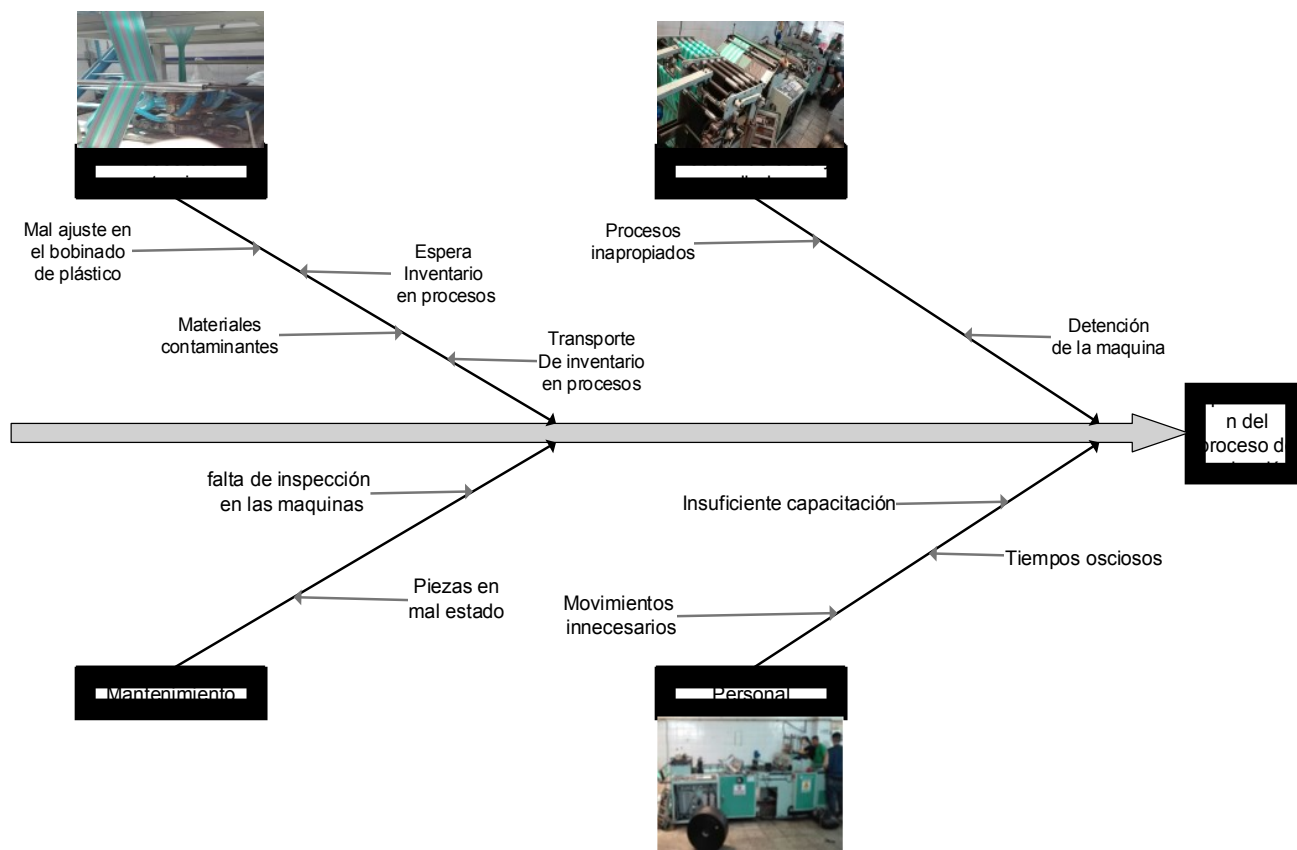


Figura 4. Diagrama de Ishikawa.

1.2.3. AMEF

Se puede evidenciar de forma más directa o fácil las posibles fallas o defectos que se puedan producir en los procesos de producción y así poder prevenirlos antes de que ocurran.

Tabla 1.

Diagrama AMEF (análisis del modo y efecto de fallas).

A.M.E.F de proceso		ANALISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA							produccion							
		Descripcion	nombre del proceso: fabricacion de bolsas plasticas tipo camiseta							extrusion, corte y sellado						
descripcion del proceso	funcion del proceso	modo de falla	efecto de la falla	causa de la falla	acciones actuales	Situacion Actual				acciones recomendadas	responsable	Evaluacion De Mejoras				
						ocurrencia	severidad	deteccion	NPR inicial			ocurrencia	severidad	deteccion	NPR final	
Extrusion	modelacion del plastico	problemas con el cabezal	parada de maquinaria, errores en las características físicas del producto.	ingreso de materiales contaminantes a la empresa.	inspeccion visual.	8	5	6	240	verificar continuamente que el cabezal donde se enrolla el plastico este funcionando adecuadamente y no hallan materiales contaminantes en el producto en proceso	jefe de produccion	se implanto las acciones recomendadas	4	5	5	100
Corte y Sellado	sellado de plastico	altas temperaturas en el parche	deformacion del plastico por las altas temperaturas, defectos en el producto terminado.	inadecuado control de la temperatura del sellado	inspeccion visual.	7	5	5	175	capacitar al operario para el adecuado uso de la maquina	jefe de produccion	se implanto las acciones recomendadas	5	5	4	100
Extrusion	caudal de produccion	inestabilidad de la burbuja vertical	baja calidad en el producto, el polimero se fractura, disminucion del producto tomado.	la velocidad de flujo muy alta.	inspeccion visual y muetsreo.	7	5	4	140	capacitar al operario para el adecuado uso de la maquina	jefe de produccion	se implanto las acciones recomendadas	5	4	4	80
Corte y Sellado	cortado de plastico	fallo en las medidas de cortado	parada de maquinaria, producto defectuoso, producto no cortado.	piezas en mal estado	inspeccion visual.	5	3	4	60	capacitar al operario para el adecuado uso de la maquina	jefe de produccion	se implanto las acciones recomendadas	3	2	3	18
Corte y Sellado	cambio de rodillos	cambio de rodillos	parada de la maquinaria.	tiempo ocioso del operario	ninguna	5	5	2	50	fixar un tiempo limite para cambiar el rodillo y asi no genere tiempo ocioso ni perdidas en produccion	jefe de produccion	se implanto las acciones recomendadas	3	3	2	18
Extrusion	bobinado plasticos	falla en el bobinado de plastico	demora en el proceso, defectos en el producto terminado, parada de maquinaria.	un mal ajuste al inicio del proceso.	inspeccion visual	7	3	2	42	verificacion periodica en el proceso, capacitaciones sobre el adecuado uso de la maquina	jefe de produccion	se implanto las acciones recomendadas	4	3	2	24

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la anterior tabla se demuestra los NPR de los procesos productivos de extrusión y corte, se evidencia que el NPR más alto o de mayor grado se encuentra en el proceso de extrusión ya que es un proceso donde se manejan diversas variables como temperatura aire y medidas del tipo de bolsa. Teniendo esto en cuenta la meta es reducir ese NPR para los procesos productivos de la empresa y así generar una mayor eficiencia en estos procesos

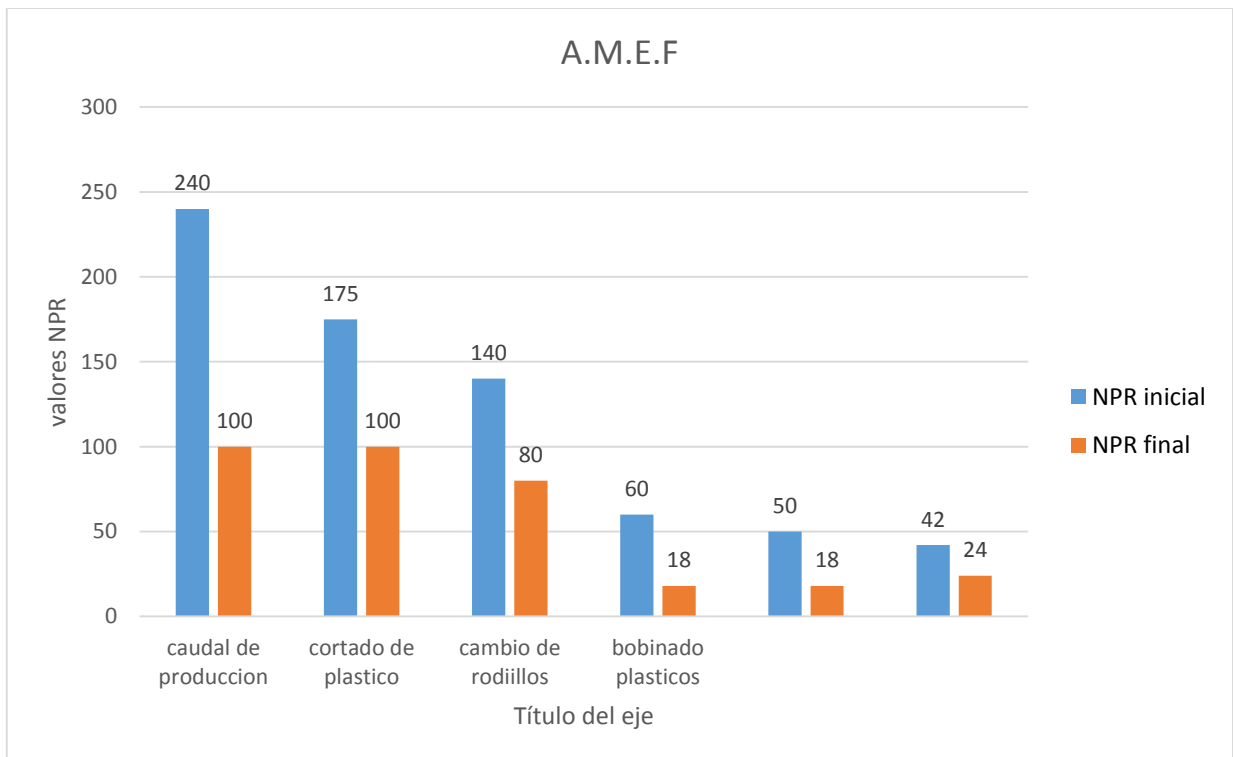


Figura 5. Histograma AMEF

1.2.4. VSM (Value Stream Mapping)

Para determinar sistemáticamente como se ve afectada la cadena de valor del proceso, se elaboró un VSM (Value Stream Mapping) como herramienta utilizada en para analizar los flujos de materiales e información que se requieren para poner a disposición del cliente el producto o servicio.

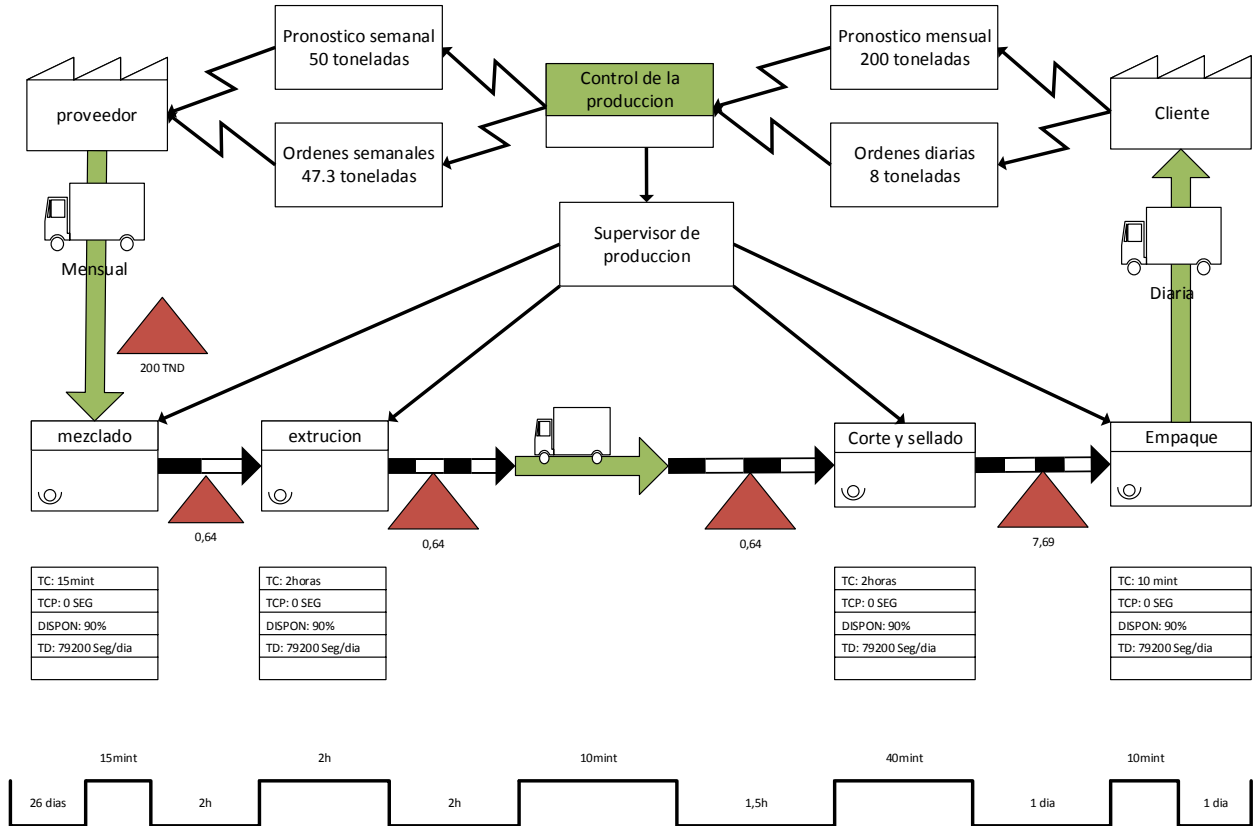


Figura 6. (Value Stream Mapping).

De acuerdo al VSM se demuestra que hay varios tipos de desperdicio y el más notable en toda la cadena de producción es el del inventario del producto en proceso ya que des pues de terminar el proceso de extrusión entra a un tiempo de espera (inventario en proceso) después de 2h es trasladado a la segunda bodega y vuelve a entrar en un periodo de espera promedio de 2h y así poder iniciar nuevamente el proceso de corte.

Tabla 2.
Tiempo Takt

tiempo takt		
jornada laboral	12	hora/turno
tiempo de almuerzo	1	hora/turno
numero de turnos	2	turno diarios
días hábiles por mes	26	días al mes
demanda mensual	200	toneladas al mes

Fuente: elaboración propia

tiempo disponible	11	horas/turno
tiempo disponible	660	mint/turno
tiempo disponible	79200	seg/día
demanda diaria	7,69	toneladas/día

tiempo takt	10296	seg/tonelada
-------------	-------	--------------

Según Oskar Olosson define el “‘Tiempo Takt’ es el tiempo que toma producir un artículo para poder satisfacer la demanda promedio del cliente. Esto toma en cuenta el tiempo de trabajo productivo promedio del proceso de manufactura.”

1.3. Formulación del problema

Debido a lo anterior se pretende aplicar algunas herramientas para la mejora u optimización de los procesos en la Empresa J. PLAST S.A.S, eliminando desperdicios que no generan valor a los procesos de producción y obtener ganancias en cada uno de ellos.

