

DISEÑO DE UN PROGRAMA INTEGRAL EN LEAN MANUFACTURING PARA LA
EMPRESA MANTELI SAS

RUBIO PEÑA CHRISTIAN JAVIER

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTA D.C.

2017

DISEÑO DE UN PROGRAMA INTEGRAL EN LEAN MANUFACTURING PARA LA
EMPRESA MANTELI SAS

RUBIO PEÑA CHRISTIAN JAVIER

Asesor de trabajo
QUIROZ CARLOS

Trabajo de grado para optar al título como
Profesional en Ingeniería Industrial

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2017

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C (19, Noviembre, 2017)

Dedicatoria

“No hay secretos para el éxito. Éste se alcanza preparándose, trabajando arduamente y aprendiendo del fracaso.”.

Colin Powell

Dedico este trabajo de grado a Dios por brindarme nuevamente la oportunidad de cumplir el sueño de ser ingeniero industrial, a mi familia por su apoyo incondicional y a mi compañera Paula Arismendy con quien emprendimos este camino hasta el final.

Resumen

El presente trabajo de grado, es la propuesta de un programa integral en Lean Manufacturing que se diseñará para la empresa de mantenimiento litográfico MANTELI SAS, la cual es una empresa del sector industrial cuya principal ventaja competitiva es fabricar los repuestos necesarios para la ejecución de los mantenimientos, actualmente está en búsqueda de identificar nuevas técnicas que le permitan seguir creciendo, por ende, este documento principalmente será un propuesta que le ayudará a ser una empresa más productiva e innovadora dentro de su mercado.

El sector industrial colombiano, es un área de la economía que está en continuo crecimiento, pero de igual manera es un sector en donde la competitividad es más alta día a día, MANTELI SAS, es una empresa a la que esta propuesta le será de gran contribución y le permitirá prepararse para los diferentes retos a los que se enfrentarán, como la entrada de empresas extranjeras que tendrán políticas gubernamentales especiales como los TLC (tratado de libre comercio) firmados con distintos países.

El programa estará basado en varios pilares que están a la vanguardia de la industria mundial, como lo son la metodología Kaizen, una metodología japonesa que significa (cambio para mejorar) la cual se basa en 2 componentes que son los equipos de trabajo y la ingeniería industrial, su principal objetivo es mejorar los procesos de producción.

Los componentes son las 5S, la cual es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios básicos que son clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina de la técnica. El segundo pilar del programa es la propuesta de diseñar un modelo de Kanban, instrumento administrativo que ayuda a mantener el sistema pull (de arrastre) y la producción Just in Time, por último, se diseñará un prototipo de control visual Andón, que es útil para alertar a los supervisores y personal en general, de problemas o anomalías en los procesos.

Una vez identificados los pilares del programa, se utilizará un modelo de investigación mixto al interior de la empresa, el cual permitirá indagar la información más relevante de la organización y a partir de esto determinar las principales falencias a combatir.

Palabras claves: Kaizen, Andon, Lean Manufacturing, TLC, Competencia

Abstract

The present work of degree, is the proposal of an integral program that will be presented to the company of litográfico maintenance MANTELI SAS, which is a company of the industrial sector that is in search of the development of tools that allow to continue to grow, This document will especially be a proposal that will help you become a more competitive and innovative company within your market.

The Colombian industrial sector is an area of the economy that is constantly growing, but it is also a sector where competitiveness is highest day by day, and MANTELI SAS is a company to which this proposal will be Great contribution and will allow him to prepare for the different challenges that will be faced, such as the entry of foreign companies that will have special government policies like the free trade agreement signed with different countries.

The program will be based on three pillars that are at the forefront of the global industry, which are the Kaizen methodology, which is a Japanese methodology that means (change for improvement) which is based on 2 components that are the work teams and Industrial engineering, which are used to improve production processes.

The second pillar is the 5S which is a Japanese management technique based on five basic principles that are to classify, order, clean, standardize and discipline the technique. The third pillar of the program is the proposal to implement a LEAN MANUFACTURING methodology that seeks to eliminate all those activities of the production process that do not generate added value to the final product.

The final pillar of the program is to design a balanced scorecard, which is a model of strategic-operational management, which allows to communicate and implement a strategy, making it possible to obtain results in the short and medium term.

Once the pillars of the program have been identified, a mixed research model will be developed within the company, which will allow the investigation of the most relevant information of the company and from this determine the major shortcomings to be improved.

Keywords: Kaizen, Lean manufacturing, TLC, Competences.

Contenido

Capítulo 1: Tema de investigación.....	11
1.1 Identificación del problema	11
1.2 Antecedente del problema	11
1.3 Descripción del problema	13
1.3.1 Indicadores (KPI)	18
1.4 Sistematización del problema.....	19
1.4.1 Árbol de problemas.....	19
1.5 Pregunta de investigación	19
1.6 Georreferenciación.....	20
Capitulo 2: Tema de investigación	21
2.1 Justificación	21
2.2 Marco teórico	22
2.2.1 Casa Toyota.....	22
2.2.2 Fases de implementación filosofía lean.....	23
Capítulo 3: Marco de referencia de la investigación	25
3.1 Marco conceptual.....	25
3.1.1 Efectividad global del equipo(OEE).	25
3.1.2 Indicadores claves de desempeño (KPI).	25
3.1.3 Poka yoke	26
3.1.4 Metodología kaizen.	26
3.1.5 5S.	28
3.1.6 Lean manufacturing.	31
3.1.7 Kaban.....	34
3.2 Marco legal	35
Capítulo 4: Metodología de la investigación	36
4.1 Tipo de investigación	36
4.2 Hipótesis de la investigación.....	37

4.3 Variables de la investigación	37
4.4 Proceso metodológico	37
4.5 Alcance.....	39
4.5.1 Limitaciones y delimitaciones.	39
Capítulo 5: Estudio de mercado	41
5.2 Mercado objetivo	46
Capítulo 6. Objetivos	47
6.1 Objetivo general	47
6.2 Objetivos específicos	47
6.3 Diagrama de objetivos.....	48
Capítulo 7. Resultados de la investigación	49
7.1 Diagnóstico lean.....	49
7.2 Estudio de tiempos	51
Capítulo 8: Propuesta de ingeniería	54
8.1 Kanban operario	54
8.1.2 Kanban por departamento.....	55
8.2 Meta departamento torno	56
8.3 Meta departamento de fresado	57
8.4 Andón.....	57
8.5 Organizadores de herramienta.....	58
8.6 Manuales de procedimientos	59
8.6.1 Departamento de torno.....	60
8.6.2 Departamento de fresadoras.....	67
8.6.3 Departamento de taladro.....	72
8.7 Beneficio de los manuales de procedimiento.....	73
8.8 Reorganización 5S.....	75
8.8.1 Antes	76
8.8.2 Después	77
8.9 Resumen de resultados.....	78

Capítulo 9: Estudio financiero	80
9.1 Costos	80
9.1.1 Maquinaria planta de producción MANTELI SAS.....	80
9.1.2 Personal planta de producción.....	81
Conclusiones.....	83
Recomendaciones	84
Referencias.....	85
Lista de figuras.....	87
Lista de tablas	89
Lista de anexos.....	90
Anexos	91

Introducción

El mantenimiento litográfico, es una disciplina que pertenece hace mucho tiempo al sector industrial, pero al igual que muchas otras áreas de la industria ha evolucionado y sobre todo se ha revolucionado con la implementación de nuevas tecnologías.

De acuerdo con lo anterior, las actuales empresas de mantenimiento litográfico deberán hacer un gran esfuerzo para buscar nuevas estrategias que le permita convertirse en empresas más competitivas e innovadoras y de esta manera continuar en este mercado tan dinámico y competitivo

La empresa MANTELI SAS, es una organización que ha permanecido en este sector por más de 25 años, pero actualmente se ha visto afectada por una serie de factores que de no tomarse medidas a tiempo, podrán generar consecuencias muy negativas a futuro, por este motivo, esta propuesta integral, será una respuesta a esa búsqueda de nuevas técnicas de trabajo que le permitan aumentar la calidad, productividad y sobre todo tener un mejor control del área operativa, para que posteriormente se puedan desarrollar al interior de la organización proyectos de mejora continua.

En complemento a lo anterior, la propuesta estará basada en varios pilares que están enfocados a mejorar ciertos procesos y procedimientos al interior de la empresa, para ello inicialmente se buscará implementar la filosofía kaizen y algunas de sus técnicas. Barraza, (2007) afirma:

“La filosofía desarrollada originalmente en Japón, cuyo propósito es que no debe pasar un día sin que se haya hecho algún mejoramiento en algún lugar de la planta de producción, y que además estos cambios se conviertan en hábitos orientados en el beneficio de la empresa y colaboradores del área. (p.207)”.

Capítulo 1: Tema de investigación

1.1 Identificación del problema

La industria litográfica ha ido cambiando con el paso del tiempo, para las empresas que actualmente pertenecen a este sector de la industria, se les convierte en un verdadero reto poder obtener un papel protagónico en el mercado, debido a que las técnicas que se utilizaban anteriormente han cambiado gradual y drásticamente, factores como la publicidad, el e-marketing y la automatización entre otros, se convierten en un parámetro importante a la hora intentar obtener una rentabilidad a través del desarrollo de esta actividad económica.

La empresa MANTELI SAS, es consciente de estos problemas, por ende, está en la búsqueda de implementar nuevas herramientas que permitan que la empresa siga siendo competitiva dentro de su sector.

A pesar de la trayectoria de MANTELI SAS en el mantenimiento litográfico, su principal problema gira en torno a los procesos productivos y operativos de la planta en la que se fabrican los repuestos necesarios para el mantenimiento de la maquinaria de los clientes, ya que según el diagnóstico realizado (Ver anexos), la planta carece de implementación de nuevas técnicas y filosofías de trabajo, más innovadoras, que mejoren la productividad, que incrementen la calidad de sus productos y sobre todo que generen un valor agregado al cliente utilizando los recursos con los que cuentan hasta el momento.

1.2 Antecedente del problema

MANTELI SAS, es una empresa de mantenimiento litográfico, netamente familiar, constituida hace 17 años por su actual representante legal el Sr. Luis Fernando Gil Torres, quien ha logrado sostener la empresa y generar un crecimiento importante con el pasar del tiempo, se encuentra ubicada en la capital colombiana, puntualmente en la localidad Teusaquillo, cuenta con una sola sede en las que se encuentran todas las áreas que conforman la empresa, es decir, administrativa, comercial y planta de producción.

La empresa cuenta con cerca 23 empleados en total y con un amplio portafolio de repuestos que son fabricados al interior de la organización, los cuales complementan el servicio de

mantenimiento que efectúan sus técnicos y que no se adquieren con facilidad en el mercado, es allí en donde radica el principal problema de la planta producción, según la información suministrada por MANTELI SAS, se identificaron dos problemas principales que son: bajo índice de cumplimiento de pedidos para el área comercial, el cual alcanzo un promedio de 73.8% en el año 2016, siendo un indicador que refleja cosas por mejorar, por otro, lado se identifica un alto número de productos no conformes (PNC) en el año 2016 tuvo un promedio de 11,8 %.

Indicador de cumplimiento de pedidos despachados en el año 2016.