¿Con que herramientas podemos analizar el desempeño actual del proceso de producción?

¿Qué herramientas son las más factibles para la mejora u optimización de los procesos de producción de la empresa?

¿Cómo podemos disminuir los costos y tiempos muertos en los procesos de producción?

1.4. Pregunta de investigación

¿Cómo mejorar el proceso de producción de la empresa de plásticos JPLAST S.A.S?

2. Alcance

Según este reporte del periódico EL ESPECTADOR, (2017) la industria del plástico consume cada año alrededor de 1,2 millones de toneladas de este material, lo que corresponde a un consumo de 28 kilos por habitante. Comparada con otros países es baja.

Se une a la estadística del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2017) la producción de elementos plásticos ha tenido una caída de 0,9% en el 2017, esto significa que las ventas también bajaron 2,1%, en los supermercados principales.

La fábrica J. Plast. S.A.S distribuye a tenderos y cuenta con clientes propios a nivel local y nacional, este tipo de bolsas tipo camiseta no tiene estampado y su fabricación es lineal en cuanto a medidas y colores.

Se propone esta filosofía de Lean Manufacturing ya que es una empresa joven que necesita herramientas más avanzadas para incrementar su producción y permanecer en el mercado siendo más competitiva con mayor influencia en el sector.

Esta herramienta permitirá aclarar cada uno de los procesos y subprocesos que ayudara a identificar incumplimientos, defectos y deficiencias, despilfarros y tiempos muertos que estropean la productividad.

Con esta filosofía se propone crear a los empleados una cultura y una mentalidad organizada apoyándose en estos nuevos procesos y conservarla de forma continua.

3. Limitaciones

Este proyecto propone a la empresa J. Plast S.A.S un crecimiento en su productividad mediante la filosofía Lean Manufacturing, profundizando en algunas herramientas las cuales se identificaron según la necesidad de cada proceso.

Las limitaciones han sido que los administrativos no buscan a mediano plazo implementar estas herramientas, por la inversión económica que representaría para ellos.

Hay limitaciones tecnológicas, limitaciones en contratar personal profesional de ingeniería, control de calidad, y creación de un software para documentar los procesos.

La empresa cuenta con una nueva infraestructura, pero carece de una buena capacidad instalada de la planta: por otro lado, un empleado tiene hasta dos cargos para evitar sumar a la nómina más personal, esto lleva a la empresa a un decrecimiento.

No existe un control de calidad, quien verifica el producto es el cliente, solo se verifica si hay clientes insatisfechos no sea creado la necesidad.

4. Delimitaciones

Las propuestas mencionadas en este proyecto serán únicamente para el proceso productivo: Extrusoras y Cortadoras adaptando algunas las herramientas de Lean Manufacturing e ingeniería ayudando al operario que sus tareas sean más eficientes con mejores resultados en el trabajo para aplicar la mejora continua en todas las áreas de la empresa.

Se propone las siguientes herramientas de Lean Manufacturing, ANDON la necesidad del área de Extrusión ya que no se evidencia control visual en esta máquina dando aviso al operario de la terminación del material y poder agregar más: la segunda herramienta, KANBAN, estas tarjetas informarán a los operarios y supervisores el proceso del pedido, visualizándolo en tiempo real sin necesidad de visitar cada, el operario estará al tanto del tablero desde que llega la orden. La tercera herramienta es SMED, cambio rápido en menos de 10 minutos o un dígito. Se propone un carro que tenga todos los rollos de la producción del día cerca de las máquinas y a los operarios así se evitaría que ellos se desplacen por toda el área buscando el rollo y el color, de la misma manera el operario tampoco cargaría de tres a cuatro metros los rollos si no que solo es tenerlos a mano con este nuevo transporte, por otra parte, el tiempo disminuye tres minutos en la colocación del rollo a la cortadora. Las OEE, donde evalúa la capacidad real de producir sin defectos y tiempo total. La quinta herramienta las 5S, Nos habla un Mantenimiento integral, una cultura y cambio de mentalidad en el orden y limpieza de la empresa en todas sus áreas brindado un mejor ambiente laboral y su entorno, creciendo en calidad, eliminación de tiempos muertos y reducción de costos.

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mejoramiento al sistema de producción mediante la utilización de algunas herramientas de Lean Manufacturing y del sistema para la empresa JPLAST S.A.S. que permita la optimización de sus procesos de producción.

5.2. Objetivos específicos

- Identificar y cuantificar en volumen los desperdicios que se presentan en el proceso de producción.
- Diagnosticar como se encuentra la organización frente a las herramientas de Lean Manufacturing
- Determinar las herramientas de aplicación de lean para el mejoramiento del proceso productivo
- Establecer el indicador OEE para el proceso de producción
- Proponer las herramientas Lean en la mejora del proceso productivo
- Estructurar la evaluación financiera de la propuesta de mejoramiento al sistema de producción

6. Marco referencial

6.1. Antecedentes de investigación

Un primer trabajo corresponde a la implementación de un modelo de gestión de Lean Manufacturing en la empresa Ajoever, desarrollado por Rocha, (2015). El objetivo de este trabajo manejó la filosofía de Lean Manufacturing para incrementar la productividad y mejora continua, fluidez en sus procesos y sus niveles de eficiencia para lograr mayor competitividad.

Un segundo trabajo corresponde a Cueva Alvarado (2015) se denomina “propuesta de estrategia para aplicar Lean Manufacturing en el área de metalmecánica de la empresa Induglob S.A.

Su objetivo, “llevo a la evaluación de diferentes datos estadísticos como productividad y paro de línea, se elaboraron indicadores con el fin de evidenciar oportunidades de mejora en los procesos, enfocándose en la capacitación, evaluación de procesos y materiales críticos con el objetivo de incrementar un 30% de productividad y disminución del 70% en las averías de equipos y desperdicios demostrando la eficacia de las herramientas de Lean” (cueva, 2015).

Un tercer trabajo corresponde a la “Aplicación Lean Manufacturing en la Industria Colombiana”

Este trabajo hace referencia a las tesis de grado que han presentado los estudiantes de la universidad de Colombia sobre Lean Manufacturing o se ha utilizado algunas de sus herramientas en sus investigaciones las más relevantes son JIT, POKA YOKE, SMED, 5SS, SEIS SIGMA.

El sector industrial escogido es alimenticio, automotriz y metalmecánico, textil, vidrio y cerámica, papeleros y flexo grafía, salud y servicios.

Un cuarto trabajo elaborado por: Arrieta, Domínguez, Echeverri y Gutiérrez (2011) “se vieron mejoras significativas en la mayoría de las empresas debido a la implementación de herramientas de manufactura esbelta, que incluían reducciones importantes de desperdicio, control visual adecuado, organización y mejor aprovechamiento del espacio en la planta, reducción de inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado”. La aplicación de metodología SMED para el cambio de bobina de semi - elaborado en una maquina rebobinadora de papel Higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A”.

Rojas, Cortez (2014) afirma. El objetivo es disminuir el tiempo de cambio de bobina de semielaborado y por ende aumentar el tiempo productivo de la máquina y la línea, eliminando actividades que no generan valor a los procesos y la reducción en los tiempos de alistamiento.

Un quinto trabajo corresponde a Silva Franco (2013) se denomina “Propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la empresa Inversiones CNH SAS”.

Este trabajo hace referencia a lograr optimizar el proceso de fabricación de suelas de zapatos con el fin de determinar las oportunidades de mejora y de esta forma lograr un impacto significativo tanto en la productividad y lo económico de la empresa.

Un sexto trabajo Elaborado por Quintana (2010), “Propuesta para la implementación de un sistema de producción basado en técnicas de Lean Manufacturing que contribuya al control de inventario en proceso, para la sección de confección de colchones en una empresa productora de espuma”.

Tiene como objetivo elaborar un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo y el control de inventario en proceso en la sección de confección utilizando herramientas de Lean Manufacturing, identificar y caracterizar las principales variables susceptibles de mejora en el control de inventario en procesos y establecer cuales herramientas pueden brindar soluciones a los puntos de mejora identificados.

Un séptimo trabajo Elaborado por Chacón & Bonilla (2017) “propuesta de mejora de procesos productivos mediante la filosofía Lean Manufacturing en la empresa tintorería Mega procesos y terminados S.A.S.”

Tiene como objetivo diseño de propuesta enfocado al proceso productivo utilizando varias herramientas de Lean Manufacturing y de ingeniería, como VSM (Value Stream Mapping), OEE (Overall Equipment Effectiveness) KPI (Key performance Indicators).

Un octavo trabajo Elaborado por Jerez (2017) de la universitaria agustiniana, “Implementación de herramientas de Lean Manufacturing para la optimización de los procesos electrolíticos de la empresa ABS Cromosol LTDA”

Tiene como objetivo desarrollar e implementar la metodología de Lean Manufacturing, utilizando las herramientas Kaizen, 5S, VSM, Heijunka y Poka-Yoke, aumentando la

productividad en sus procesos de cromado y niquelado, impulsando a la empresa para que sea más competitiva en el mercado en la industria metalmeccánica.

6.2. Historia de la filosofía Lean Manufacturing

La historia de la filosofía de Lean Manufacturing comienza después de la segunda guerra mundial. Radajell & Sánchez (2010) mencionan que después de esta época, los japoneses tomaron conciencia de su situación económica mundialmente, ya que no contaban con recursos energéticos, se dieron cuenta que dependían de ellos para sobrevivir y desarrollarse.

Toyota lanza un sistema productivo en los años 50 llamado TPS (Toyota Production System) que durante varias décadas demostraron la ventaja competitiva del nuevo modelo productivo, de la misma manera se acuña el termino, Lean Manufacturing fueron Sakichi Toyoda, su hijo Kiichiro, su sucesor Eiji y el gerente de planta de Toyota Taiichi Ohno.

Sakichi se inventó los telares automáticos los cuales se detenían si se detectaba algún hilo roto e indicaba con una señal visual al operador que la máquina se había de tenido y que necesitaba atención.

Esta invención cambio radicalmente el trabajo de los telares ya que permitía a los operadores manejar decenas a la vez, redujo los defectos e incremento los rendimientos.

El sucesor de Kichiro fue sobrino Eiji Toyoda, el cual visito las industrias americanas automovilísticas para aprender de ellas y trasplantar las prácticas de producción automovilística de los Estados Unidos en las plantas de Toyota. Con la ayuda eventual de Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, la compañía Toyota Motor introdujo y mejoro un sistema de manufactura cuyo objetivo era la reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor (actividades que el cliente no está dispuesto a pagar).

“Mientras en la industria automovilística norteamericana se utilizaba un método de reducción de costos al producir automóviles en cantidades constantemente crecientes y una variedad restringida de modelos, en Toyota se plantea la fabricación, a un buen precio, de pequeños volúmenes de muchos modelos diferentes. El reto de los japoneses fue lograr beneficios de productividad sin aprovechar los recursos de las economías de escala y la estandarización taylorista y fordiana.” (Rajadell & Sánchez, 2010, p.5).

7. Marco teórico

7.1. Herramientas de lean manufacturing



Figura 7. La casa de Lean Manufacturing. Lean Solutions (2019)

Una de las herramientas básicas de Lean Manufacturing es SMED, VSM, 5S, MUDAS, KABAN que serán explicadas a continuación.

7.2. SMED (single minute Exchange)

Herramienta de qué forma metodológica busca reducir el tiempo de cambio de referencia en máquinas de entornos productivos. Los pasos para su aplicación son:

- Establecer el tiempo actual del cambio.

- Identificar todas las actividades que se llevan a cabo
- Identificar actividades que pueden ser eliminadas
- Distinguir entre actividades internas y externas
- Eliminar las actividades innecesarias
- Hacer externas todas las actividades posibles
- Optimizar las actividades internas y externas
- Establezca el nuevo tiempo de cambio

Ventajas de SMED

- Reducir tiempo de cambio y desperdicios de arranques.
- Los cambios deben ser repetibles y en un alto nivel de desempeño
- Incrementar tiempo en operación de la máquina
- Mantener alto el desempeño después del cambio
- Produciendo bien a la primera vez

Originalmente single minute Exchange of die, significa que el número de minutos de tiempo de preparación tiene una sola cifra, es decir es inferior a 10 minutos. La necesidad de llegar a un tiempo tan corto proviene de que, reduciendo los tiempos de preparación, se podría minimizar el tamaño de los lotes y por consiguiente reducir los stocks para trabajar en series muy cortas de productos.

La minimización de las existencias, la producción orientada a los pedidos de encargo y una rápida adaptabilidad a las variaciones de la demanda son las ventajas más importantes de un tiempo de preparación no la promueve el personal de la organización científica del trabajo, si no los operarios, reunidos en pequeños grupos de trabajo. La aplicación de esta técnica exige la consideración de las tres ideas fundamentales:

1. Siempre es posible reducir los tiempos de cambio de la serie hasta casi eliminarlos completamente.
2. No es solo un problema técnico, sino también de organización.
3. Solo con la aplicación de un método riguroso se obtienen los máximos resultados a menor coste.

7.3. 5S

Es una metodología japonesa que integra procesos de mejoramiento continuo, creación y mantenimiento de áreas de trabajo limpias, organizadas y seguras “calidad de vida al trabajo”

Son cinco conceptos que cambian la cultura de la empresa llevándolas a niveles de producción y eficiencia más elevados.

Eliminar lo innecesario, ordenar (cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa), limpiar e inspeccionar, estandarizar (fijar la norma de trabajo para respetarla) y disciplina (construir autodisciplina y forjar el hábito de comprometerse), 5s debe realizarse de entrada en un área piloto reducida donde se puedan obtener resultados significativos de forma rápida.

Los beneficios inmediatos derivados de la implantación de las 5s son:

- Facilidad para el control visual
- Aumento de la seguridad en el área de trabajo
- Mejora de la productividad de la planta: reduce los costes, incrementa la calidad y se dispone de mayor capacidad.
- Incremento de la vida útil de las máquinas, reducción del número de averías y el mantenimiento
- Un conocimiento más profundo de las instalaciones mediante un control visual ya que cualquier puede reconocer diversos tipos de despilfarros y anomalías tanto en los almacenes como en las operaciones de producción.
- Una mejora de ambiente de trabajo a partir de un mayor compromiso de todos.

Se conoce como:

1. **Seiri**: separar, desechar lo que no se necesite
2. **Seiton**: ordenar e identificar, un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, orden empresarial.
3. **Seiso**: limpiar el sitio de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden.
4. **Seikepsu**: estandarizar para preservar altos niveles de organización, orden y limpieza.
5. **Shitsuke**: crear hábitos basados en las 4S anteriores

7.4. Takt Time

Ritmo de producción que marca el cliente, Takt es una palabra en alemán que significa ritmo, esto quiere decir que marca el ritmo de lo que el cliente está demandando. Producir con el Takt time significa que los ritmos de producción y ventas están sincronizados que sería una de las metas. (Villaseñor, Galindo, 2011, p.35)

Takt time = Tiempo de producción disponible / cantidad total requerida

Takt time= Tiempo/ volumen

Takt time= Tiempo disponible de trabajo por turno/ Demanda del cliente por turno

7.5. Andón (control visual)

La manufactura esbelta incrementa dramáticamente la importancia de hacer las cosas bien a la primera, con bajos niveles de inventarios.