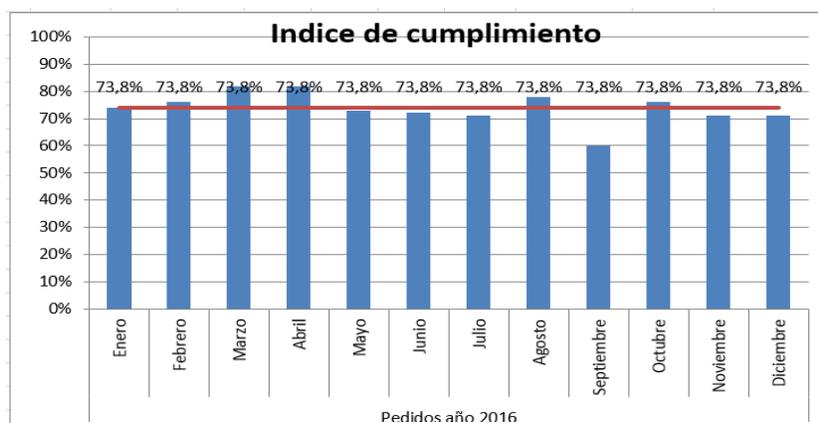


Figura 1. Indicie de cumplimiento año 2016. Nota: Autoría propia.

Claramente son problemas que preocupan la gerencia de la empresa, debido a que estos han repercutido en los ingresos y finanzas de la compañía; mitigando estas mudas de la planta de producción, se podrán mejorar los niveles de servicio ofrecidos y por ende incrementar la rentabilidad de la compañía.

En complemento a lo anterior y conforme a la información financiera suministrada por Manteli S.A.S, en el año 2016 se registraron ingresos anuales por \$354.896.256 con un cumplimiento de productos despachados en promedio anual del 73,8%, por ende, la empresa dejo de percibir \$92.273.026 correspondiente al 26% restante, de lo cual se puede concluir que si se hubiese cumplido con los despachos en un 100% la empresa habría registrado en total ingresos anuales por \$447.169.282,6

Indicador de calidad productos despachados año 2016.

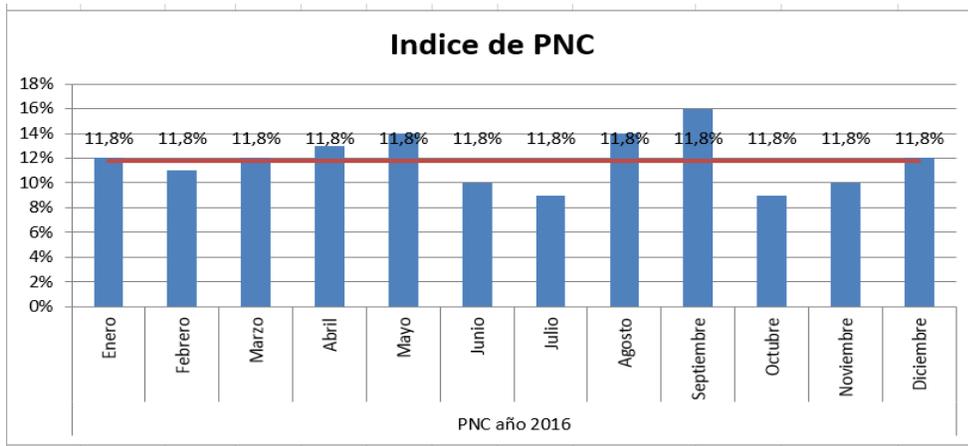


Figura 2. Indicador mensual de calidad 2016. Nota: Autoría propia.

1.3 Descripción del problema

El mantenimiento litográfico, es un sector de la industria, que aún continúa vigente a pesar de los avances tecnológicos que han generado cambios en la forma de llevar a cabo los procesos de producción. Por ende, se diseñarán algunas herramientas que permitirán combatir las causas de los dos problemas identificados anteriormente y que se pueden desglosar en la figura 3

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se desglosarán las casusas de las dos problemáticas identificadas.

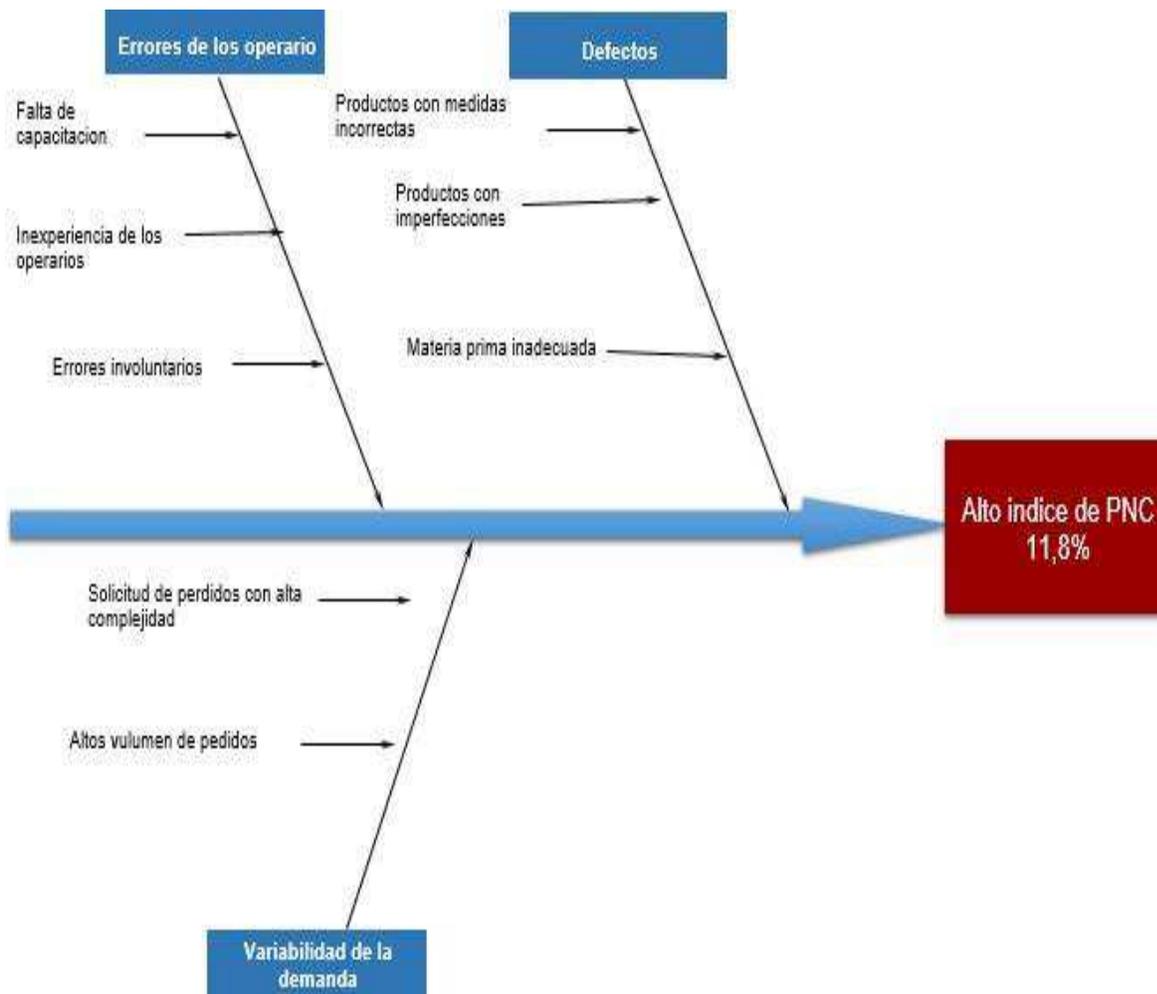


Figura 3. Diagrama de Ishikawa alto índice de PNC. Nota: Autoría propia.

A continuación, se relacionan las causas del bajo índice de cumplimiento en los pedidos despachados.

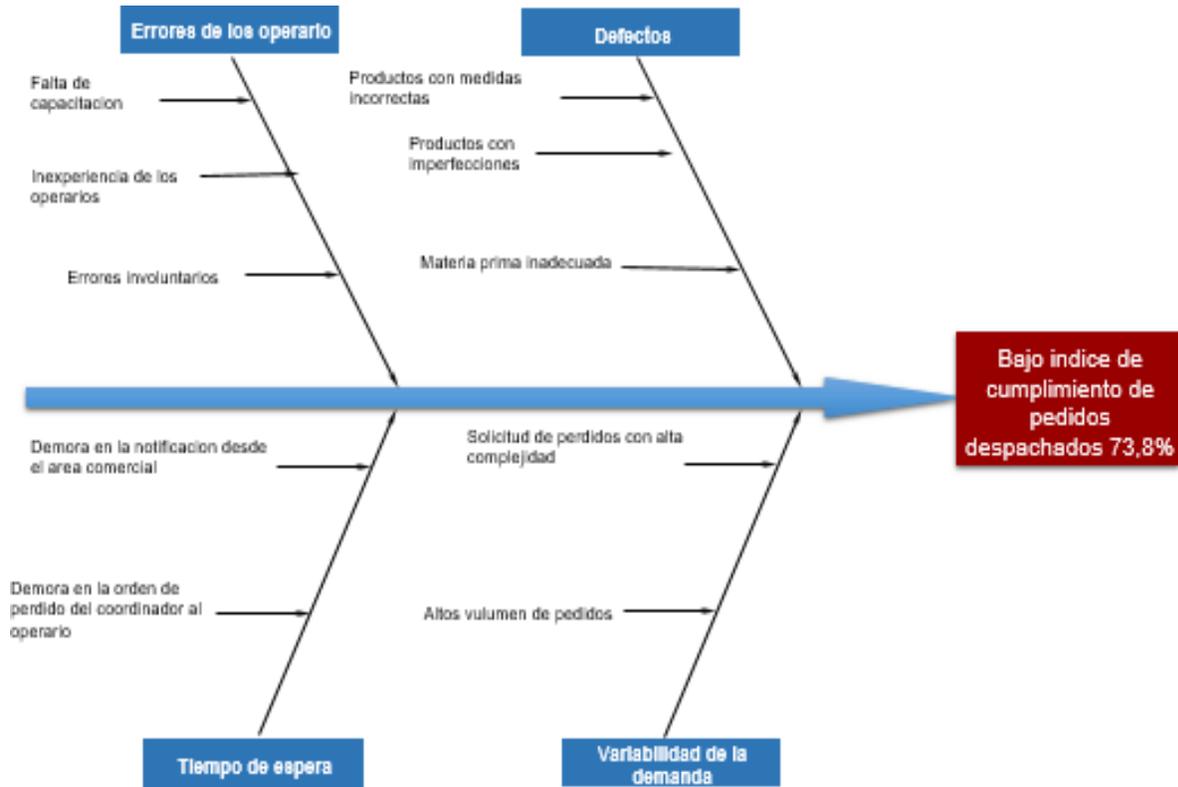


Figura 4. Diagrama de Ishikawa bajo índice de cumplimiento. Nota: Autoría propia.

Las causas relacionadas en los dos diagramas de Ishikawa que anteceden, se desglosaron en la siguiente tabla, según información suministrada por la empresa Manteli SAS, se utilizó un universo de 286 pedidos, de los cuales 211 se entregaron a tiempo y 75 a destiempo (ver tabla 2)

Tabla 1.

Causas y porcentaje de aparición

Categorías	Causas	% de aparición	# de pedidos perdidos
	Falta de capacitación	15%	11,25
Hombre	Inexperiencia de los operarios	10%	7,50
	Errores involuntarios	26%	19,50
Maquina	Tecnología obsoleta	8%	6,00
	Falta de mantenimiento	21%	15,75
Materia prima	Material de Bajo Grado	4%	3,00
	Material no especificado	4%	3,00
Método	Procedimientos que no se siguieron	5%	3,75
	procedimientos no comunicados	5%	3,75
Otros	Otros	2%	1,50
	Total	100%	75

Nota: Adaptado de Manteli SAS.