El Andón es una herramienta visual que muestra el estado actual de las operaciones solo con pasar por el lugar de trabajo. Funciona con base en luces o indicadores, acompañados de música o una alarma. (Villaseñor, Galindo, 2011, p.41)

“Es una expresión de origen japonés que significa “Lámpara” y que se relaciona con el control visual. A su vez es considerado como un elemento de la filosofía Lean Manufacturing el cual agrupa el conjunto de medidas prácticas de comunicación utilizadas con el propósito de plasmar, de forma evidente y sencilla, el estado de algún sistema productivo”.

“En realidad el control visual como técnica de comunicación tiene múltiples aplicaciones, quizá las más importantes se relacionan con la identificación de anomalías y despilfarros; sus principales propósitos consisten en facilitar tanto la toma de decisiones, como la participación del personal, proporcionando al mismo, información acerca de cómo su desempeño influye en los resultados, logrando que pueda tener mayor control sobre sus metas”. Dice Salazar López (2016)

Tipos de control visual

- Control visual de equipos y espacios
- Control visual de la producción
- Control visual en el puesto de trabajo
- Control visual de la calidad
- Control visual de la seguridad
- Gestión de indicadores

7.6. Las siete mudas

Los desperdicios en las empresas se identifican en todas las áreas, pero donde tiene impacto financiero son en los procesos de producción y cada desperdicio añade costos sin valor al producto. A continuación, se conocerán cada una de ellas.

1. “Sobre producción: producir por adelantado, producir más de lo que actualmente necesitan los procesos siguientes o el cliente. Genera exceso de inventario, movimientos innecesarios de materiales y operarios, oculta los defectos”.
2. Inventario innecesario: exceso de inventario de materias primas, componentes, producto en curso y producto terminado; más inventario del necesario para satisfacer la demanda del cliente
3. Movimientos innecesarios de materiales: exceso de movimientos causados por un layout deficiente, la producción en lotes.
4. Espera del operario: el operario espera a que la maquina termine su ciclo, espera materiales, espera que le arreglen la máquina, espera de instrucciones.
5. Movimientos del operario que no añade valor: movimientos del operario que no modifican la forma o las propiedades del producto. Por ejemplo, buscar materiales, herramientas, cargar piezas de las máquinas.
6. Defectos, selecciones, reproceso y chatarras: los defectos representan un despilfarro de material y esfuerzo humano, los defectos dan lugar a selecciones, reproceso y chatarra. La sobre producción amplifica su efecto. La combinación de efectos y altos inventarios pueden generar más costos y segregaciones en la fábrica.

7. Sobre procesos: procesos que transforman propiedades del producto que el cliente no aprecia. Son procesos innecesarios, que no añaden valor. Productos o procesos mal diseñados:
8. No aprovechar el talento y la creatividad del personal: se refiere a lo que se pierde ejemplo tiempo, ideas aptitudes y oportunidades de aprender. Motivar al personal y dar reconocimiento aumenta el desempeño y la productividad de cualquier empresa.

7.7. TPM

El TPM tiene como objetivo maximizar la eficiencia global de los equipos productivos, el OEE (Overall Equipment Effectiveness), optimizar el coste que incurren durante todo el ciclo de vida, para ello involucra a todos los departamentos de la empresa: producción, mantenimiento, Ingeniería de planta, Ingeniería de procesos.

Los Pilares del TPM

Se basa en cinco pilares

1. Implantación de un sistema de mejora del OEE, mediante la eliminación de pérdidas
2. La implantación de un programa "mantenimiento autónomo" llevado a cabo mediante los operarios de producción
3. Implantación de un programa "mantenimiento planificado" preventivo y predictivo"
4. El establecimiento de una sistemática "prevención del mantenimiento" diseño de nuevos equipos, minimizando las necesidades y el coste de mantenimiento.
5. La implantación de planes de formación y entrenamiento para mejorar las capacidades del personal de producción y manteniendo.

7.8. Mapeo de proceso (VSM)

El propósito fundamental del VSM es mejorar el Lead time en la entrega de la orden del pedido del cliente.

"Los mapas de valor, también conocidos como graficas de flujo de valor VSM (Value Stream Map), son herramientas utilizadas para conocer a profundidad los procesos, dentro de la organización como en la cadena de abastecimiento, el principal objetivo consiste en identificar ampliamente las actividades que no agregan valor al proceso, del mismo modo permiten conocer el tiempo asociado a dichas actividades".

“Se ha convertido en una actividad esencial ante la formulación de planes de mejora, de tal manera que forma parte del diagnóstico del proceso (VSM actual) y de la proposición de estrategias de mejoramiento (VSM futuro)”. Salazar López (2016).

Al realizar un mapa de flujo de valor debemos responder una serie de cuestiones críticas relacionadas con las operaciones:

- ¿Cuál es la capacidad del sistema de producción?
- ¿Cuáles son los cuellos de botella del proceso?
- ¿Cuál es la tasa de compra del cliente?
- ¿Cuál es la capacidad disponible y su utilización?
- ¿Cuáles son las restricciones del proceso? ¿Estas son interna o externas?
- ¿Cómo podemos mejorar el proceso para cumplir con los objetivos del negocio?

Simbología de (VSM):

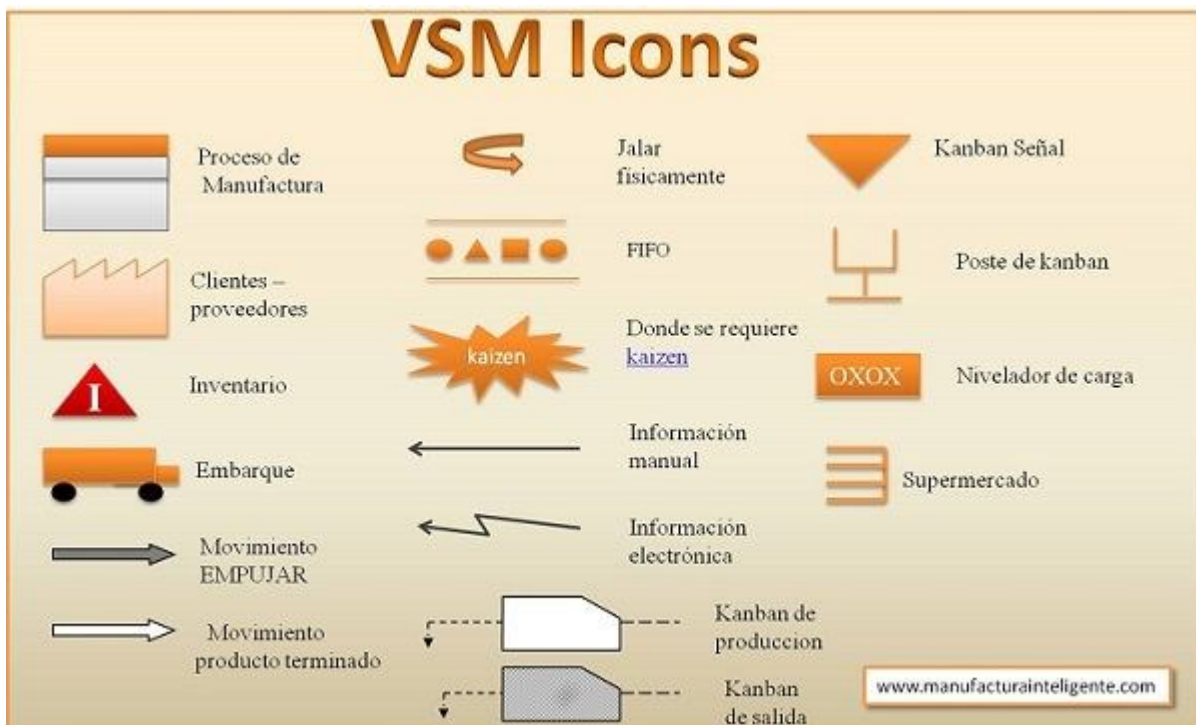


Figura 8. VSM Icons MI Manufacturing inteligente (2017)

7.9. Kaizen

Kaizen es una palabra japonesa que significa mejora continua. Un evento Kaizen son acciones realizadas por un equipo multidisciplinario cuyo objetivo es mejorar un proceso determinado. Socconini (2008).

Los eventos Kaizen comenzaron como círculos de calidad, los cuales estaban enfocados en resolver problemas de calidad que entorpecían la producción constante. Los círculos de calidad estaban compuestos por un equipo de trabajo que analizaban el problema se identificaban la causa raíz, formulando una solución e implementándola.

Los eventos de Kaizen sirven para mejorar rápidamente un proceso mediante la implementación de herramientas que ayudan a reducir los desperdicios, mejorar la calidad y reducir la variabilidad, mejorar las condiciones de trabajo.

Con los eventos Kaizen se puede lograr:

- Mejoras rápidas en el desempeño de los procesos
- Tiempos cortos de cambios de productos
- Mejor desempeño de la maquinaria
- Mejor orden y limpieza
- Mejor calidad
- Mejor comunicación
- Mejor capacidad de producción
- Condiciones de trabajo más seguras y ergonómicas

7.10. Kanban. (EL SISTEMA PULL)

El flujo pull significa que el material se sustituye en el proceso al mismo ritmo que se consume, el sistema pull se refiere a dos cosas:

El flujo físico en el que se tira del material en vez de empujarlo por el sistema lo que se conoce como pull flow.

El procedimiento que se utiliza para indicar cuando se necesita más material entre líneas y procesos separados, se conoce como Kanban tiene como finalidad lo siguiente:

- Simplificar las tareas administrativas de la organización de la producción y el lanzamiento de órdenes de aprovisionamiento a los proveedores.
- Regular y deducir el nivel de los stocks, consiguiendo que cada operario solo produzca las unidades retiradas por el posterior de tal manera que la producción en cada momento coincida con las necesidades reales de este momento.
- Estimular la mejora de métodos y la reducción de stock por que la disminución de inventarios de productos intermedios facilita la localización de problemas (cuellos botella, averías, defectos de calidad).
- Implantar un sistema de control visual que ayude a la localización de problemas de la producción.
- Facilitar el flujo continuo de la producción y conseguir la nivelación y el equilibrado de los procesos mediante un sistema pull.

Se denomina kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés puede ser otro tipo de señales) que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y estos con la línea de montaje final. Se distinguen dos tipos de kanbans:

1. El kanban de producción indica que y cuanto hay que fabricar para el proceso posterior
2. El kanban de transporte que indica que y cuanto material se retirara del proceso anterior. Rajadell, Sánchez (2010).

Visualizar figura donde se evidencia la explicación del proceso Kanban que se propone a la empresa J. Plast S.A.



Figura 9. Pasos para tablero kanban. Ealde Business School (2017)

7.11. OEE (Overall Equipment Effectiveness)

“Es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la máquina industrial. Es una ratio que se emplea para medir el rendimiento y productividad de las líneas de producción donde la maquina tiene gran influencia” (Ruiz, 2010).

“es un indicador que se calcula diariamente para cada equipo y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido (piezas perfectas) y las unidades que realmente se produjeron” García (2010).

El OEE también se puede entender como la relación que existe entre el tiempo que teóricamente debería haber costado fabricar las unidades obtenidas (sin paradas, a la máxima velocidad y sin unidades defectuosas) y el tiempo que realmente ha costado.

CDI Lean Manufacturing S.L (2018)

OEE= D/A = Tiempo productivo/ Tiempo planificado

Indicadores OEE

El OEE se puede descomponer de tres factores:

OEE= Disponibilidad x Rendimiento x Calidad

Disponibilidad = B/A = Tiempo operativo/Tiempo planificado

Rendimiento= C/B =Tiempo funcionamiento/Tiempo operativo

Calidad= D/C = Tiempo productivo/ Tiempo funcionamiento

Disponibilidad: Mide el tiempo realmente productivo frente al tiempo disponible.

Rendimiento o Eficiencia: Mide la producción real obtenida frente a la capacidad productiva.

Calidad: Mide las piezas buenas producidas frente al total de las producidas.



Figura 10. Indicadores del OEE, Cuadro OEE .Technology to Improve (2016)

8. Marco conceptual

En este marco conceptual muestra algunas herramientas utilizadas de Lean Manufacturing donde se evidencia la situación actual del proceso de producción en la empresa JPLAS SAS, el paso a paso de cada uno de los procesos y la herramienta utilizada para evidenciar reproceso en tiempos muertos en las maquinas en los operarios, movimientos innecesarios, desperdicios que ayudan que la productividad no sea eficiente.

Se toman tiempos producción en las maquinas (Extrusión y Corte y Sellado) realizando un OEE para medir la eficiencia de las máquinas, se hace estudio de tiempos y movimientos en los operarios para la elaboración del mapa de procesos.

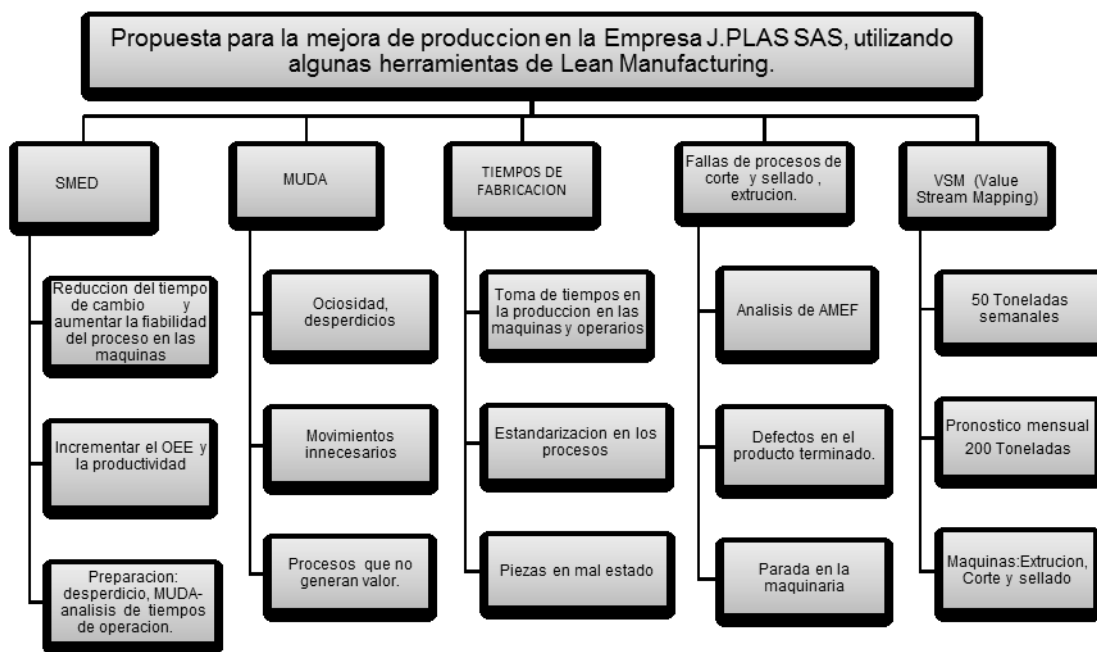


Figura 11. Marco conceptual utilización de herramientas de Lean para la empresa JPLAS SAS, en el área de producción.