A continuación, se relacionan las cifras de pedidos para el año 2016 lo cual permitirá identificar la afectación que tienen el índice de incumplimiento de pedidos y de PNC.

Tabla 2.

<i>Incumplimiento de pedidos año 2016</i>		
	porcentaje	Cantidad
# Pedidos a tiempo	73,8%	211
# de pedidos tardío o perdidos	26,2%	75
# total de pedidos	100	286

Nota: Adaptado de Manteli SAS.

De acuerdo a la información reflejada en las tablas 1 y 2, se observa que las causas más frecuentes de incumplimiento y de mala calidad, están relacionadas con el hombre, es decir entre la falta de capacitación, los errores involuntarios y los métodos ejecutados por el hombre se asocia el 51% del total de los incumplimientos de pedidos en el año 2016, por ende será en estas causas en donde buscare diseñar una propuesta de Lean Manufacturing, toda vez que para atacarlas, no será necesario generar una gran inversión por parte de la empresa Manteli SAS, debido a que una vez ejecutado el diagnóstico del estado actual de la empresa en herramientas Lean, posteriormente se utilizarían técnicas enfocadas en aprovechar los recursos existentes especialmente la mano de obra actual.

Tabla 3.

Raíces y porcentaje de aparición

Causas	Raíces	# Aparición	% Aparición
	Operaciones faltantes	49	65%
	Procedimientos	38	51%
Errores	omitidos	25	33%
involuntarios	Errores durante la preparación del equipo Inexperiencia en el el proceso proceso	43	57%

Nota: Adaptado de Manteli SAS.

1.3.1 Indicadores (KPI).

Claramente las causas identificadas en el diagrama tendrán que ser cuantificadas, para ello será necesario diseñar algunos indicadores, los cuales deberán ser alimentados con una periodicidad definida de acuerdo con las necesidades de la organización, estos indicadores son:

- Cumplimiento de pedidos = $(\# \text{ de pedidos a tiempo} / \# \text{ total de pedidos}) * 100$
- Defectos = $(\# \text{ de productos no conformes} / \# \text{ total de productos fabricados}) * 100$
- Disponibilidad = $(\text{tiempo productivo} / \text{tiempo disponible}) * 100$
- Rendimiento = $(\text{Producción real} / \text{capacidad productiva}) * 100$
- Calidad = $(\# \text{ productos conformes} / \# \text{ total de productos fabricados}) * 100$
- Materia prima = $(\text{MP aceptable} / \text{total materia prima}) * 100$

1.4 Sistematización del problema

1.4.1 Árbol de problemas.

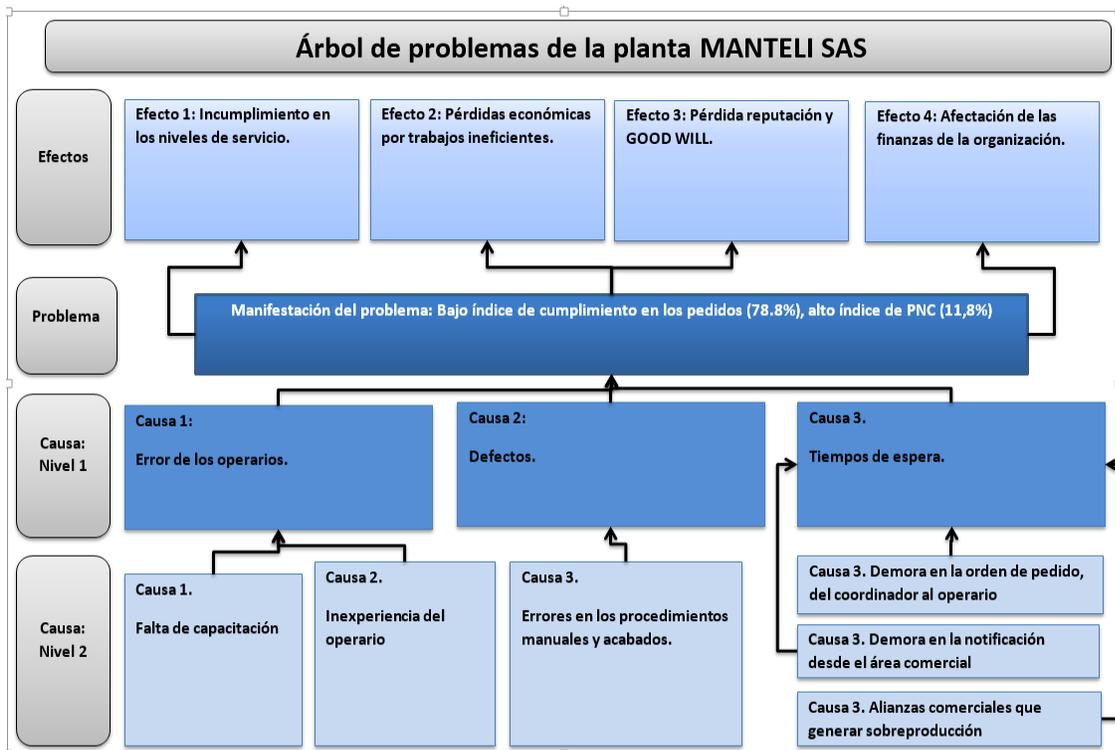


Figura 5. Árbol de problemas. Nota: Adaptado de Manteli SAS.

1.5 Pregunta de investigación

¿Cuál será el impacto económico para la empresa MANTELI SAS, reflejado en términos de calidad y competitividad dentro del sector litográfico, al implementar esta propuesta en su planta de producción?

1.6 Georreferenciación

Por otro lado, la empresa MANTELI SAS, quien será el centro de estudio de este documento, está ubicada en la ciudad de Bogotá, Colombia exactamente en CL 24 B No. 27 – 12

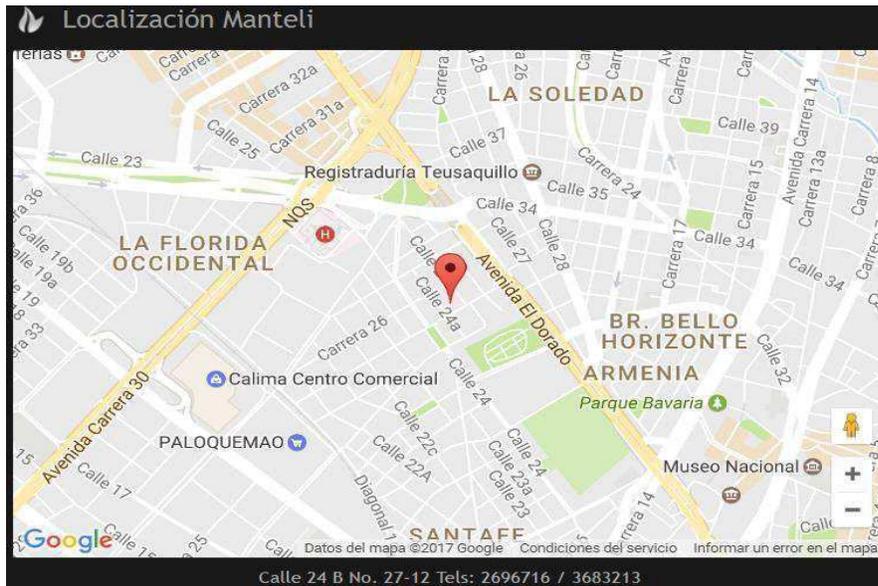


Figura 6. Ubicación geográfica de la empresa MANTELI SAS. Nota: Adaptado de Google maps, 2017

Capítulo 2: Tema de investigación

2.1 Justificación

Actualmente el estado colombiano está desarrollando una serie de programas y proyectos enfocados a mejorar la competitividad y productividad de la industria colombiana, el Programa de Transformación Productiva es una de las herramientas dispuestas por el Gobierno Nacional para la ejecución de la Política Industrial que conduzca al Desarrollo Productivo del país y con la que se generan entornos más competitivos y empresas más fuertes y productivas.

(COMPES, 2008, p.12).

El promotor de la productividad y competitividad (PTP) es programa enfocado a las empresas colombianas a través de 5 frentes:

- Fomentando mejoras en la productividad y la calidad: Fortalecimiento.
- Optimizando las reglas de juego: Marco normativo.
- Potenciando procesos para ser más competitivos: Infraestructura y logística.
- Generando capacidades: Capital humano.
- Conectándolas con oportunidades de financiación: Acceso a financiación

Por otro lado, la empresa MANTELI SAS, se ha dedicado por más de 17 años a realizar trabajos de mantenimiento litográfico a una gran variedad de empresas, lo que le ha permitido permanecer en este mercado durante un largo tiempo, pero de igual manera es una industria que también se ha visto alterada por los cambios en el mercado como por ejemplo el ingreso de empresas extranjeras, nuevas tecnologías, nuevos materiales, etc.

De acuerdo con lo anterior, MANTELI SAS, es una empresa que tiene en la necesidad de renovar y actualizar sus procesos productivos, de tal manera que pueda continuar siendo una empresa competitiva en el mercado, para ello debe suplir sus carencias de innovación y actualización, por ende una propuesta integral como esta, le permitirá desarrollar nuevas técnicas operativas, que optimizaran sus procesos productivos, mejorara los estándares de calidad, ejercerá un óptimo control sobre su planta operativa y sobre todo se podrá enfocar en ofrecer un

mejor nivel de servicio a sus clientes, desarrollando nuevas estrategias que incrementen el valor agregado del proceso hacia el consumidor final.

Consecuentemente hay que resaltar que la propuesta será un instrumento que la empresa podrá usar durante mucho tiempo, ya que la mejora continua permitirá un dinamismo real en la planta de producción, en donde los propios operarios tendrán la posibilidad de aportar propuestas bajo la filosofía KAIZEN.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Casa Toyota.

Hablar de Lean Manufacturing, es hablar del sistema de producción de la empresa automotriz Toyota, ya que allí se implementaron técnicas y herramientas que permitieron mejorar los sistemas de producción, el fundador de la empresa Sakichi Toyoda y su hijo Kiichiro.

El señor Sakichi viaja a Norteamérica en el periodo de la postguerra visita la planta de Henry Ford donde toma conceptos de los sistemas de producción que allí son ejecutados. Al regresar a Japón lleva la idea no de ser igual a la compañía de Ford, sino mejorar las falencias que observó, desde esa perspectiva comienza a desarrollar un modelo de trabajo y buenas prácticas que permita llevar a su empresa automotriz a competir con la industria

Norteamericana que es muchos más grandes y con unos buenos niveles de productividad. Kiichiro hace un valioso aporte al inventar un sistema de eliminación de error en la fuente, que más adelante se conocería como el Jidoka siendo uno de los pilares de la casa Toyota, al igual que Justo a tiempo (JIT). De esta forma la empresa Toyota logra el éxito y hoy en día sigue siendo un referente en cuando a la eficiencia y buenos resultados que se obtienen. Después de la implementación de un sistema Lean. La producción basada en la filosofía Lean Manufacturing se resume en una fabricación sin desperdicios o mudas que afecten el proceso de producción, para ello se vale de herramientas tales como: Jidoka, Just in Time, Heijunka, Estandarización, Kaizen, VSM, 5S, QFD, TPM, KAMBAN, SMED.