9. Marco legal

La legislación ambiental aplicable está enmarcada dentro de tres grandes bloques normativos:

- La Constitución Nacional, marco legal de carácter supremo y global que recoge los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente. La Constitución Política de 1991 eleva a rango Constitucional la protección del ambiente, colocándolo en un lugar privilegiado.
- Las Leyes de Congreso de la República, decretos con fuerza de ley y decretos ley del Gobierno Nacional, constituyendo las normas básicas y políticas a partir de las cuales se desarrolla la reglamentación específica o normativa.

Decretos de la normatividad del manejo y conservación del medio ambiente de la constitución política de Colombia de 1991.

Tabla 3

Marco legal (2004). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Sector Plásticos Guías Ambientales.

Decreto 2105/1983	Agua	Ministerio de salud	Ley 9 de 1979, potabilización del agua
Decreto 1541/1978	Agua	Ministerio de agricultura	Clasifica las aguas y los usos
Decreto Ley 2811/74	Residuos Sólidos	Gobierno nacional	Art.34: manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios.
Ley 9/79 Gobierno Nacional	Residuos Sólidos	Ley Sanitaria Nacional	Restricciones para almacenamiento, transporte de los

			residuos.
Decreto 2104/83	Residuos Sólidos	Ministerio de salud	Derogado parcialmente por el Decreto 605/96
Resolución 2309/86	Residuos Sólidos	Ministerio de salud	Manejo de residuos sólidos.
Resolución 189/94	Residuos Sólidos	Ministerio de ambiente	Impedir al territorio nacional la introducción de residuos sólidos peligrosos
Resolución 541/94	Residuos Sólidos	Ministerio de ambiente	Regulación de escombros
Ley 142/94	Residuos Sólidos	Gobierno nacional	Régimen de los servicios públicos.
Ley 430/98	Residuos Sólidos	Gobierno nacional	Prohibición de desechos peligrosos

10. Marco metodológico

10.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación para realizar este proyecto inicialmente será exploratoria y descriptiva, debido a que se realizara un estudio de observación para luego realizar la respectiva descripción de la operaciones presentes en el proceso de producción, según Sandín (2003), “la investigación cualitativa es una actividad sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios

socioeducativos, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos.”

luego se empleara el método cuantitativo donde se recolectaran datos tales como tiempos y costos para después realizar un análisis en base a los resultados y presentar la propuesta de optimización y mejora del proceso, de acuerdo con Tamayo (2007), “consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio.”

La investigación será de tipo descriptivo de acuerdo a Sampieri (2010) la describe como: “Describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren”.

Con lo cual se pretende recolectar y evaluar la información de cada una de las operaciones que se deben realizar en el proceso de producción para llevar a cabo el producto terminado (bolsas plásticas tipo camiseta). Tiene como finalidad presentar el paso a paso de cualquier actividad dentro del flujo normal del proceso, facilitando al operario y a cualquier persona que su acción de respuesta a realizar las operaciones sea la adecuada.

10.2. Variables de investigación

Estas logran medir de forma eficaz el problema de investigación de forma cuantificable.

Tabla 3.

Variables de investigación.

Dependiente	Independiente
OEE	Calidad y eficiencia en las variables de medición
VSM, AMEF, SMED	Toma de tiempos y movimientos

Máquinas y operarios	Lean
	Manufacturing
Extrusión, corte y sellado	Verificación de maquinas
Desperdicios	Producción y operación
Optimizar tiempo y costos	Hacer propuesta con herramientas Lean Manufacturing
Condición actual y propuesta de la empresa	Evaluar costos

10.3. Hipótesis de investigación

H1: ¿la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing ayudan a estandarizar procesos de productividad en la empresa J. PLAST SAS?

Se ayudará a mejorar su eficiencia ya que estas herramientas de Lean han sido utilizadas en varias empresas a nivel mundial, que han dado respuestas positivas al incrementar las productividades de las empresas satisfaciendo el cliente que es lo más importante.

H2: ¿el estudio del OEE ayuda a mejorar la eficiencia productiva de los equipos?

Esta herramienta apunta a la mejora continua ayudara a identificar las perdidas en estas situaciones, en calidad, disponibilidad, rendimiento de las maquinas quitando los tiempos que no representan valor.

H3: ¿se mejorarán los tiempos de producción con los análisis pertinentes de AMEF Y VSM?

Se aplican para la prevención de fallas en la producción en tiempo real en las máquinas para evitar errores que pongan en riesgo los costos de la empresa en desperdicios.

10.4. Tamaño poblacional y muestra

- Población: La población que será objeto de estudio para la propuesta es la empresa JPLAST S.A.S.
- Muestra: El área de proceso de producción, donde se encuentran los procesos de extrusión y corte y a estos se les realizara dicho estudio entre los cuales se encuentran dentro del tamaño poblacional.

Tabla 4.
Muestra de población.

Cargo	Área	Número de empleados
gerente general	gerencial	1
departamento de personal y recursos humanos	administrativo	1
control de calidad	administrativo	1
supervisor de producción	operativo	1
Operarios	operativo	24
Maquinas extrusoras	extrusión	12
maquinas selladoras (cortadoras)	corte	6

10.5. Proceso metodológico

Variables	Sistematización	Objetivos específicos	Proceso metodológico	Instrumentos para recolección de
-----------	-----------------	-----------------------	----------------------	----------------------------------

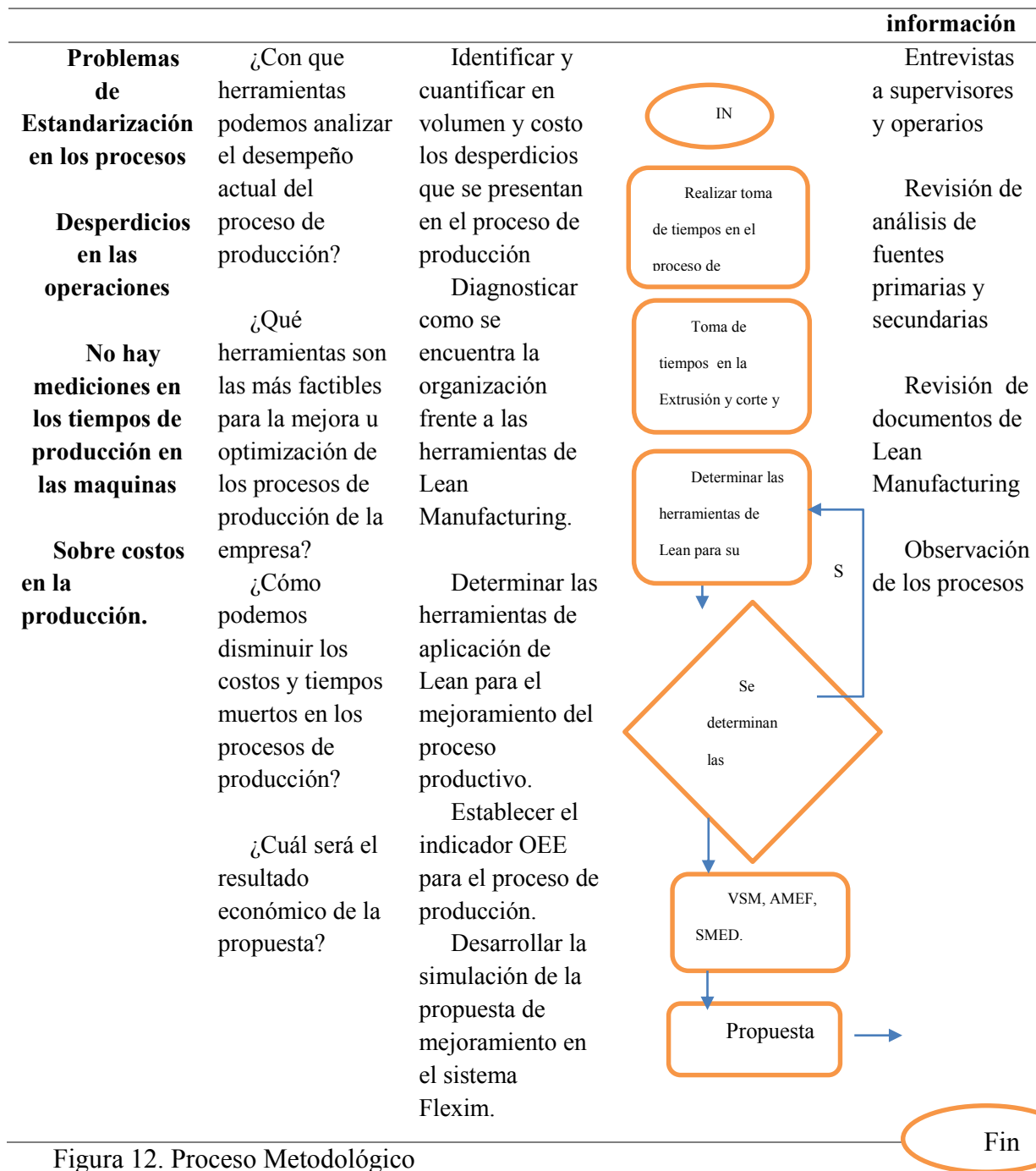


Figura 12. Proceso Metodológico

10.6. Tratamiento de la información

Las fuentes de información que se han recolectado al inicio del proyecto hasta culminar el mismo:

Entrevistas: se acude a los miembros de la empresa como administrativos, supervisores y operarios donde cada uno de ellos describe su función dentro de la empresa, dando a conocer datos de interés para recopilar información para encontrar nuestro alcance.

Observación: este método ayudara a tener una visión más completa sobre los procesos en tiempos reales de la empresa, verificando cada una de las máquinas y tomar tiempos en cada paso de la operación, saber cómo lo hacen, quien lo hace y en cuanto tiempo lo hacen.

Documentos existentes: estos documentos están en los anexos, donde se podrá validar la información que se suministró de la empresa en diferentes visitas.

También hay levantamiento de información de libros los cuales son herramientas valiosas para la mejora de los procesos y operaciones de producción, en la cual se realizarán diagramas, tablas y formatos para dejar por escrito cada información recolectada.

11. Diagnostico Lean

Con el fin de evidenciar el estado actual de la empresa estudiada en la metodología Lean Manufacturing se realizó un diagnostico como soporte de la justificación y antecedentes del problema de la presente propuesta o trabajo de grado; en este diagnóstico se seleccionaron diversas herramientas de la metodología Lean por su importancia para el crecimiento, incremento en la productividad y eficiencia en sus procesos.

A continuación, se mostrarán los criterios de puntuación

Tabla 5.

Criterios generales de puntuación.

-
- 0- No es una práctica de la empresa
 - 1- Es una práctica, únicamente, arraigada en algunas áreas + -25%
 - 2- Es una práctica habitual en la mayoría de los casos + -50%
 - 3- Es una práctica, casi generalizada + -75%
 - 4- Es una práctica habitual, sin excepciones
-

Para cada uno de los parámetros o herramientas seleccionadas se realizó un diagnóstico con sus respectivas actividades esenciales, las cuales se evidencia en el Anexo B. Grado de madurez de la empresa en metodología lean.

Después de efectuar el respectivo análisis para cada uno de los parámetros seleccionados para la metodología lean, se realizó una tabla resumen la cual se muestra a continuación.

Tabla 6.
Puntuación del diagnóstico lean.

#	Puntuaciones por Categoría	Abv.	Puntuación	X10	Puntuación corregida	Target Score
1	COMUN & CULT	C&C	13%	10	1,25	4,00
2	CRM	CRM	21%	10	2,14	4,00
3	5S & ORG PTO	5S's	21%	10	2,14	4,00
4	STD TRABAJO	STD	0%	10	0,00	4,00
5	MEJORA CONTINUA	MC	0%	10	0,00	4,00
6	FLEXIBILIDAD	FLEX	18%	10	1,79	4,00
7	POKA YOKE	PY	13%	10	1,25	4,00
8	SMED	SM	6%	10	0,63	4,00
9	TPM	TPM	14%	10	1,43	4,00
10	PULL SYSTEM	PS	25%	10	2,50	4,00
11	BALANCEADO	BAL	10%	10	1,00	4,00
	Puntuación total		100%		14,13	44,00

Calcule su puntuación final y ratio de madurez de acuerdo con los parámetros siguientes:

Lean a nivel básico = 1 a 33

Lean en proceso de transición hacia la madurez = 34 a 75

Lean maduro = 76 a 110

Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005)

Con el diagnóstico de lean podemos saber que la empresa se encuentra en un estado de madurez de lean nivel básico y la propuesta o puntaje objetivo al que se quiere llegar en la

empresa es a aumentar toda su capacidad inicialmente a un 12% para cada una de las categorías, exceptuando la estandarización del trabajo y la mejora continua que se espera un incremento inicial del 15% de lo que están actualmente, como se muestran en las siguientes figuras.

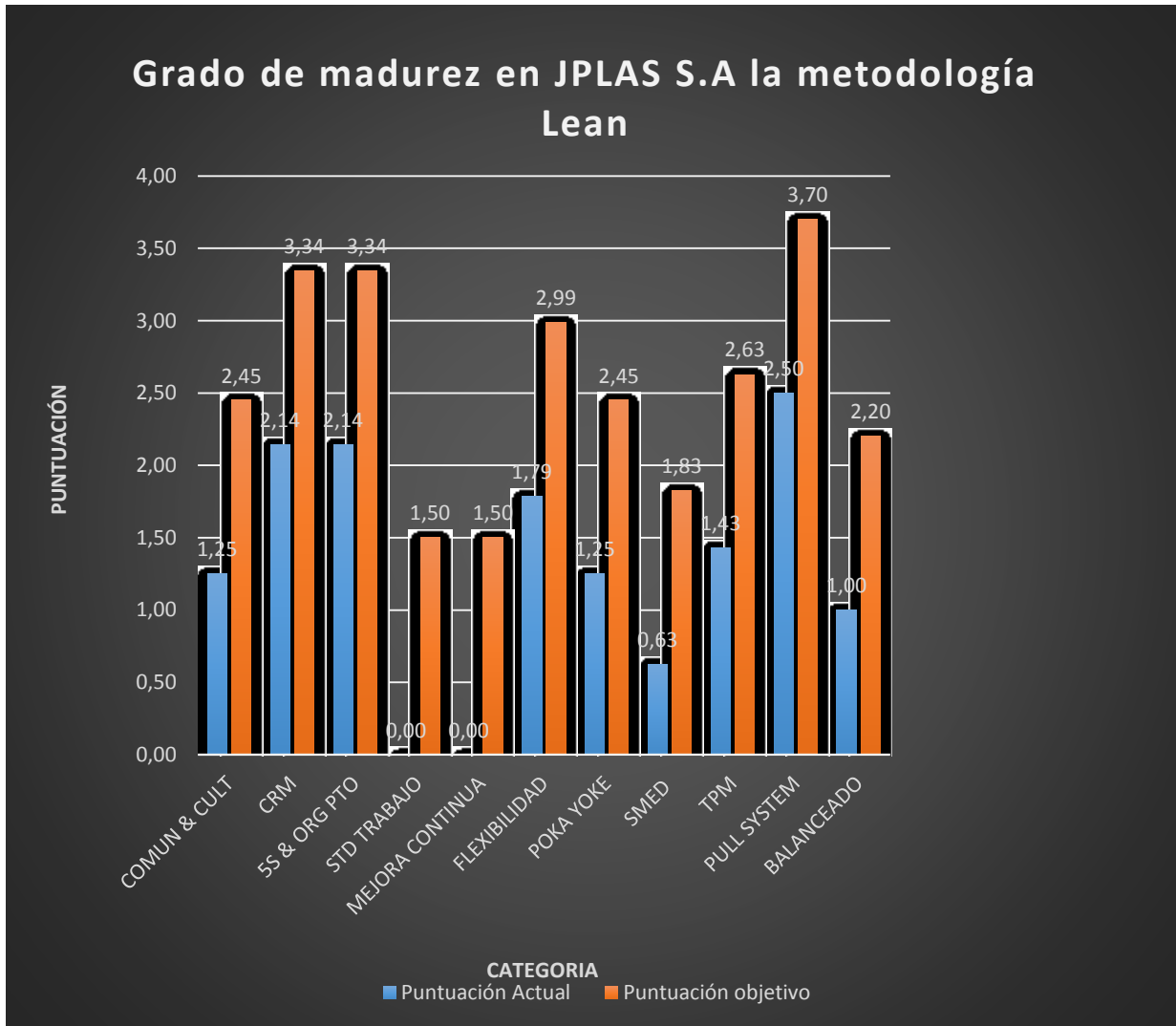


Figura 13. Grado de madurez en JPLAS S.A la metodología Lean.

Al lograr alcanzar o superar el puntaje antes mencionado se espera una mejora continua a corto plazo, optimizar los procesos de producción hasta un 40% y a un largo plazo que la empresa pueda obtener un 100% de mejora con las herramientas de lean Manufacturing.

En la siguiente Figura se mostrará el puntaje actual comparado con el objetivo del 40%.

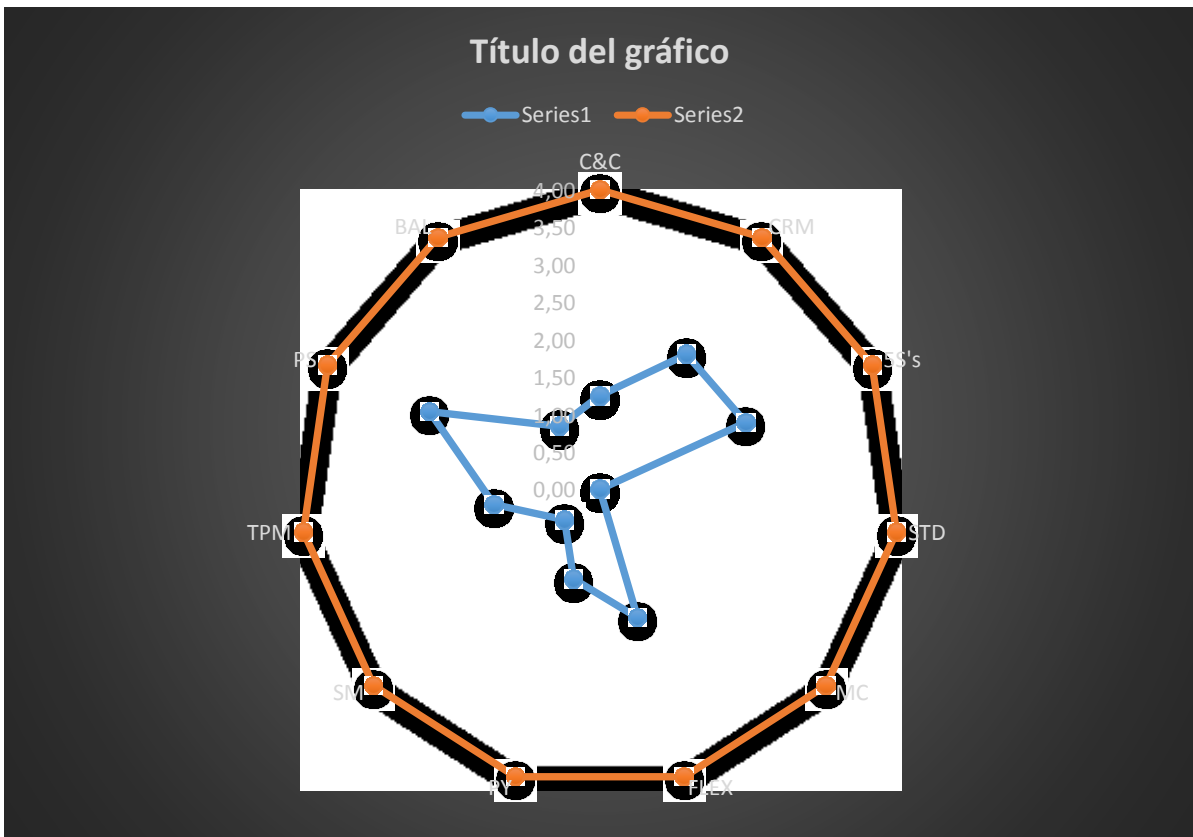


Figura 14. Red diagnostico lean.

12. Propuesta

Actualmente la empresa cuenta con una bodega principal y una bodega auxiliar. En la bodega principal se encuentra el proceso de corte y en la bodega auxiliar se encuentra el proceso de extrusión.

La bodega principal cuenta con las adecuaciones para realizar todo el proceso de producción (un piso para cada uno de los procesos y almacenajes). Bajo esta información la propuesta se centra en trasladar todos los procesos de producción que se estén ejecutando dentro de la bodega auxiliar hacia la bodega principal. Utilizando las siguientes herramientas.

12.1. 5S

La aplicabilidad de las 5s en la empresa J. Plast S.A, se enfoca a crear una cultura de limpieza y aseo, empezando por las áreas administrativas, operativas y clientes.

- Es necesario capacitar a los empleados sobre esta filosofía y se comience a tener un hábito a diario en cada actividad y proceso.
- Apoyo de la gerencia para que halla la estandarización de las herramientas Lean en la empresa
- Tener ayudas visuales que generen recordación y sentido de pertenencia.
- Lograr un ambiente laboral cómodo, y sin despilfarros que atrasen la producción.
- Tener una buena comunicación entre áreas evitando las sobreproducciones(kanban)
- Mensualmente evaluar la situación de la empresa, donde se esté evidenciando la aplicabilidad de la herramienta de as 5s.
- Mantener una mejora continua en cada estación de trabajo.

A continuación, se presentan un diagnóstico de la 5S en las cuales se muestran fotos reales del estado actual y el estado propuesto por la herramienta mencionada.

1. Seiri-Clasificar: Incluir las herramientas necesarias en el puesto de trabajo, quitar todo lo que no añade valor al operario, lo pueda distraer y baje su productividad.

Se puede evidenciar en las figuras Seiri que en la actualidad la empresa tiene en los pasillos maquinas arrumadas juntos con material terminado. Se propone demarcar los pasillos y mantenerlos libres de objetos que no se usen y dejar cada cosa en su lugar por ejemplo separando elementos.

Tabla 7.
Estudio Seiri.

Estado Actual	Estado propuesto
 <p data-bbox="228 846 516 877">Figura 15. Seiri actual.</p>	 <p data-bbox="821 846 1354 915">Figura 16. Seiri propuesto. Salta plast-Home</p>

Separar lo necesario de lo innecesario		
Id	S1=Seiri=Clasificar	SI
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útil o similar en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenado, en su ubicación y correctamente identificado en el entorno laboral?	<input type="checkbox"/>
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input type="checkbox"/>

6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	<input type="checkbox"/>
7	¿Está todo el mobiliario: mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	<input checked="" type="checkbox"/>
	Puntuación	5

Fuente: elaboración propia.

- Seiton- Ordenar: Se propone almacenar los rollos cerca a las cortadoras identificando tamaño y color para facilitando la búsqueda y optimizar tiempos. Ubicar estanterías alzando todos los rollos del piso que están obstaculizando el paso de los operarios.

Estado Actual	Estado propuesto
 <p data-bbox="228 1728 540 1759">Figura 17. Seiton actual.</p>	 <p data-bbox="821 1728 1312 1803">Figura 18. Seiton propuesto. Aplast combina(2008)</p>

Tabla 8.
Estudio Seiton.

"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"		
Id	S2=Seiton=Ordenar	SI
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	<input type="checkbox"/>
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Están todos los materiales, palets, contenedores almacenados de forma adecuada?	<input type="checkbox"/>
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	<input checked="" type="checkbox"/>
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto...?	<input type="checkbox"/>
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	<input checked="" type="checkbox"/>
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	<input type="checkbox"/>
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	<input type="checkbox"/>
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	<input type="checkbox"/>
	Puntuación	5

Fuente: Elaboración propia.

3. Seiso-Limpiar se detecta, desechos cerca de las máquinas, viéndose desorden en cual quita espacio en los pasillos, se propone esta “S” para incluir un ambiente limpio y sin tropiezos. Cambio de mentalidad en los operarios. La propuesta frente a esta herramienta es colocar avisos que muestren donde se deben dejar las cosas por ejemplo los desechos de los rollos, desechos de plástico, manteniendo pasillos limpios, cambiando la mentalidad del operario y se genere un ambiente laboral optimo y entusiasta.

Estado Actual	Estado propuesto
 <p data-bbox="228 1234 527 1266">Figura 19. Seiso actual.</p>	 <p data-bbox="857 1234 1377 1266">Figura 20. Seiso propuesto. imágenesmi.</p>

Tabla 9.
Estudio Seiso.

"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"		
Id	S3=Seiso=Limpiar	SI
1	¡Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input checked="" type="checkbox"/>

3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?	<input type="checkbox"/>
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	<input type="checkbox"/>
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosos (total o parcialmente)?	<input type="checkbox"/>
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?	<input type="checkbox"/>
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	<input type="checkbox"/>
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	<input type="checkbox"/>
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	<input type="checkbox"/>
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	<input checked="" type="checkbox"/>
	Puntuación	4

Fuente: Elaboración propia.

4. Seiketsu-Estandarizar Con esta “S” se propone a la empresa J.Plas S.A, la aplicación de esta disciplina culturizar a los operarios crear hábitos de limpieza, orden logrando una mejora continúa en todos sus procesos.

Estado Actual	Estado propuesto
---------------	------------------



Figura 21. Seiketsu actual.

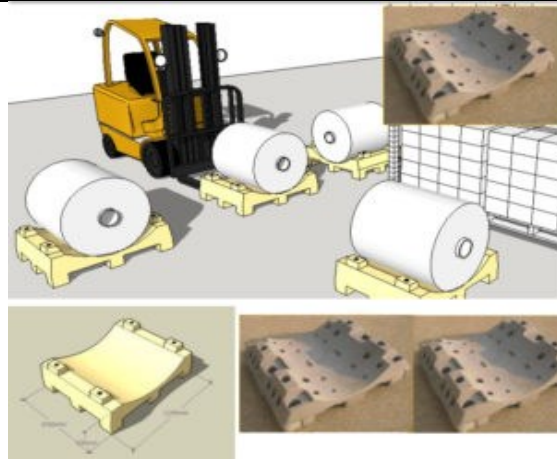


Figura 22. Seiketsu propuesto.
Fabio Dance Trade and Consuling

Tabla 10.
Estudio Seiketsu.

Eliminar anomalías evidentes con controles visuales		
Id	S4=Seiketsu=Estandarizar	SI
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	<input type="checkbox"/>
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?	<input type="checkbox"/>
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	<input type="checkbox"/>
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	<input type="checkbox"/>
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	<input checked="" type="checkbox"/>

8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	<input type="checkbox"/>
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?	<input checked="" type="checkbox"/>
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	<input type="checkbox"/>
Puntuación		5

Fuente: Elaboración propia.

5. Shitsuke- Disciplina Con esta “S” se propone un trabajo bien hecho, respetando normas y procedimientos de la herramienta Lean Manufacturing, garantizando la seguridad permanente en los operarios, de la exposición de los ruidos permanentes que generan las maquinas previniendo enfermedades e incapacidades y rotación de personal. Lograr llevar a la empresa a óptimas condiciones laborales.


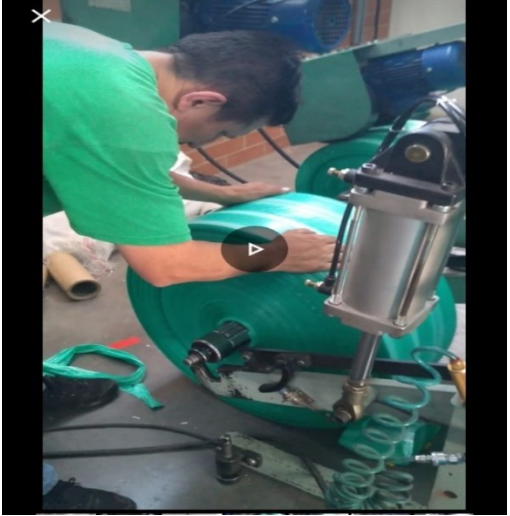
Estado Actual	Estado propuesto
	
<p>Figura 23. Shitsuke Actual.</p>	<p>Figura 24. Shitsuke propuesto.</p>

Tabla 11.
Estudio Shitsuke.

“Hacer el hábito de la obediencia a las reglas”

Id	S5=Shitsuke=Disciplinar	SI
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	<input type="checkbox"/>
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	<input type="checkbox"/>
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	<input type="checkbox"/>
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (¿arnés, casco...?)	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	<input checked="" type="checkbox"/>
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	<input type="checkbox"/>
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	<input type="checkbox"/>
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	<input checked="" type="checkbox"/>
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	<input checked="" type="checkbox"/>
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	<input type="checkbox"/>
	Puntuación	4

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra una tabla resumen con el puntaje de cada una de las 5S refiriéndonos al estado actual de la empresa en dicha herramienta.

Tabla 12.
Resumen de puntaje 5S.

Id	5S	Título	Puntos
S1	Clasificar (Seiri)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	5
S2	Ordenar (Seiton)	" Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	5
S3	Limpiar (Seiso)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"	4
S4	Estandarizar (Seiketsu)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S "	5
S5	Disciplinar (Shitsuke)	"Respetar las normas establecidas"	4
Planes de acción		Puntuación 5S	23

En la siguiente figura se mostrará el puntaje actual y el puntaje objetivo al que se quiere llegar con la propuesta.