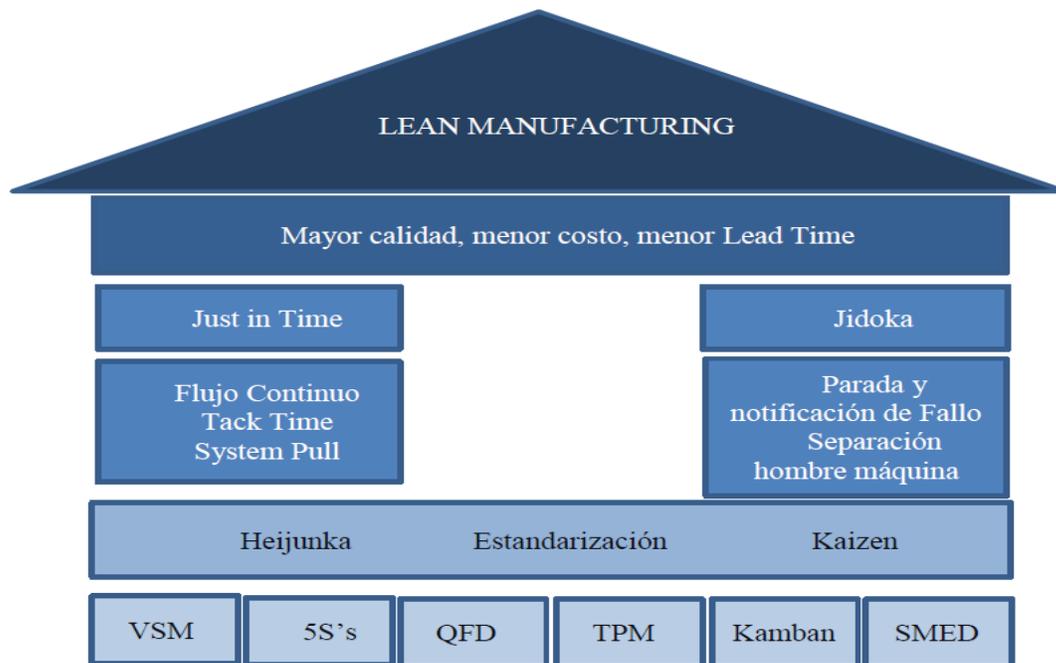


Figura 7. Casa Lean Manufacturing Nota: Adaptado de (Leanmanufacturing)

2.2.2 Fases de implementación filosofía lean.

Un aspecto muy importante es identificar cuáles son las fases para implementación de la metodología Lean, el proceso de implementación de un sistema Lean no debe seguir una receta de cocina, ya que se podrían explicar tantas manera como intentos se conozcan, por lo que se proponen cuatro pasos principales

- Establecer una organización por producto.
- Reducir los stocks y las colas.
- Minimizar el tamaño de los lotes.
- Establecer un ritmo constante de fabricación.

(Rjadell, García. 2010. p. 136)

Tabla 4.

Fases de implementación

Establecer una organización por producto	<p>Construir el VSM. Aplicar las 5S: eliminar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina. Analizar el <i>takt time</i> para el o los productos seleccionados. Estudiar el <i>layout</i> y organizar la distribución en planta considerando las grandes restricciones (equipos fijos). Minimizar las distancias. Establecer las operaciones de forma secuencial y en U. Construir un flujo lógico entre las distintas células de trabajo.</p>
Reducir los stocks y las colas	<p>Eliminar los stocks en las operaciones que no sean cuellos de botella. Sincronizar el aprovisionamiento de los proveedores y eliminar el exceso de stocks de materias primas.</p>
Minimizar el tamaño de los lotes	<p>Reducir los tiempos de preparación para conseguir cambios de serie rápidos e incrementos efectivos de la capacidad. Introducir sistemas de <i>kanban</i> para controlar los stocks (dos cajas, carros, bolsas, etiquetas, etc.). Minimizar el número de <i>kanbans</i>.</p>
Establecer un ritmo constante de fabricación	<p>Producir según el ritmo definido por el <i>takt time</i>. Evitar en la medida de lo posible, los paros por averías.</p>

Nota: Adaptado de Rajadell, García. 2010. p. 136

Capítulo 3: Marco de referencia de la investigación

3.1 Marco conceptual

Para demostrar la viabilidad y factibilidad de la implementación de esta propuesta, será necesario basarse en diferentes conceptos y teorías para ajustar las diferentes metodologías de acuerdo con las necesidades de la empresa MANTELISAS.

3.1.1 Efectividad global del equipo(OEE).

El OEE es un concepto que permite medir la producción industrial en función de la disponibilidad eficiencia y calidad de una planta, se integra directamente con acciones y no requiere su análisis a través de subconceptos, la eficiencia representa la propiedad del mantenimiento buscando la conservación de la capacidad productiva para alcanzar su capacidad potencial, se mide entonces como un desvío entre la producción real y la potencial; la disponibilidad es el factor más observable se mide restando del tiempo operativo el tiempo de parada y relacionándolo con el tiempo total operativo disponible; la calidad resulta de comparar la cantidad de bienes dentro de los parámetros de calidad establecidos con la cantidad total de bienes producidos en total.

(Belohlavek, 2007, p. 64)

3.1.2 Indicadores claves de desempeño (KPI).

Las siglas (KPI), tienen su origen en el idioma inglés (Key Performance Indicators) que en español significan indicadores claves de desempeño, según ALVAREZ (2013) afirma: “se trata de indicadores que son determinantes para anañizar de forma rápida la marcha del negocio y que nos permite tomar desiciones, todos los (KPI) todos los KPI son indicadores, pero no todos los indicadores son KPI. De esto se puedo concluir que lo importante de diseñar indicadores es que reflejen informacion realmente importante, y otra característica es que los KPI siempre deben ser seleccinados por la propia organización de acuerdo con sus necesidades y condiciones”. (p. 23).

3.1.3 Poka yoke.

Una de la herramientas que podran ser contempladas en esta propuesta para minizar las mudas identificadas en el Poka Yoke AAL & ALCALDE SAN MIGUEL (2007) afirma:

Es una tecnica de calidad desarrollada por el ingeniero Japonés Shigeo Shingo en los años sesenta , que en castellano significa “a prueba de errores”. Se basa en crear un proceso en el que sea imposible que se cometan errores Shigeo Shingo trabajo para la empresa toyota e implanto el control de calidad de cero efectos.

El objetivo del Poka Yoke es eliminar los defectos de n producto o proceso realizando acciones de prevencion o corrigiendolos antes o corrigiendolos lo antes posible.

La mayor parte de los errores que se cometen en las cadenas de produccion son debido a errores humanos, sobre todo cuando las personas realizan tareas repetitivas que causan una disminucion en la atencion. El Poka Yoke consiste en formulas para que las personas no cometan estos errores, o si los cometen que sean avisados inmediatamente. (p. 209).

3.1.4 Metodología kaizen.

Se puede definir como una filosofía de mejora continua e innovación, que por lo general siempre están en búsqueda de la calidad total. El autor Barraza (2007) afirma:

“El Kaizen es un método de mejora continua, aplicable en una cadena de fabricación. Es la concentración de las palabras japonesas Kai, que significa cambio y Zen que quiere decir mejor, el Kaizen se basa en una adaptación continúa de las herramientas y los procedimientos existentes para mejorar el rendimiento final. Este método, en el que es necesaria toda la participación de los empleados y managers, también se puede considerar más un estado de ánimo que un verdadero sistema”. (p. 83).

Esta metodología tiene sus orígenes en Japón al final de la segunda guerra mundial, cuando el ingeniero Taiichi Ohno propone un nuevo método de organización del trabajo, el Onhismo, también llamado el toyotismo, se considera como un perfeccionamiento del taylorismo y del fordismo, dos organizaciones de trabajo que prefieren la mejora antes de la innovación.

El Kaizen obtiene su autenticidad cuando comprende la implicación de todas las áreas de la empresa, desde los operarios hasta los procesos necesarios para la producción de los productos, es decir, todos los miembros deben hacer parte del establecimiento de los elementos para mejorar la empresa, el Kaizen suele pasar inicialmente por la autonomía de equipos de trabajadores que se reúnen para identificar los problemas que se presentan constantemente para luego buscarles una solución.

Actualmente esta metodología es utilizada principalmente en empresas que tienen aspiraciones de mejorar los resultados de una cadena de producción con la implementación de pequeños cambios en la forma de realizar el trabajo, y a partir de esto también se puede asumir como una metodología aplicable a la vida cotidiana.



Figura 8. Bases del Kaizen. Nota: Adaptado de García, 2009

En la figura anterior, se pueden observar las bases de la metodología Kaizen, las cuales serán necesarias para evitar que lo que se pretende implementar como una mejora, no funcione bien y por el contrario se convierta en una fuente de problemas.

- Convencimiento, de nada sirve sistematizar la mejora continua si el empleado o cualquier persona de la organización no está dispuesta a contribuir a esos nuevos procesos, por ende, la principal herramienta será para convencer a el personal de dejar combatir la resistencia al cambio.
- Método, una vez desarrollada la convicción de la metodología en el personal de la organización, será indispensable diseñar un método que realmente si genere una mejora en el

proceso o procedimiento, no se trata de modificar en vano sino de diseñar cambios positivos que generen un valor agregado.

- Estándar, teniendo la certeza de que los cambios implementados si están dando sus frutos, será indispensable estandarizar estas mejoras efectuadas, lo cual facilitará la posible aplicación de la misma en otras áreas de la organización que carezcan de mejoras que generen mayor valor agregado.
- Disciplina, teniendo en cuenta la relación existente entre las bases mencionadas anteriormente, será necesario generar una conciencia de disciplina en lo que concierne a la metodología, es decir, dar cumplimiento de manera constante a la metodología.

3.1.5 5S.

Las 5S es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos, en el ámbito individual /grupál, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas, equipos y sobre todo la productividad.

Se denominan las 5S porque son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que todos están orientados a conseguir una fábrica limpia y ordenada.

Fases de implementación	Las 5S	5S en japonés	5S en castellano	Representación gráfica
Eses Operativas	1ªS	<i>Seiri</i>	Seleccionar, Eliminar, Reducir	
	2ªS	<i>Seiton</i>	Ordenar, Clasificar, Identificar	
	3ªS	<i>Seiso</i>	Limpiar, Sanear, Anticipar	
Eses Funcionales	4ªS	<i>Seiketsu</i>	Estandarizar, Normalizar	
	5ªS	<i>Shitsuke</i>	Auditar, Autodisciplina, Hábito	

Figura 9. Escala ascendente de las 5S. Nota: Adaptado de Jaume Aldavert, 2016

De acuerdo con la gráfica anterior es importante conocer a fondo en que consiste cada una de las 5S.

- Seiri, significa organizar y seleccionar, consiste en organizar todo lo que concierne al puesto de trabajo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificarlo, lo ideal es aprovechar este ítem, para establecer normas que permitan trabajar en los quipos/máquina sin problemas inesperados.
- Seiton, significa ordenar, consiste en retirar del puesto de trabajo lo que no sirve y establecer un lugar para cada cosa,
- Seiso, significa limpiar, básicamente es realizar una limpieza inicial con el fin de que el operario/administrativos se identifique con su puesto de trabajo y máquinas/equipos que tengan a su cargo.
- Siketsu, quiere decir mantener la limpieza; a través de gamas y controles, se debe implementar los estándares de limpieza

- Shitsuke, por último, se busca rigor en la aplicación de las consignas y tareas, realizar la auto inspección de forma cotidiana

De acuerdo con lo anterior, las tres primeras fases, organización, orden y limpieza son operativas, la cuarta a través del control visual y las gamas ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores mediante la aplicación de estándares incorporados en las gamas, por otro lado, la quinta fase permite adquirir el hábito de las prácticas y aplicar la mejora continua en el trabajo diario.

Esta última acción, se efectúa en cada S por etapas, y cada etapa por las tareas comunes a las 5S, las cuatro etapas son,

- Limpieza inicial
- Optimización
- Formalización
- Continuidad.

En la figura 10, se mostrará gráficamente la forma en la que se debe relacionar lo expuesto anteriormente.

	1 Limpieza inicial	2 Optimización	3 Formalización	4 Continuidad
Organización y selección	Separar lo que sirve de lo que no sirve	Clasificar lo que sirve	Implantar normas de orden en el puesto	Estabilizar y mantener lo alcanzado en las etapas anteriores
Orden	Tirar lo que no sirve	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	Practicar la mejora
Limpieza	Limpiar las instalaciones/máquinas/equipos	Identificar focos de suciedad y localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio para evitarlas	Cuidar el nivel de referencia alcanzado
Mantener la limpieza	Eliminar todo lo que no sea higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar y aplicar las gamas de limpieza	Evaluar (Auditoría 5S)
Rigor en la aplicación	Acostumbrarse a aplicar la 5S en el seno del puesto de trabajo y respetar los procedimientos en vigor en el lugar de trabajo			Hacia el taller/oficina ideal

Figura 10. Síntesis de las etapas 5S. Nota: Adaptado de Sacristan, 2005.

3.1.6 Lean manufacturing.

En castellano, significa producción ajustada, es la búsqueda de un mejoramiento del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, asumiendo como desperdicios o despilfarros todas aquellas acciones que no aportan ningún tipo de valor al producto terminado y finalmente el cliente no está dispuesto a pagar, la producción ajustada también es conocida como Toyota Products System.

El objetivo del lean Manufacturing es la eliminación del despilfarro mediante diferentes herramientas, los pilares del lean Manufacturing son la mejora continua, el control total de la calidad, eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de toda la cadena de valor y la participación de los operarios.

El origen de esta metodología es la producción en masa, durante la primera mitad del siglo XX, ya que a pesar de venía siendo una versión mejorada de las técnicas de trabajo utilizadas hasta ese momento, la sobreproducción y la crisis petrolera en estados unidos causo que se buscara otra forma de fabricar los diferentes productos.

El principio fundamental del lean Manufacturing, es que el producto o servicios y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere, y para satisfacer estas condiciones busca la eliminación de los despilfarros, en general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1 % del total del proceso productivo, y de igual manera el 99 % de las operaciones restantes no aportan valor y por ende constituyen un despilfarro por lo que se deduce que por lo general hay una gran oportunidad de mejora.

Fuente. (Rajadell, 2010, p. 129)

A continuación, se mostrará gráficamente lo mencionado anteriormente, de una forma más clara, se evidenciarán los siete tipos de desperdicios más comunes en las empresas industriales y manufactureras.

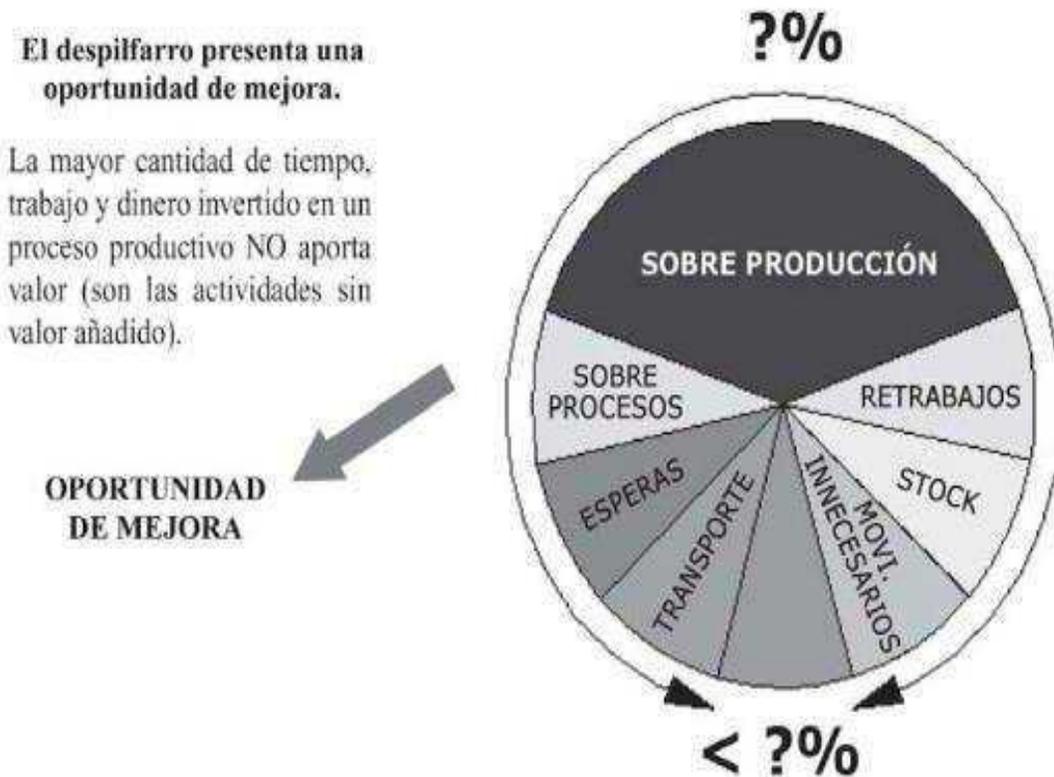


Figura 11. Los siete desperdicios. Nota: Adaptado de Rajadell, García 2010.

En la siguiente figura, se podrá observar la presencia del despilfarro en toda la cadena de valor.



Figura 12. Despilfarro coste global Nota. Adaptado de Cornner, 2006. P. 141

Por otro lado, un factor muy importante del lean Manufacturing es la reducción de los costes globales, en especial los indirectos mientras se mantienen los estándares de calidad y disminuyen los tiempos del ciclo de fabricación, es necesario resaltar que la mayoría de las aplicaciones del lean Manufacturing se encuentra en el entorno de fabricación en serie, línea, o en operaciones

donde se producen lotes de productos estándar a elevada velocidad y un gran volumen, moviéndose los materiales en un flujo continuo.

Recuperado de. (Libro lean Manufacturing. Gary Cornner. 2004)

3.1.7 Kaban.

El sistema Kanban actúa bajo la filosofía just in time (JIT), es decir, que lo precise un determinado proceso de producción debe ir a buscarse en el proceso o suministro que lo precede, siendo el objetivo fundamental obtenerlo en la cantidad y momento justos en que se necesitan, además en un sistema de producción presidido por la programación de series cortas de producción con una variedad más o menos grande de modalidades de productos, ello tienen que hacerse de forma ágil, rápida frecuente y fiable.

Recuperado de. (Libro Proceso en flujo pull y gestión Lean. Arbos. 2012)

3.2 Marco legal

Tabla 5.

Normograma

TEMA.	NORMA	AÑO	ORIGEN	TITULO	ARTICULO
NTC 6038	LEY 1259	2008	CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Implementación del comparendo ambiental	ART. 2,3 Y 4
NTC -ISO 14024	LEY 4741	2005	MINISTERIO DE AMBIENTE	Cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o es un líquido cuyos generados rechaza entregas porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó	ART. 5 y 6

Nota: Autoría propia.

Capítulo 4: Metodología de la investigación

4.1 Tipo de investigación

Teniendo en cuenta las características y el conjunto de factores que rodean la industria del mantenimiento litográfico, pero especialmente las circunstancias de MANTELI SAS,

Sera necesario llevar a cabo una metodología de la investigación mixta, es decir, que tendrá apartes de la investigación cuantitativa, ya que será necesario seguir un procedimiento en un orden específico para determinadas acciones de la investigación, como por ejemplo la recolección de la información de la planta de producción, toma de cargas de los principales operarios, estudios de tiempo y movimientos, etc.

Hay que resaltar que este tipo de acciones mencionadas anteriormente que corresponde a una investigación cuantitativa desarrollara una objetividad critica de los resultados obtenidos y buscara mantener una relación entre las personas que desarrollaran las investigaciones, los empleados y los empleadores, buscando siempre relacionar la información obtenida con las teorías o conceptos que se utilizaran como fundamento.

Por otro lado, también será necesario aplicar técnicas de investigación cualitativa, ya que para la recolección de alguna información no se utilizará un orden consecutivo en el proceso, por ejemplo para el desarrollo de estrategias de mejora continua o la autodisciplina de los empleados con la filosofía que se implementara, se buscara una relación más cercana con el empleado y el empleador, en donde la interpretación de cada uno de las partes tendrá un papel protagónico en desarrollo de la investigación y los resultados obtenidos, se determinara cuál es la percepción especialmente de los empleados con respecto a la propuesta que comprender los pilares mencionados en este documento.

“En consecuencia, con esto no se determinará apropiado usar únicamente una técnica de investigación, por el contrario, para actividad que se desee desarrollar con base a la propuesta lo ideal será diseñar cuidadosamente el tipo de investigación a utilizar” (Rodriguez J. M., 2011. P.6)

4.2 Hipótesis de la investigación

Es la falta de herramientas de lean Manufacturing, la principal causa del bajo índice de cumplimiento de pedidos y alto índice de calidad en los repuestos fabricados, por ende, la relación de las variables, darán una guía importante para el diseño de una solución.

4.3 Variables de la investigación

Para llevar a cabo el trabajo de investigación de esta propuesta, será esencial la recolección de información de la planta de producción, para ello se buscará esclarecer las siguientes variables que permitan diseñar las medidas necesarias para combatir las dos problemáticas identificadas en la planta, dichas variables son:

- Indicador de calidad.
- Indicador de eficacia.
- Indicador de eficiencia.
- Resultado del análisis de tiempos y movimientos.
- Resultado del estudio de capacidad instalada.

4.4 Proceso metodológico

Para el desarrollo de esta propuesta, se realizarán una serie de actividades que permitan obtener la información necesaria para identificar con claridad las mudas la planta de producción de MANTELI SAS, y posteriormente diseñar una posible solución.

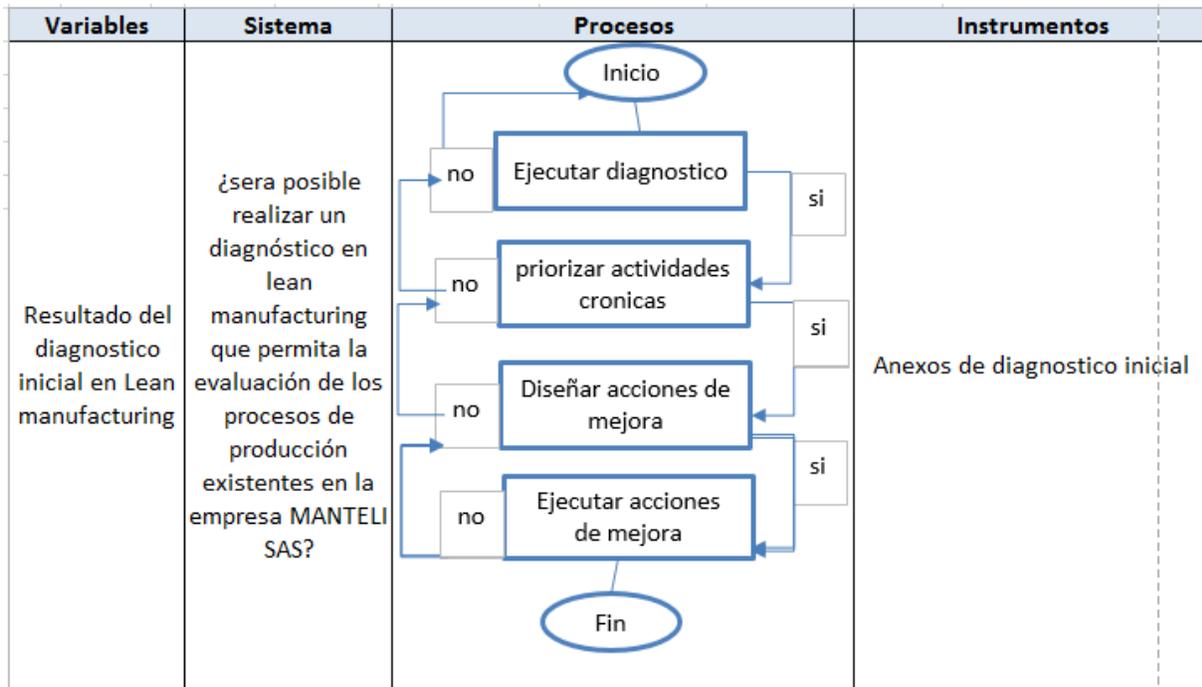


Figura 13. Proceso metodológico. Nota: Autoria propia.