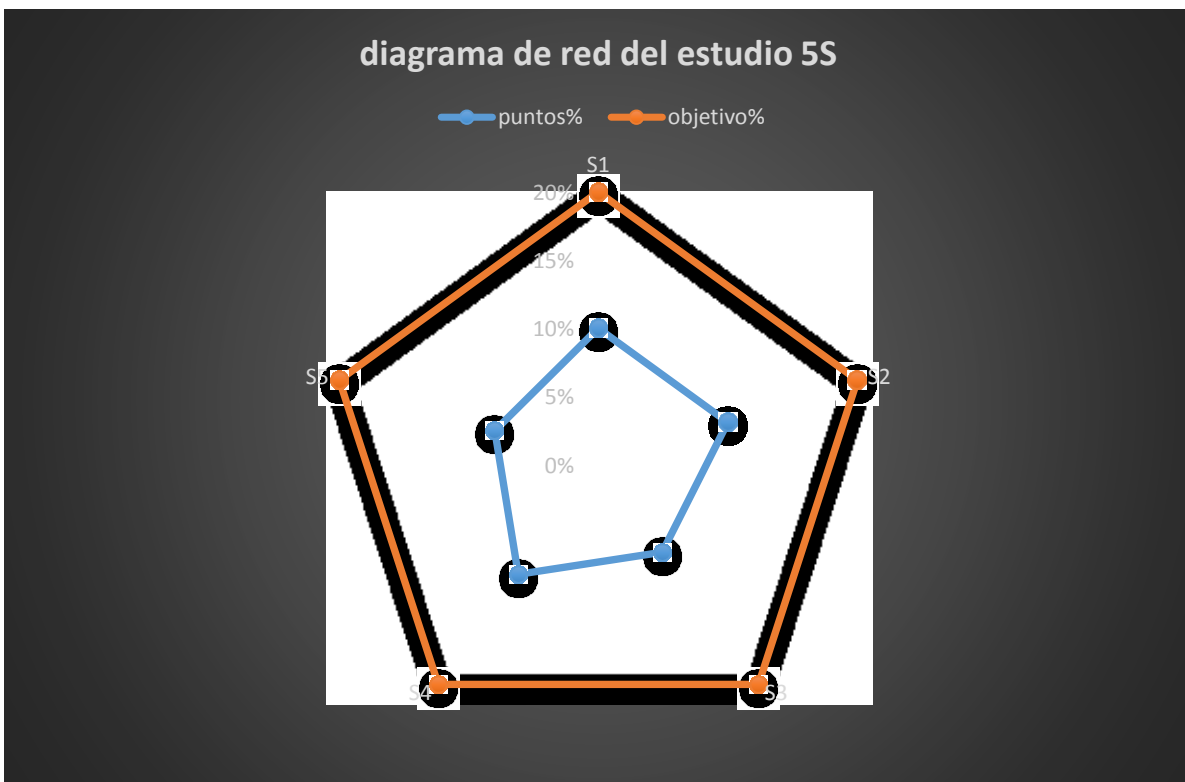


Figura 25. Diagrama de red del estudio 5S.

12.2. Indicadores OEE

Se debe conocer el estado actual de la empresa con los indicadores del OEE, esto permite el estudio de los procesos de producción y así poder evidenciar las averías o fallos de los equipos que interfieren el flujo continuo de la producción tomando como referencia los indicadores de

disponibilidad, eficiencia y calidad las cuales nos determinan el funcionamiento de la empresa según los objetivos del OEE; A continuación, se muestra el análisis del OEE.

Tabla 13.
Análisis OEE.

Linea	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA	CALIDAD	TA min	TR min	Shutdown min	TSMED min	Units Proc	Bad Units	OEE	Goal
	88,1%	87,7%	99,0%	1440	1112	100	72	144	1	76,5%	😊
	84,4%	75,3%	99,0%	1440	915	150	75	140	1	62,9%	😞
	84,0%	71,9%	99,0%	1440	870	160	70	146	1	59,8%	😞
	82,2%	68,9%	99,0%	1440	816	176	80	144	1	56,1%	😞
	85,6%	85,1%	99,0%	1440	1048	120	88	148	1	72,1%	😞
Extrucion	89,5%	93,2%	99,0%	1440	1201	78	73	144	1	82,6%	😊
Corte	80,4%	83,9%	99,0%	1440	972	150	132	200000	2000	66,8%	😞
	79,9%	63,5%	99,0%	1440	730	200	90	200000	2000	50,2%	😞
	87,6%	88,7%	99,0%	1440	1119	100	79	200000	2000	76,9%	😊
	87,9%	91,9%	99,0%	1440	1164	90	84	200000	2000	80,0%	😊
	86,9%	95,7%	99,0%	1440	1198	86	102	200000	2000	82,4%	😊
TOTAL=	85,1%	82,6%	99,0%	15840	11145	1410	945	1000866	10008,66	69,7%	😞
Goal=	75,0%										
					TMNP	OEE	Shutdown min	TSMED min			
					15,5%	69,7%	8,9%	6,0%			

Como se observa en la tabla anterior, es posible ver los indicadores para cada uno de los procesos y sus máquinas con su actual porcentaje de OEE.

La siguiente tabla nos muestra la calificación de la empresa y sus consecuencias de acuerdo al porcentaje del OEE.

Tabla 14.
Calificativo y consecuencias del OEE.

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

Con base al calificativo de la tabla 15, se confirma que la empresa se encuentra en un porcentaje regular el cual actualmente no se encuentra en mejoramiento. Se propone una mejora continua mediante la disminución de tiempos muertos que se presentan al momento de cambiar los rodillos (SMED) y realizar capacitaciones de disciplina a los operarios ya que actualmente no se centran en realizar sus actividades pertinentes y no andan pendientes de las máquinas a su cargo lo cual genera tiempos de ocio.

12.3. SMED

Con esta herramienta se pretende llegar a un dígito en el cambio de rollos en la máquina de corte; ya que en la actualidad los rollos de plástico se encuentran almacenados a un lado de las

máquinas cortadoras las cuales manejan como mínimo 4 rollos de plástico y máximo 6 Cada una de ellas detiene el proceso en el momento que se acabe un rollo generando un desperdicio de tiempo de los demás rollos de plástico que se encuentren en la máquina. El operario procede a cambiar el rollo de plástico con transporte manual y dependiendo de la ubicación de la máquina se encontrará obstáculos en los cuales tenga que generar un mayor esfuerzo y así mismo se demora en cambiar el rollo de plástico en la máquina.

El transporte propuesto ayudará a disminuir el desgaste innecesario del operario y el tiempo en el que se demora transportando el producto en proceso (rollo de plástico) hasta la máquina, lo cual será más eficiente para realizar el cambio rápido de los rollos de plástico.

Organización por colores de cada rollo para evitar perder tiempo en la búsqueda, usar el carro y almacenar por color, antes de comenzar el turno, con el fin de eliminar desplazamientos innecesarios.



Figura 26. Almacenamiento actual de rollos plásticos.

Estudio de la operación de cambio:

Se propone un carro que acerque la mercancía y la almacene para todo el turno para evitar desplazamientos innecesarios que no agregan valor.

Separar las actividades internas y externas:

Máquina parada: Cambio de rollos

Máquinas en funcionamiento: Cuando se desenhebra el plástico, sigue funcionando la máquina, pero no está haciendo el proceso continuo.

Convertir las actividades internas en externas



Figura 27. Almacenamiento Propuesto de rollos plásticos y transporte. Interempresas. (1992).



Figura 28. Transporte auxiliar propuesto.

Mediante la ayuda de este tipo de transporte se mejorará la eficiencia del cambio de rollo de plástico y genera menos desperdicios de tiempos muertos en la máquina ya que se disminuirá gradualmente el tiempo de cambio del rollo para una mayor productividad en la máquina de corte.

También se propone instalar un estante o repisa en los procesos de corte y extrusión, destinado al almacenamiento de un stock de repuestos, esto se hace en base a que actualmente si las máquinas presentan alguna avería o daño en alguna de sus partes siguen trabajando normalmente hasta que la máquina deja de funcionar, momento en el que proceden a buscar el repuesto.

Por lo general las máquinas siempre tienen unas piezas cuyo tiempo de vida útil es menor al de las demás, por este motivo es muy recomendable tener repuestos de dichas piezas para generar un menor desperdicio de tiempo en los procesos tanto para las máquinas como para los operarios; a continuación, se mostrarán unas imágenes para esta propuesta.



Figura 29. Estand o repisa para repuestos de las maquinas. Old-Rider-Garage



Figura 30. Estand propuesto para el stock de repuestos.
el-caraboben

12.4. Andón

Se utilizará un sistema para alertar de forma visual en el proceso de extrusión ya que en la actualidad los operarios no se encuentran al pendiente del momento en el que la maquina termina su proceso. Esto genera desperdicios de tiempo para la empresa los cuales no son recuperables. El sistema de alerta que se propone en una sirena de colores sin ruido, la cual avisará al operario

que ha terminado su proceso y así poder retirar la producción e iniciar un nuevo proceso en la máquina.

La sirena será meramente visual ya que se concluyó que si la sirena generaba ruido sería más estresante para los operarios o trabajadores y esto generaría decadencia en sus labores a cumplir diariamente.



Figura 31. Sirenas o alarmas de luz. Depositphotos.

La sirena tiene que ser de un color rojo o azul ya que estos representan una mayor visibilidad al momento de encenderse y con esto podemos lograr disminuir el tiempo de ocioso tanto de las maquinas como del operario.

12.5. Kanban

Con esta herramienta se propone controlar y mejorar los procesos en el área de producción mediante una integración entre las diferentes áreas como: la extrusora, cortadora y almacenamiento inclusive los proveedores.

Se facilitará la mejora en las diferentes actividades de la empresa, reduciendo desperdicios en tiempos, inventarios y ayudando a la organización de la empresa.

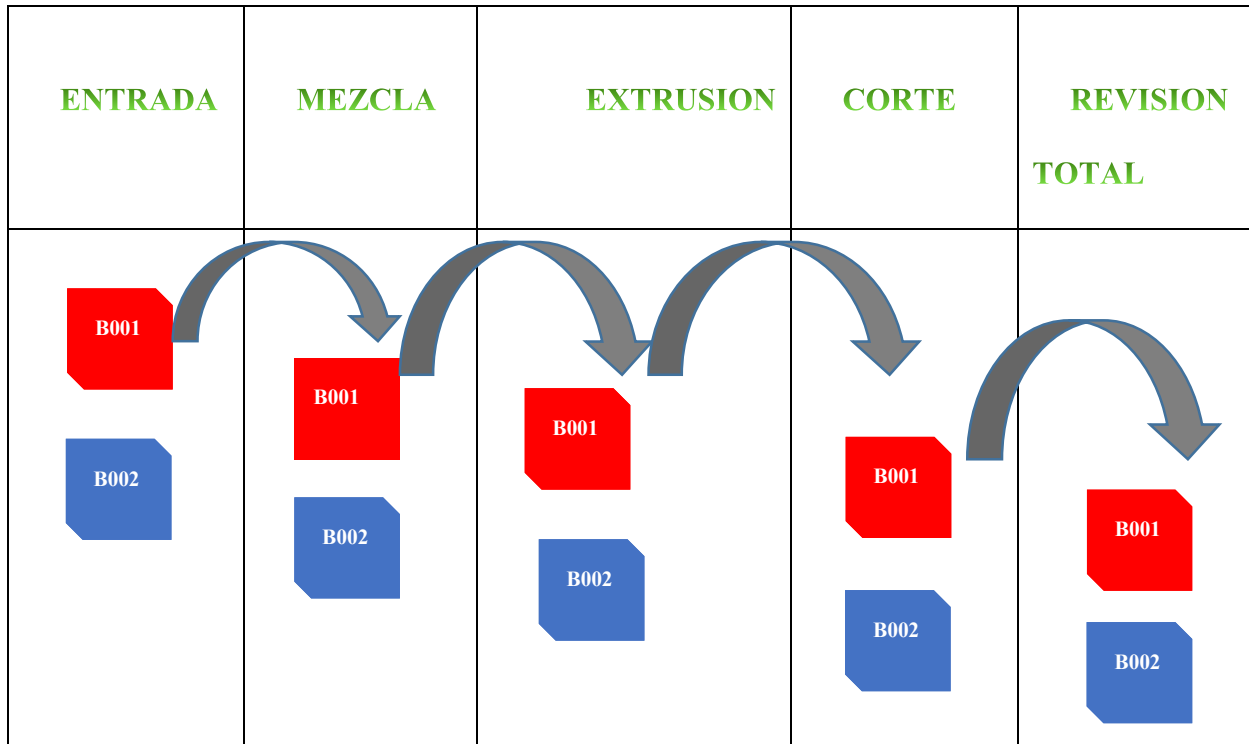
Este método de control visual propone a la empresa tener un tablero (programa de gestión de tareas) que muestra (que hacer, obra, hecho)

Vamos a visualizar el tablero con unas tarjetas que pasarán por cada área, con un código que identifica cada orden y color.

La orden llega a entrada pasa al área de mezcla, luego al área de extrusión hasta llegar a revisión final.

Esto hace que para cada proceso haya comunicación entre operarios acerca de donde está la orden inicial.

Tabla 15.
Tablero Kanban.



12.6. Cronograma de actividades

A continuación, se mostrará la propuesta del cronograma para la mejora del proceso de producción.

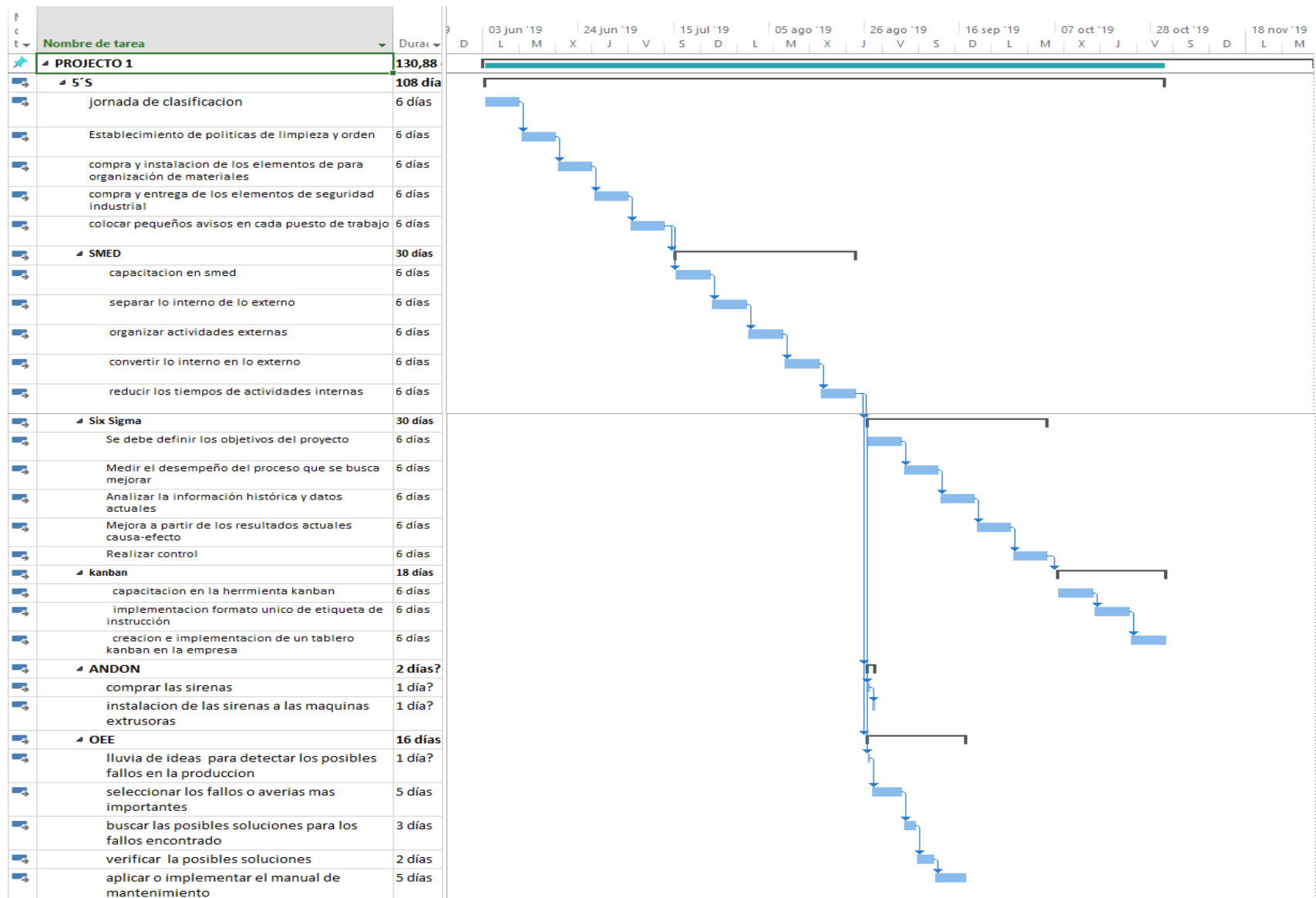


Figura 32. Cronograma de actividades.