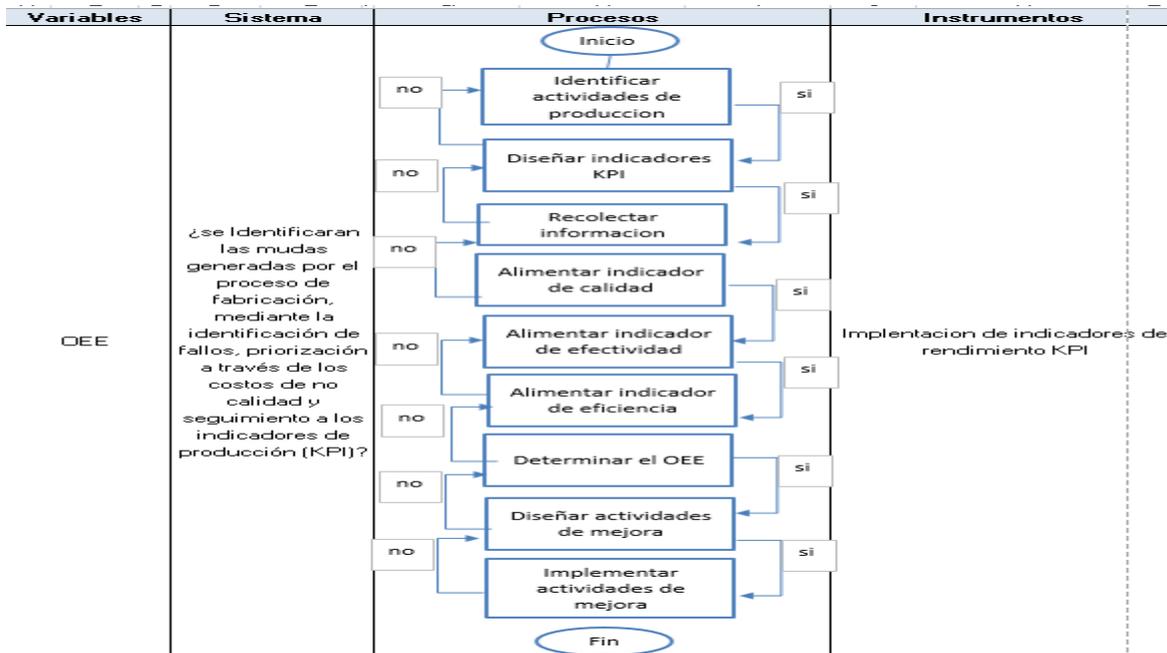


Figura 14. Proceso metodológico Nota: Autoria propia.

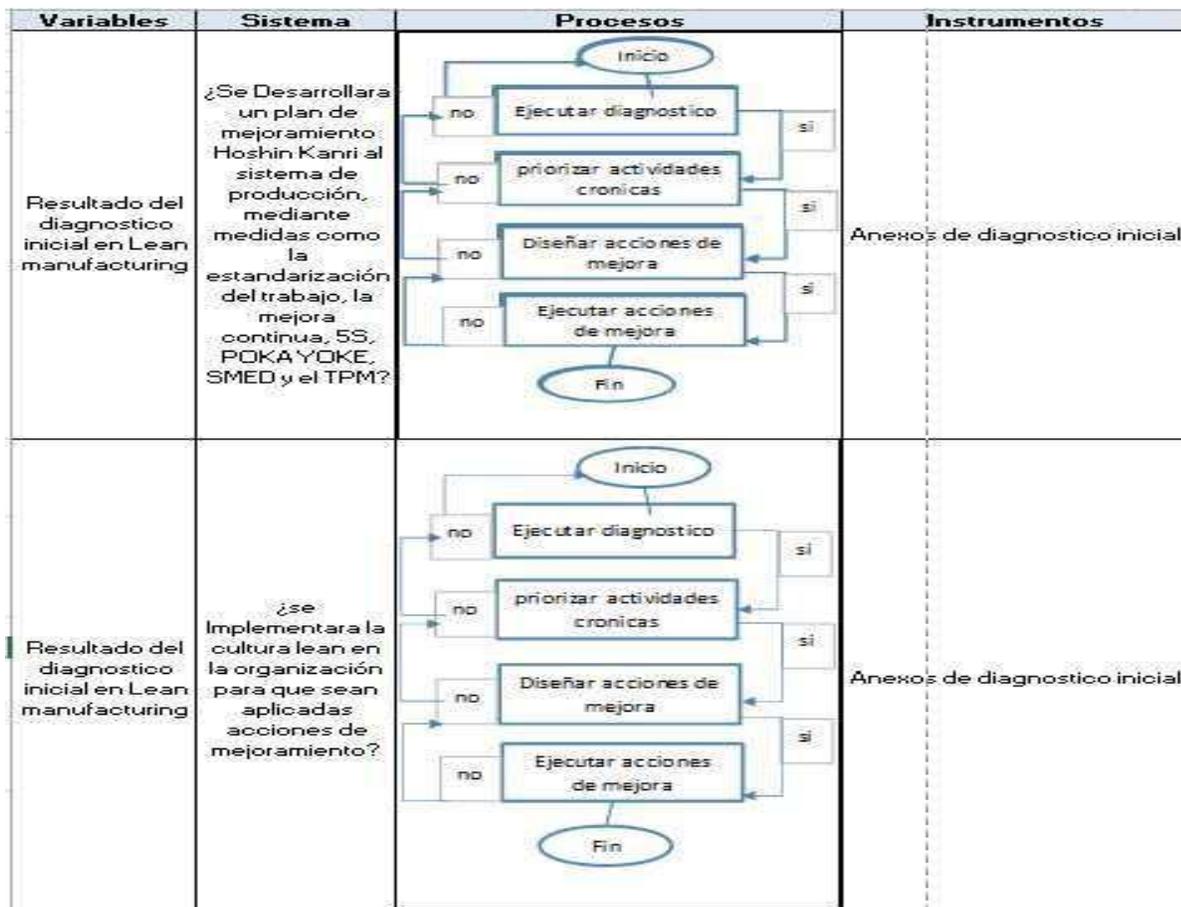


Figura 15. Proceso metodológico. Nota: Autoria propia.

4.5 Alcance

4.5.1 Limitaciones y delimitaciones.

Es evidente que el diseño de esta propuesta tendrá algunas limitaciones que podrían afectar el resultado óptimo pretendido con esta propuesta, por eso para cada una las siguientes limitaciones a continuación se informara como serán combatidas por estrategias diseñadas por los autores de este documento.

La primera limitante que tendrá este proyecto, será la recolección de una información confiable y veraz que permita realizar un estudio eficiente y eficaz, pero para esto será necesario inicialmente acudir a la información estadística histórica con la que cuentan en MANTELI SAS, por otro lado, se realizaran análisis de cargas, estudios de tiempos y movimientos, entre otros que

permitan tener información actualizada y conforme a ello empezar a desarrollar cada uno de los pilares de la propuesta.

A pesar de que no se abarcaran todos los pilares expresados en la Casa Lean, se utilizaran los que mas se ajustan a las necesidades de Manteli SAS, puntualmente se esquematizara las 5S, Kanaban por operario, Kanban por departamento, el Andón y la estandarización a partir del desarrollo de manuales de procedimientos.

Otra limitante que tendrá la propuesta, podría ser la resistencia al cambio que se presente en los empleados, lo cual es totalmente normal cuando se van a enfrentar a algunas modificaciones en sus actividades diarias, para este factor, será necesario diseñar una adecuada capacitación a los operarios y demás funcionarios de MANTELI SAS, con respecto a las nuevas metodologías y filosofías de trabajo a las que se verán enfrentados, buscando que ellos comprendan los beneficios de implementas metodologías como la filosofía Kaizen y mejora continua.

Por otro lado, el tiempo que se pueda demorar el empleador en implementar los pilares propuestos en este proyecto, también podrá ser una limitante, para esto se buscara dar toda información pertinente a través de este documento, y de ser necesario también se aplicaría una capacitación al plantel operativo, con énfasis en las acciones que se recomienda que el empleador ejerza, como por ejemplo el desarrollo de un diagrama de Ishikawa (representación de varios elementos causas de un sistema que pueden contribuir a un problema efecto).

Capítulo 5: Estudio de mercado

MANTELI SAS es una empresa que, por su larga trayectoria en el mercado de las litografías de Bogotá, ha logrado tener una gran fidelización de clientes principales, a los que les ha prestado sus servicios durante muchos años.

El análisis del mercado de este proyecto, estará enfocado a conocer las nuevas técnicas de impresión implementadas por los clientes y que por ende requerirán mantenimiento para las maquinarias utilizadas para esas nuevas técnicas de impresión, pero también será importante conocer como es el comportamiento de la industria gráfica en Colombia, nuevas estrategias de mercado que han aparecido, indicadores económicos, crecimiento, decrecimiento etc.

Según la encuesta mensual manufacturera (EMM) realizada por el DANE. (Departamento administrativo Nacional de Estadística), a continuación, se evidencia cual ha sido el porcentaje de crecimiento de la industria de artes gráficas.