Si la empresa emprende el proyecto propuesto y tanto como los directivos y los operarios se comprometen con las estrategias o herramientas propuestas, ayudarán a la empresa crecer en su ámbito operacional, optimizando sus procesos. Estas herramientas también generan un cambio positivo tanto en lo laboral y personal para cada uno de los trabajadores, lo que les facilitará sus labores en la empresa y algunos casos contribuirá a mejorar su vida personal.

12.7. Presupuesto

A continuación, se registran los gastos invertidos en las visitas a la empresa en el desarrollo del proyecto, el tiempo, recursos invertidos, mano de obra se anexa como prestación de servicios a la empresa y otros gastos asociados al trabajo que se tomó un año aproximadamente en tiempo desarrollando esta propuesta.

Tabla 16.
Presupuestos.

Presupuesto		
transporte	\$ 3.400	diarios
cronometro	\$ 5.000	una sola vez
podómetro	\$ 35.000	una sola vez
calculadora	\$ 45.000	una sola vez
resma de papel	\$ 15.000	una sola vez
salario por prestación de servicios	\$ 2.000.000	mensuales

Conclusiones

La filosofía Lean Manufacturing ha sido implementada por diversas empresas en el sector industrial, se ha adaptado a pequeñas y a personas con poca experiencia, esta metodología resulta exitosa por la metodología que propone eliminar todo lo que resulte no útil en cualquier proceso estancando la producción y no agregue valor. Minimizando todo tipo de desperdicio cambia la situación en cualquier actividad optimizando tiempos, espacios, materia prima.

Estas herramientas ayudan a la empresa a cambiar la cultura operacional de los empleados en todas las áreas de la empresa de cualquier jerarquía ya que es una metodología fácil de comprender y de llevar a cabo, aclarando la disponibilidad de la empresa en su implementación y el tiempo que podrían alcanzar llevar a cabo estos modelos.

Mediante la propuesta una de las herramientas a destacar son las 5S juegan un papel muy importante en la empresa porque es una metodología que va de la mano con la disciplina, la limpieza el orden la estandarización que le facilita a cualquier empresa su desarrollo productivo.

Las herramientas de las 5S es el conjunto de

La herramienta SMED se propuso, que los tiempos se minimicen en el cambio de los rollos en las maquinas cortadoras se adopte el mecanismo propuesto del carro transportador ayuda al operario a reducir los tiempos de búsqueda del material y siempre o tenga a mano y por color en todo su turno, de la misma manera, Andón esta herramienta se propone a las extrusoras sugiriendo un control de serena sin sonido avisando la terminación de material y evitar parar la maquina reduciendo tiempos muertos y Kanban propone una ayuda visual para los operarios y el supervisor tenga presente con solo mirar e tablero en donde está la orden de producción inicial y que tiempos tiene cada área en específico.

Con lo anterior mencionado se propone a la empresa un ambiente laboral organizado, competitivo, propositivo en su gestión diaria, incrementado la eficiencia y sus actividades y generando confianza en sus procesos, llevando a la empresa a ser competitiva en el mercado.

El diagnostico lean ayudo a evidenciar que la empresa no se encuentra identificada con las herramientas de esta metodología y por tal motivo no ha podido seguir creciendo en el sector industrial de los plásticos, aunque se mantiene a flote generando ganancias su proceso se quedó estancado y no han podido avanzar al no tener conocimiento sobre las diversas técnicas de mejoramiento a la producción.

El objetivo general de la propuesta fue mejorar para la empresa J. PLAST S.AS el sistema de producción mediante la utilización de algunas herramientas de Lean Manufacturing logrando optimizar cada uno de sus procesos de producción.

Los objetivos específicos se identificaron mediante un seguimiento en toma de tiempos en producción semanal y mensual por máquina y por operario analizando su comportamiento en dicha gestión.

Evaluando mediante un diagnóstico Lean el estado de madurez de la empresa se encuentra en un nivel básico la propuesta es aumentar toda su capacidad a un 12% de forma inicial en todas sus categorías, exceptuando la estandarización del trabajo y la mejora continua de esta se espera un incremento de 15% de lo que está en la actualidad

Los resultados arrojados según las herramientas elegidas de Lean la empresa no muestra una cultura de organización y estandarización en los procesos. Por lo anterior se manejaron las siguientes herramientas de Lean Manufacturing que son: las 5S, Andon, SMED, Kanban, y las OEE las cuales ayudaron proponer un orden y una mejora continua en cada actividad desarrollada.

El calificativo OEE nos arroja un calificativo regular por lo cual se propuso adoptar la herramienta SMED para disminuir los tiempos muertos en los cambios de rollos en la búsqueda del material y en la selección de rollos por colores según la orden del color de la bolsa, también se propone la compra de estanterías para tener a la mano la materia siendo transportadas en unos carros de rollos para la facilidad, rapidez y comodidad del trabajo rinda más haciendo menos esfuerzos.

En la herramienta Andón se propuso tener un sistema de alerta que se llama sirena de colores azul y rojo que no tenga ruido que solo sea visual dando aviso a los operarios que la máquina está terminando el proceso y ellos tengan listo el material para alimentar la máquina y el proceso siga su curso sin interrupciones largas evitando tiempos muertos que impactan la productividad.

La herramienta Kanban propuso un tablero de control visual que conecta todas las áreas y todos los procesos y operarios entre si teniendo conocimiento de donde está la orden inicial de pedido en que área está en curso se va a evidenciar en el tablero si hay atrasos y en que tiempos corre pasa a cada operación esto también lo visualiza el supervisor para tener control de la producción en vivo.

Las herramientas 5S es una de las herramientas que reúne todo lo anterior en cuanto a disciplina, orden, limpieza, estandarización, con esta herramienta se propuso una nueva cultura laboral, creando un ambiente laboral sano mental y físicamente resguardando la salud del empleado, e impactando la productividad de la empresa de forma positiva para que JPlast SAS se convierta en una empresa competitiva en el sector.

Se resalta que la empresa cuenta con una nueva infraestructura de tres pisos en donde están adecuando cada área y cada proceso en un piso cada uno, esta una edificación aun es más amplia para poder ajustar las propuestas planteadas en este trabajo sobre todo en las 5s viéndose impactado de manera positiva el orden y la limpieza en las áreas de corte y extrusión y llevando al operador a tener tareas más fáciles y rápidas de cumplir.

Recomendaciones

La empresa JPlast S.A.S se recomienda la adopción de estrategias y sistemas avanzados que acrediten su perfeccionamiento en todos los aspectos administrativos y operativos por ejemplo software donde registre todo el sistema de producción.

Se recomienda un diseño y distribución de planta ya que están en una infraestructura nueva y las máquinas están mal organizadas hay espacios mal distribuidos y aun no ahí demarcación de seguridad industrial que sería otra recomendación.

También carece de un control de calidad con personal experto que evidencie toda actividad y su desarrollo aplicando esta gestión HSEQ en toda su estructura.

Capacitar a los empleados en cada una de las herramientas, proporcionando ayudas visuales en las estaciones de trabajo y tener manuales de funciones ayudando al operario a mantener presente sus metas y actividades cotidianas.

Referencias

Rocha (2015) *La filosofía de Lean Manufacturing para incrementar la productividad y mejora continua en los procesos*. España. 3C empresa.

Cueva Alvarado (2015) “*Propuesta de estrategia para aplicar Lean Manufacturing en el área de metalmecánica de la empresa Induglob S.A.*” Universidad Azuay. Rio de Janeiro. Repositorio institucional.

Quiminet portal industrial y negocios (2011)

Arrieta, Domínguez, Echeverri, Gutiérrez. (2011) “*Aplicación de Lean Manufacturing en la industria colombiana*”

Rojas, Cortez (2014) “*Aplicación de la Metodología SMED para el cambio de bobina de semi-elaborado maquina rebobinadora de papel Higiénico en la empresa papeles nacionales S.A*” Colombia.

Silva, Franco (2013) “*Propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la empresa Inversiones CNH SAS*”.

Bogotá, Colombia Repositorio universidad Javeriana

Radajell & Sánchez (2010) *La evidencia de una necesidad*.

González. *Manufactura Esbelta* Madrid, España. Editorial Díaz de Santos

Villaseñor y Galindo (2011) *Guía de implementación 5S* Editorial grupo Noriega

Constitución política de Colombia (1991) manejo y conservación del medio ambiente.

Ortega, F. (2008). 7+1 Tipos de Desperdicios. (Entrada de blog). Recuperado de: <http://lean-esp.blogspot.com.co/2008/09/71-tipos-de-desperdicios.html>.

Chacón Muñoz & Bonilla Hernández (2017) propuesta de mejora de procesos productivos mediante la filosofía Lean Manufacturing en la empresa tintorería Megaprocesos y terminados S.A.S. Tesis Bogotá, Cundinamarca, Colombia:

Universitaria Agustiniiana.

Rocha Lora & peralta Ubarnes (2015) propuesta del modelo de implementación modelo de gestión Lean Manufacturing en la empresa Ajoever. Tesis Cartagena, Bolívar, Colombia:

Universidad de Cartagena.

Cueva Alvarado & Crespo Vintimilla (2015) Propuesta de estrategia para aplicar lean Manufacturing en el área de metalmecánica en la empresa Induglob S.A. Tesis Cuenca, Ecuador:

Universidad Azuay.

Arrieta, Domínguez, Echeverri y Gutiérrez (2011) Implementación de herramientas de manufactura esbelta, en la empresa Papeles Nacionales S.A. Cali, Valle:

Fundación universitaria Lumen Gentium.

Silva Franco (2013) se denomina Propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la empresa Inversiones CNH SAS. Bogotá, Cundinamarca, Colombia:

Universidad Javeriana.

Jerez (2017) “Implementación de herramientas de Lean Manufacturing para la optimización de los procesos electrolíticos de la empresa ABS Cromosol LTDA. Bogotá, Cundinamarca, Colombia:

Universitaria agustiniana.

Ishikawa (1943) diagrama de Ishikawa o espina de pescado recuperado de: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

Oskar Olosson Tiempo Takt recuperado de: https://world-class-manufacturing.com/es/takt_time/takt_time.html

Anexos

Anexo A. Carta de la empresa.

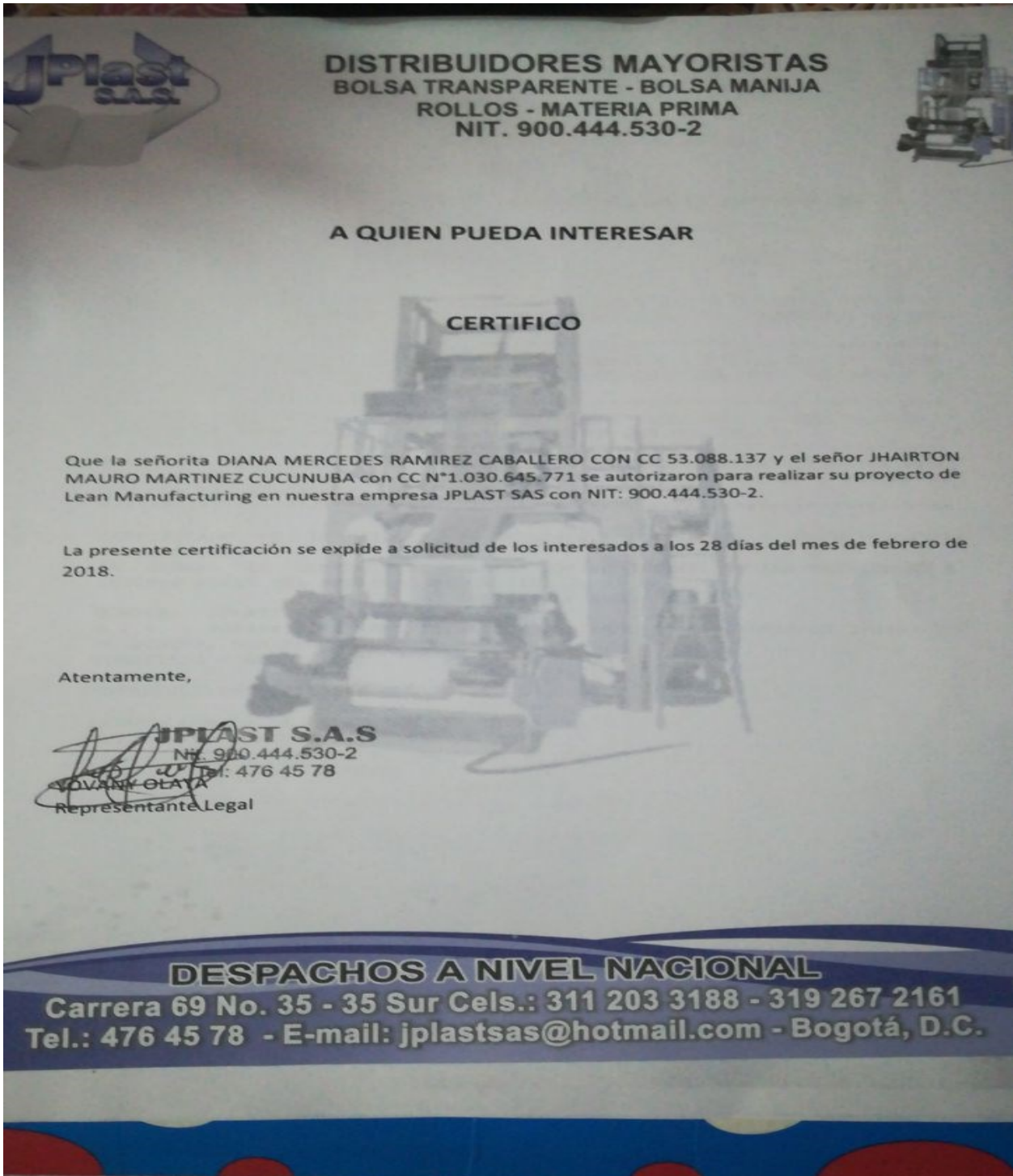


Figura 33. Cartade la empresa.

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. Tablas de diagnóstico en la metodología lean

Tabla 17.
COMUNICACIÓN & CULTURA.

COMUNICACIÓN & CULTURA		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se comunican, como mínimo, dos veces al año y a todos los niveles de la organización, los objetivos y evolución de la satisfacción de los empleados y de los objetivos de la Organización?	1
	Observaciones: si hay comunicación, pero no piensan en mejorar el bienestar de los empleados y de la empresa	
2	¿Son capaces los empleados de describir, detalladamente, los objetivos de la Organización y la forma en que su trabajo contribuye a la consecución de éstos?	1
	Observaciones: Los operarios no tienen claro los objetivos de la organización, solamente en las áreas administrativas	
3	¿Existe un proceso formal para que los empleados reciban feedback de los problemas encontrados en los procesos por sus clientes internos y/o externos?	0
	Observaciones: No la hay	
4	¿Los empleados trabajan en equipos promovidos por la dirección, para orientarse a la consecución de los objetivos de desempeño, calidad y seguridad?	1
	Observaciones: Cuando se hizo la visita no se encontró la	

	prioridad al empleado en seguir rigurosamente la seguridad industrial.	
5	¿Los empleados utilizan, comparten y comprenden los medibles para monitorizar y mejorar sus procesos de trabajo?	0
	Observaciones: no hay ninguna medida para monitorizar y mejorar sus procesos de trabajo.	
6	¿Los problemas que aparecen en los procesos de fabricación, son detectados e investigados dentro de los siguientes 10 minutos a su aparición?	0
	Observaciones: se demoran un promedio de 20 minutos en ir a investigar los problemas que se detecten en los procesos de fabricación	
7	¿Los equipos de soporte, técnicos e ingenieros, tienen adquirida la rutina de: 1) ir al lugar donde ocurre la problemática para entender la situación 2) hablar con el personal de este puesto de trabajo para obtener su opinión?	1
	Observaciones: hablan con el personal de la falla pero en la mayoría de casos no se soluciona inmediatamente.	
8	¿Se comprende y conoce el concepto de Value Stream Mapping? ¿han sido mapeados todos los procesos y los lay-outs de cada cadena de valor se han segregado?	0
	Observaciones: actualmente la empresa no cuenta con ninguna de estas herramientas.	

	<i>Puntuación total</i>	4
	<i>Máxima puntuación</i>	32
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18.
CRM.

CRM		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿La información sobre nuestros clientes en la base de datos está actualizada?	1
	Observaciones: se actualiza muy debes en cuando	
2	¿Realizamos algún encuentro periódico con los clientes clave para que nos explique sus necesidades?	1
	Observaciones: se realizan encuentros pero no periódicamente	
3	¿Generamos datos estadísticos acerca de dichas necesidades que ayude a la mejora?	0
	Observaciones:	
4	¿Observamos nuestros clientes para saber cómo utilizan nuestro producto y poder así generar mejoras?	0
	Observaciones:	
5	¿Tenemos identificados segmentos de clientes fuera de los típicos segmentos por facturación, tamaño, ubicación geográfica?	2

	Observaciones:	
6	¿Sabemos cuál es la proporción de presupuestos rechazados por propuesta no ajustada a las necesidades del cliente?	0
	Observaciones:	
7	¿Todas las personas de contacto actualizan los datos relativos a los clientes?	2
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	6
	<i>Máxima puntuación</i>	28
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19.

SISTEMAS VISUALES 5S's & ORGANIZACIÓN PUESTO DE TRABAJO.

SISTEMAS VISUALES 5S's & ORGANIZACIÓN PUESTO DE TRABAJO		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios, componentes correctas y/o scrap. Las naves están libres de obstrucciones?	0

	Observaciones:	
2	¿Existen líneas en el suelo para distinguir las diferentes áreas de trabajo, las áreas de paso y las de manipulación? ¿Existen señales para distinguir las áreas de fabricación, de inventario y de material sobrante?	1
	Observaciones:	
3	¿Todos los empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes? ¿Los operarios consideran la limpieza diaria como una parte de su trabajo?	0
	Observaciones:	
4	¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar? ¿Siempre que se necesita una herramienta, un utillaje, un contenedor de material, suministros de oficina,... se encuentran fácilmente y están correctamente identificados?. ¿Conocen los empleados como localizarlos?	2
	Observaciones:	
5	¿Los paneles de información en los puestos de trabajo, contienen las instrucciones de trabajo (de operación y de seguridad) y un histórico de problemas de calidad recientes y sus contramedidas? ¿Dichos paneles son actualizados regularmente?	1
	Observaciones:	

6	¿Los planes de control están accesibles, actualizados y visibles desde el puesto de trabajo y describen las comprobaciones y criterios de aceptación necesarios sobre las características del producto/proceso?	1
	Observaciones:	
7	¿La comunicación entre cambios de turno/operario se rige mediante un procedimiento o hábito riguroso y estable?	1
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	6
	<i>Máxima puntuación</i>	28
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20.
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL.

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se garantiza la formación de todos los empleados en el puesto de trabajo antes de trabajar solos? ¿Sólo una parte insignificante de la defectuosidad del producto/proceso es atribuible a trabajadores nuevos o inexpertos?	2

	Observaciones:	
2	¿Se han evaluado, medido y reducido los recorridos del producto y componentes en la planta?	0
	Observaciones:	
3	¿Las capacidades de la instalación son acordes a las necesidades de operación? ¿Tienen la capacidad de modificar la velocidad para equilibrarse con el TAKT TIME? ¿La instalación está liberada de "atascadores"?	1
	Observaciones:	
4	¿Está el proceso de trabajo diseñado para poder identificar, de manera inmediata, los defectos en el momento y lugar donde se manifiesten?	0
	Observaciones:	
5	¿Los procesos y los equipos están mantenidos de manera que garanticen el flujo de trabajo sin interrupciones no deseadas?	1
	Observaciones:	
6	¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?	1
	Observaciones:	
7	¿Se han diseñado e implementado células de trabajo que	0

	garanticen el flujo de una pieza a través del proceso productivo?	
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	5
	<i>Máxima puntuación</i>	28
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21.
POKA YOKE.

POKA YOKE		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Los empleados han sido formados en los métodos anti error y existe un equipo de análisis permanente de los defectos del proceso y de las oportunidades de eliminar errores?	0
	Observaciones:	

2	¿Han sido desarrollados y aplicados los dispositivos y métodos anti-error para eliminar los defectos más críticos y recurrentes de cada área o puesto de trabajo?	0
	Observaciones:	
3	¿Se han implementado los dispositivos y métodos anti-error en todo tipo de proceso (operaciones manuales; procesos automatizados e inclusive procesos administrativos)?	0
	Observaciones:	
4	¿ Se controla la eficacia y se garantiza el correcto funcionamiento de todos los dispositivos y métodos anti-error implementados?	0
	Observaciones:	
5	¿Se realiza un análisis del rendimiento de todos los componentes, subconjuntos y productos en vistas de identificar mejoras en su diseño para eliminar errores y mejorar su productividad?	0
	Observaciones:	
6	¿Están autorizados los operarios a detener la línea cuando encuentran una unidad defectuosa o no pueden completar el proceso en las condiciones definidas en la hoja de operación estándar?	3

	Observaciones:	
7	¿En todos los casos que sean factible, los procesos manuales están reforzados con comprobaciones mecánicas para ayudar en la toma de decisiones y garantizar su efectividad?	1
	Observaciones:	
8	¿Los equipos y procesos están equipados con elementos de señal (ANDON) que atraen la atención de operarios y supervisores ante situaciones en las que se requiere ayuda o ante problemas de suministro?	0
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	4
	<i>Máxima puntuación</i>	32
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22.
SMED.

SMED		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se planifican con la suficiente antelación y precisión todos los cambios, de forma que todos los operarios están informados y conocen con precisión el momento en que se producirán?	1
	Observaciones:	

2	¿Están emplazados los equipos del cambio en el lugar apropiado y los operarios están formados en métodos de cambio rápido? ¿Los operarios actúan continuamente en la mejora de los métodos de cambio?	0
	Observaciones:	
3	¿De manera frecuente y habitual, el tiempo transcurrido entre la última pieza buena del trabajo anterior y la primera pieza buena del siguiente proceso, es menor de diez minutos?	1
	Observaciones:	
4	¿Se extrapolan, a otros procesos y áreas de la empresa, las ideas de mejora en los cambios implementadas con éxito?	0
	Observaciones:	
5	¿Se han desarrollado e implementado instrumentos y equipos que ayuden a reducir el tiempo de cambio y/o el trabajo necesario?	0
	Observaciones:	
6	¿El tiempo de cambio real vs previsto está informado en cada puesto de trabajo de manera clara y visible?	0
	Observaciones:	
7	¿Se utilizan listas de comprobación conteniendo: materiales, utillajes, medios de control, componentes, etc...Necesarios para la siguiente producción, como soporte para la reducción de los	0

	tiempos de cambio?	
	Observaciones:	
8	¿Están identificados, conservados y almacenados, de manera ordenada y garantizando su correcto funcionamiento, todos los ítems necesarios para los cambios?	0
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	2
	<i>Máxima puntuación</i>	32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23.
TPM.

TPM		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Los responsables de mantenimiento y sus equipos han sido entrenados en los conceptos y principios del TPM?	0
	Observaciones:	
2	¿La maquinaria funciona con todos los elementos de seguridad	2

	necesarios activos?¿Se inutiliza el uso de los equipos cuando los elementos de seguridad se rompen o no funcionan adecuadamente?	
	Observaciones:	
3	¿Se publican en cada área de trabajo los planes de intervención de mantenimiento (preventivo, predictivo)? ¿Se rastrea y evalúa la duración de los diferentes ítems críticos en el correcto funcionamiento del equipo?	1
	Observaciones:	
4	¿Se mantienen con rigor los registros de las intervenciones de mantenimiento y se exponen de manera clara y visible para todos los operarios?	1
	Observaciones:	
5	¿Las actividades de mantenimiento se enfocan al aumento de la utilización-disponibilidad de los equipos y a la disminución de la variabilidad en el tiempo de ciclo?	0
	Observaciones:	
6	¿Están definidas las responsabilidades relacionadas con el mantenimiento, tanto para el personal de mantenimiento como para el de producción?	0
	Observaciones:	

7	¿Se destina un tiempo diario suficiente, en la actividad de los operarios, para dedicarlo a actividades de mantenimiento, conservación y limpieza de los equipos y puestos de trabajo?	0
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	4
	<i>Máxima puntuación</i>	28
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24.
PULL SYSTEM.

PULL SYSTEM		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Todos los puestos de trabajo y procesos productivos conocen y exponen, clara y visiblemente, los requisitos necesarios en la producción, los objetivos de producción horaria y los tiempos de cambio?	2
	Observaciones:	

2	¿Todos los mandos de la planta han sido formados en los principios y la implementación del pull system?	0
	Observaciones:	
3	¿Los flujos de materiales en la planta transcurren en flujos de una pieza o en supermercados "aguas abajo" gestionados por Kan-Ban?	0
	Observaciones:	
4	¿Los procesos río abajo tiran del resto de procesos, marcando los ritmos y horarios de trabajo de los procesos río arriba?	0
	Observaciones:	
5	¿Las líneas, células o fases de las operaciones, son capaces de adaptarse a la demanda del cliente, mediante cambios de horarios de producción, únicamente, en los procesos "de extrusión y corte"?	2
	Observaciones:	
6	¿Los supervisores de la producción y el personal administrativo, únicamente, producen el "papeleo" mínimo necesario para el siguiente proceso?	2
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	6
	<i>Máxima puntuación</i>	24
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25.
BALANCEADO DE LA PRODUCCIÓN.

BALANCEADO DE LA PRODUCCIÓN		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se realiza un esfuerzo para nivelar los horarios del proceso de producción requiriendo, tanto de los suministradores internos como externos, planificar entregas frecuentes de lotes pequeños?	1
	Observaciones:	
2	¿Se realizan los cambios de producción para reforzar el concepto de entregar la demanda diaria de todas las referencias, por encima de la fabricación en lotes?	1

	Observaciones:	
3	¿El TaktTime es conocido por todos y determina el ritmo de los procesos de producción?	0
	Observaciones:	
4	¿El TaktTime se utiliza para asignar las dotaciones de trabajo y los tiempos de ciclo en cada proceso?	0
	Observaciones:	
5	¿Cuándo se modifica la demanda del cliente, se vuelven a balancear los procesos y se redefinen los tiempos de ciclo conforme al nuevo Takt time?	0
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	2
	<i>Máxima puntuación</i>	20
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,10

Anexo C. Planillas de producción

Tabla 26.

PLANILLA DE PRODUCCION DIARIA DE MILLARES.

PLANILLA DE PRODUCCION DIARIA DE MILLARES								
OPERARIOS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL PRODUCCION
operario 1	244	204	266	215	185	354	0	1468
operario 2	565	292	338	353	387	376	0	2311
operario 3	1271	1284	1491	1362	1274	977	0	7659
operario 4	1306	1151	805	1348	1579	1246	0	7435
operario 5	906	795	924	933	1009	1040	0	5607
operario 6	940	960	757	885	880	924	0	5346
operario 7	564	650	693	515	436	630	0	3488
operario 8	660	677	660	597	601	693	0	3888

operario 9	240	462	388	462	333	374	0	2259
operario 10	462	348	462	462	374	308	0	2416
operario 11	462	510	405	420	510	420	0	2727
operario 12	473	510	459	423	498	417	0	2780
TOTAL	8093	7843	7648	7975	8066	7759	0	47384

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27.

INFORME PROMEDIO DIARIO DE PRODUCCION POR MAQUINA.

INFORME PROMEDIO DIARIO DE PRODUCCION POR MAQUINA								TOTALES POR MAQUINA
fecha	PRODUCCION TURNO No. 1			PRODUCCION TURNO No. 2			TOTAL PRODUCCION	
	TURNO 1	PROMEDIO PESO	PRDUCCION	TURNO 2	PROMEDIO PESO	PRDUCCION		
MAQ No 1	23	10,5	242	17	6,5	111	352	2223
MAQ No 1	66	6,5	429	89	11,5	1024	1453	
MAQ No 1	59	5,2	307	14	8	112	419	
MAQ No 2	200	5,2	1040	210	4,4	924	1964	3580
MAQ No 2	191	3,3	630	210	3,3	693	1323	
MAQ No 2	133	2,2	293			0	293	
MAQ No 3	58	1,4	81	220	1,4	308	389	528
MAQ No 3	8	3,3	26	80	1,4	112	138	
MAQ No 4	7	6,5	46	60	4,4	264	310	546
MAQ No 4	40	1,4	56	41	4,4	180	236	
MAQ No 5	21	2,2	46	82	1,7	139	186	883
MAQ No 6	300	1,4	420	198	1,4	277	697	
	totales turno 1		3616	totales turno 2		4144		

Fuente: Elaboración propia

Anexo D. Fotos

Proceso de corte y sellado



Figura 34. Proceso de corte y sellado.

Fuente: Elaboración Propia

Inventario materia prima



Figura 35. Inventario materia prima.

Fuente: Elaboración Propia

Mezcla de la resina



Figura 36. Mezcla de la resina.
Fuente: Elaboración Propia

Proceso de extrusión



Figura 37. Proceso de extrusión.
Fuente: Elaboración Propia.