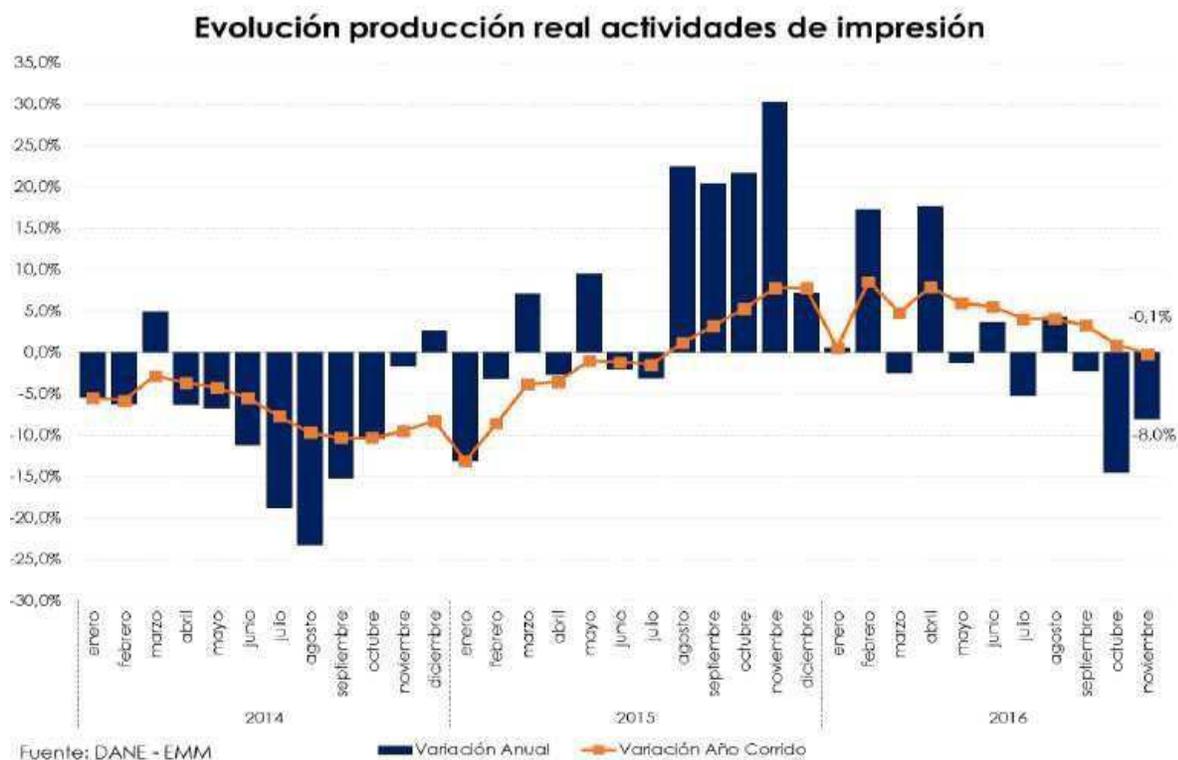


Figura 16. Comportamiento de actividades de impresión. Nota: Adaptado de Andigraf. 2016.

Durante el periodo de enero hasta noviembre, se obtiene un decrecimiento de 0,1 % en su producción y 2,0 % en sus ventas reales. Este comportamiento negativo acumulado responde al pobre comportamiento observado en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Esta dinámica contrasta con la observada el año anterior cuando al mes de noviembre la industria acumulaba un incremento de 3,3 % cifra superior en ese momento al promedio registrado por el conjunto industrial colombiana (1,4 %)

Por otro lado, también hay que ver cómo se comportan dos factores muy importantes que afectan la producción y las ventas reales de las diferentes actividades de producción, estos factores son las importaciones y las exportaciones que se reflejan los siguientes movimientos:

Importaciones

Variación Exportaciones enero - noviembre 2015/2016						
Subcategoría	Millones de dólares FOB			Toneladas		
	2015	2016	Variación	2015	2016	Variación
Empaques de papel y cartón	18,5	12,7	-31,6%	9.368,7	8.715,5	-7,0%
Artículos escolares y de oficina	14,1	12,2	-13,7%	4.370,3	3.455,4	-20,9%
Empaques de plástico y sus sustratos	45,3	39,3	-13,3%	21.676,1	17.152,6	-20,9%
Etiquetas	5,4	3,7	-30,7%	751,1	979,0	30,3%
Formas comerciales y valores	2,6	2,7	3,8%	101,3	64,9	-35,9%
Libros	38,9	31,5	-19,1%	8.901,8	6.263,5	-29,6%
Material publicitario y comercial	15,8	13,6	-14,1%	6.340,3	4.992,2	-21,3%
Publicaciones periódicas	10,1	7,1	-29,8%	803,5	329,3	-59,0%
Total general	150,6	122,6	-18,6%	52.313,1	41.952,5	-19,8%

Figura 17. Exportaciones, actividades de impresión. Nota: Adaptado de Andigraf. 2016

De acuerdo con los indicadores de la Dian, las exportaciones de productos de la industria de la comunicación gráfica enfrentaron durante el periodo enero-noviembre una disminución de 18.6% con respecto al valor facturando 122,6 millones de dólares FOB en el periodo de análisis. Los empaques de papel y cartón reportan la principal reducción en las exportaciones con una variación negativa de 31.6 %. Los destinos que más contribuyeron a este comportamiento fueron Ecuador (-25%), Perú (-26.8%) y República Dominicana (-30.4%). En contraste se puede observar un incremento en las exportaciones de empaques de papel y cartón realizadas a Panamá (22.2 %) México (12.8 %) y Estados Unidos (9.9 %) las etiquetas con una contracción de 30.7 % es el segundo grupo de productos con mayor contracción.

Ecuador, Estados Unidos y Cuba, destinos que representan el 51 % de las exportaciones de etiquetas reportaron en promedio una contracción de 36 % en las compras de etiquetas colombianas.

El segmento de formas comerciales experimentó en el periodo de referencia un incremento de 3.8 % en el valor exportado y 52.7 % en términos de volumen. (ANDIGRAF, 2016, p. 6)

Por otro lado, también se observará el comportamiento de algo menos satisfactorio, como las importaciones, a pesar de que también reflejan una importante disminución.

Variación Importaciones enero - noviembre 2015/2016						
Subcategoría	Millones de dólares FOB			Toneladas		
	2015	2016	Variación	2015	2016	Variación
Empaques de papel y cartón	27,5	24,5	-10,8%	6.469,2	4.520,5	-30,1%
Artículos escolares y de oficina	10,4	7,6	-26,9%	5.252,0	4.845,6	-7,7%
Empaques de plástico y sus sustratos	77,0	59,7	-22,5%	9.543,1	9.135,5	-4,3%
Etiquetas	7,6	5,8	-22,9%	367,8	289,5	-21,3%
Formas comerciales y valores	6,3	5,8	-8,6%	138,0	210,8	52,7%
libros	68,0	50,9	-25,1%	5.030,7	4.169,8	-17,1%
Material publicitario y comercial	47,6	33,7	-29,2%	1.022,1	980,0	-4,1%
Publicaciones periódicas	5,1	1,7	-66,0%	3.170,5	2.383,3	-24,8%
Total general	249,4	189,7	-23,9%	30.993,3	26.535,0	-14,4%

Figura 18. Importaciones, actividades de impresión. Nota: Adaptado de ANDIGRAF. 2016.

De acuerdo con la información de la Tabla No. 9, se evidencia una disminución de 23.9 % en lo corrido hasta noviembre de 2016, se puede deducir que las importaciones de publicaciones periódicas (-66%) las que mayor disminución reflejó.

A pesar de que esta industria estaba reflejando un crecimiento hasta finales del año 2015, y teniendo en cuenta que el año 2016 no fue el de mejores resultados, aun así se espera que los próximos años continúe el crecimiento que venía mostrando, gracias a una serie de medias que han implementado.

Por otro lado, la industria de la comunicación gráfica agrupa cinco segmentos que es editorial-impresión, elementos publicitarios, empaques de papel y cartón, empaques flexibles y etiquetas y material digital de gran formato, teniendo en cuenta lo anterior es necesario resaltar que el sector de elementos publicitarios, proporciona una oferta de servicio integral diferenciada a las marcas, representada en el 41 % del total de las empresas del sector.

5.1 Retos y competencia en la industria litográfica

Los continuos avances tecnológicos, el dinamismo en los hábitos de los consumidores, la fuerte competencia y la informalidad han hecho que las empresas de la industria gráfica deban rediseñar y adaptar sus modelos de negocio a las nuevas necesidades del mercado.

Según un artículo de la revista Dinero, en la industria de artes gráficas hay alrededor de 10.000 empresas, con una generación de 60.000 puestos de trabajo directos y más de 100.000 indirectos, por los que estas empresas están buscando transformar su modus operandi basados en la innovación y entrega de valor agregado a sus clientes, a pesar de que las amenazas provienen de una tasa de cambio al alza que encarece los costos de producción –alrededor de 85 % de los equipos, partes e insumos son importados– mientras las exportaciones solo representan 7 % de la producción, hay que resaltar que esta situación corresponde a factores como la caída del mercado regional, del cual las empresas locales eran muy dependientes, pues son Ecuador, Venezuela y Panamá los principales destinos de exportación, con 18 %, 16 % y 9 %, respectivamente. La disminución en los pedidos de estos países a empresas colombianas está relacionada con una agresiva estrategia emprendida por el mercado chino, que se ha convertido en un fuerte competidor.

Por otro lado, también hay que tener en cuenta que las importaciones si están Brasil son los principales orígenes de importación de estos productos, si bien las exportaciones han mostrado un buen dinamismo, hay factores que dificultan el crecimiento y desarrollo hacia los mercados externos la principal dificultad según Fernando Borrero, director de mercadeo de RICOH es que los centros de producción se encuentran alejados de los puertos, lo que genera sobrecostos logísticos y hacen que las compañías prefieran quedarse atendiendo las necesidades del mercado local, señala, un dato que pone en evidencia esta situación es que Bogotá concentra 52 % de la producción nacional de este sector. (Revista Dinero, 2015, p.4)

Desafío digital.

El principal reto de la industria litográfica a corto y mediano plazo es el cambio del modelo del negocio que se empieza a desplazar a los masivos medios de comunicación digital, según Fernando Borrero, director de mercadeo de RICOH en los últimos cinco años los usuarios han hecho crecer el negocio digital y la tendencia debe encaminarse a personalizar los productos y

agregar valor en el portafolio, porque esta es la forma de generar una diferenciación al momento de vender un producto. La imprenta de hoy requiere estrategias que deben ir más allá de la impresión. Las compañías deben entregar calidad. Esta será la mejor forma de enfrentar con éxito los cambios que impone el mercado

5.2 Mercado objetivo

Una vez analizado el comportamiento de la industria gráfica, también vale la pena hacer énfasis en conocer el mercado objetivo de MANTELI SAS, ya que más que buscar nuevos clientes, lo que se pretende con esta propuesta es incrementar su portafolio de servicios y suministros, esto teniendo en cuenta que el 52% de la producción nacional se encuentra en Bogotá, a continuación, se relacionaran los principales clientes a potencializar según información suministrada por MANTELI SAS:

- INCOLGRAF IMPRESIONES EU
- GRAFICAS EUROPA LTDA
- NATIONAL GRAPHICS LTDA
- CORRUPACK
- NUEVAS EDICIONES LTDA
- MONTES S.A. EDITORES
- MOLHER LTDA OPCIONES GRAFICAS EDITORES LTDA
- ROTULAR
- PUNTO & LINEA IMPRESORES S. en C.
- STILO IMPRESORES LTDA
- D'VINNI IMPRESOS
- SOBRE OLES DE COLOMBIA LTDA

Capítulo 6. Objetivos

6.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de Lean Manufacturing para la empresa MANTELI SAS, que permita mejorar el indicador de calidad de los productos y el indicador de entrega de pedidos a tiempo.

6.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico en Lean Manufacturing que permita la evaluación de los procesos de producción existentes en la empresa MANTELI SAS utilizando un Diagnostico Lean universal.
- Identificar las mudas generadas por el proceso de fabricación, mediante la identificación de fallos, priorización a través de los costos de no calidad y seguimiento a los indicadores de producción (KPI).
- Desarrollar un plan de mejoramiento al sistema de producción, mediante medidas como la estandarización del trabajo, 5S, Kanban, Andón.
- Diseñar un modelo de capacitación que genere cultura Lean en la organización para que sean aplicadas acciones de mejoramiento continuo.

6.3 Diagrama de objetivos

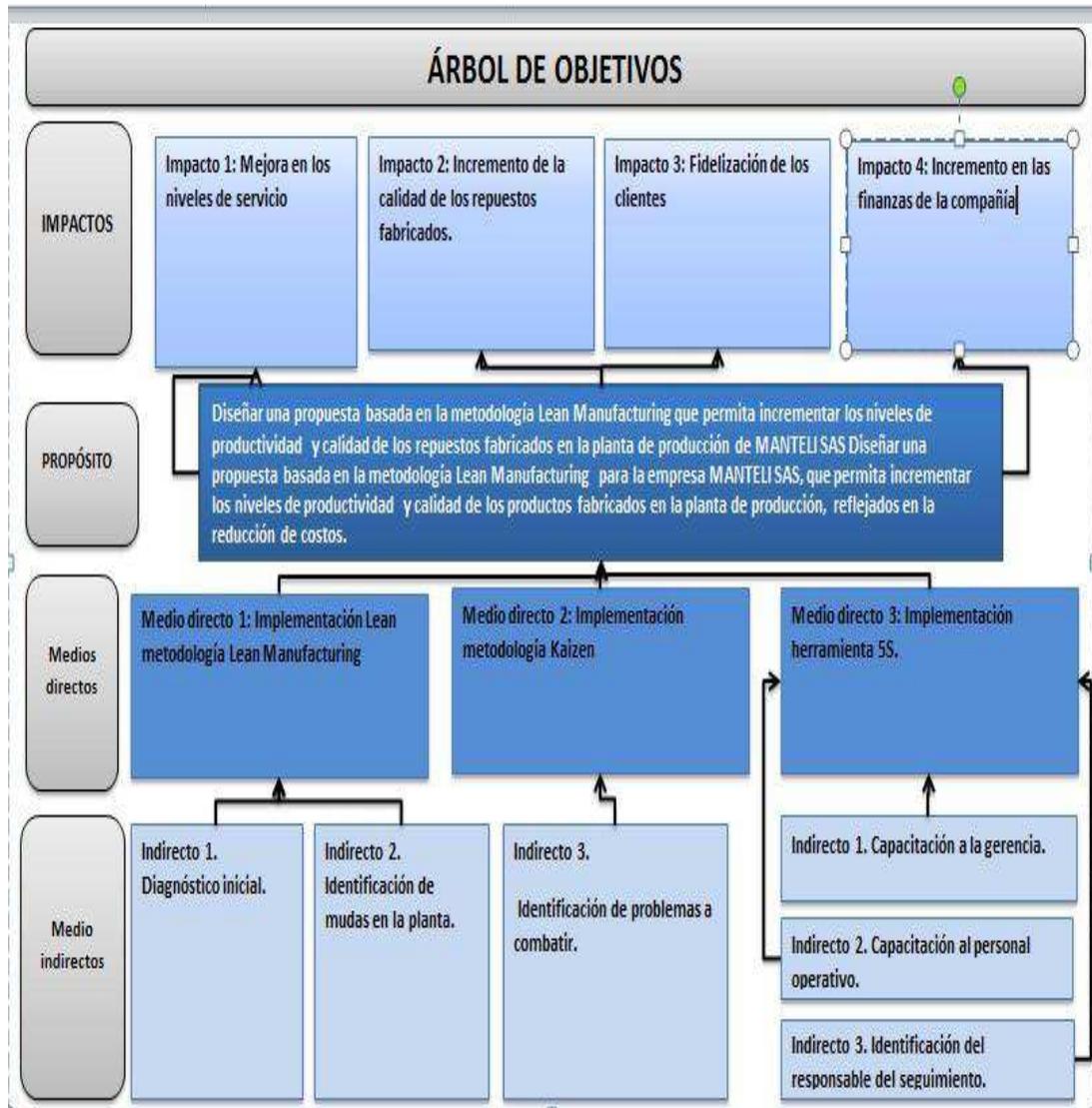


Figura 19. Diagrama de objetivos. Nota: Autoría propia.

Capítulo 7. Resultados de la investigación

7.1 Diagnóstico lean

Para la implementación de los pilares que componen esta propuesta, claramente es necesario realizar un diagnóstico a profundidad sobre el estado actual de la planta de producción, que permita conocer a profundidad cuales son las necesidades más relevantes que se deberán suplir para optimizar el indicador de cumplimiento de pedidos despachados y niveles de calidad, el cual refleja el siguiente resultado.

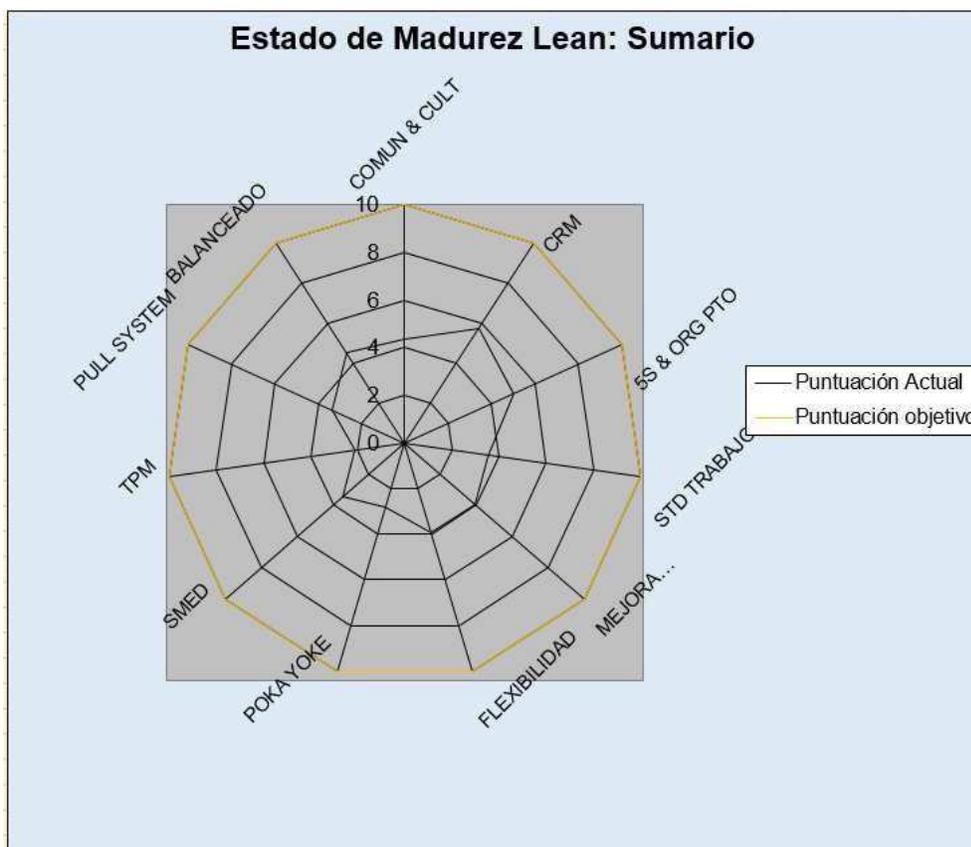


Figura 20 Radar de resultados. Nota: Autoria propia.

Los diagnósticos se realizan bajo una serie de formatos que facilitan la cuantificación de la información, (ver lista de anexos)

Teniendo en cuenta los criterios generales de puntuación, en la siguiente tabla se recolectarán los resultados promedio obtenidos en cada diagnóstico, se multiplicará por 10 y se obtendrá un resultado final el cual será comparado con el puntaje objetivo, mediante una gráfica radar que

permitirá comprender más fácilmente los resultados obtenidos y determinar qué tan lejos se encuentra la empresa de los objetivos planteados.

Tabla 6.

Resumen de resultados de diagnóstico

#	Puntuaciones por			Puntuación corregida	Target Score
	Categoría	Abv.	Puntuación X10		
1	COMUN & CULT	C&C	0,4375 10	4,375	10
2	CRM	CRM	0,57142857 10	5,71428571	10
3	5S & ORG PTO	5S's	0,5 10	5	10
4	STD TRABAJO	STD	0,35714286 10	3,57142857	10
5	MEJORA CONTINUA	MC	0,39285714 10	3,92857143	10
6	FLEXIBILIDAD	FLEX	0,39285714 10	3,92857143	10
7	POKA YOKE	PY	0,28125 10	2,8125	10
8	SMED	SM	0,34375 10	3,4375	10
9	TPM	TPM	0,21428571 10	2,14285714	10
10	PULL SYSTEM	PS	0,33333333 10	3,33333333	10
11	BALANCEADO	BAL	0,45 10	4,5	10

Nota: Autoria propia.

Las fórmulas para determinar los resultados mostrados anteriormente se resumen básicamente en una formular para determinar el resultado por cada pilar evaluado que para este caso se denomina “puntuación” y otra fórmula para determinar el “puntaje corregido”.

Para determinar el resultado de puntuación lo que se hace es sumar los valor del cada criterio evaluado y dividirlo sobre el máximo valor total posible para el criterio evaluado (\sum valor criterio / máximo valor posible)

Para finalizar el resultado del diagnóstico, lo que se hace es tomar el valor de “puntuación” y multiplicarlo por 10 para porterilmente llevarlo a la gráfica radar. ($(\sum$ valor criterio / máximo valor posible) * 10)

Los resultados se calculan basados los siguientes parámetros de medición.

- Lean a nivel básico = 1 a 33
- Lean en proceso de transición hacia la madurez = 34 a 75
- Lean maduro = 76 a 110

Conforme a los resultados arrojados por el diagnóstico, se evidencia que en la mayoría de los aspectos que componen la metodología Lean, Manteli S.A.S se encuentra en un estado básico y en algunos casos su resultado es muy cercano a 0, por ende, a continuación, se mostraran las principales actividades Lean que se diseñaran enfocadas a las necesidades de la empresa. Para conocer todos los formatos utilizados para el diagnóstico Lean por favor remitirse a la (Lista de anexos)

Es importante resaltar que el diagnostico Lean, es una herramienta de auto-diagnosis, para este caso de estudio, la resolución de la preguntas referentes a cada categoría se contestaron por la coordinadora de la planta de producción, la señora Rocío Gil, en base a los resultados del diagnóstico, los cual están reflejadas en el radar Lean, se propondrán en el capítulo VIII la herramientas Lean para combatir la falencia detectadas, lo que se denominara como “propuesta de Ingeniería”

7.2 Estudio de tiempos

A continuación se mostrara el estudio de tiempo realizado a los dos principales procesos que se realizan en la planta productiva de Manteli SAS, es decir al departamento de torno y fresado, en este estudio se realiza una muestra de tiempos de las principales actividades o productos que se fabrican, se toman tiempos a los operarios de cada departamento con respecto al mismo proceso, se calcula un promedio y se compara con respecto a un Takt Time, el cual se determina conforme al promedio de la demanda diaria de cada producto o actividad, esto teniendo en cuenta que la empresa tiene una jornada laboral de 9 horas diarias durante 6 días a la semana, adicionalmente se maneja una tolerancia del 20% del tiempo total disponible, el cual equivale a 108 min en el que se incluyen 60 min del almuerzo, 15 min de refrigerio en la tarde, otros 15min en la mañana y 18 min para otros tiempos como ir al baño o realizar llamadas telefónicas.

A continuación, se muestra el resultado del estudio realizado al departamento de torno.

Produccion por operador							
			Observaciones.				
Fecha	29/09/2017		1. Los operarios pierden en promedio 4,32 min en movimientos innecesarios por actividad				
Turnos	1		2. Los operarios pierden en promedio 1,10 min en la verificacion de medidas por actividad				
Takt time promedio	27,09		3. Los operarios pierden en promedio 1,20 min en distraccion por actividad				
# de operarios	3		4. Los operarios se demoran en promedio 13,42 min en el alistamiento del equipo por dia				
Hora de trabajo	9						
Minutos	540						
Torno							
Actividad	operario 1	operario 2	operario 3	Promedio	Demanda dia	Takt time	Tolerancias
Afilado de cuchillas	28,2	32,22	33	31,1	14	30,86	108
Eje escalonado	31,26	27,54	28	28,9	15	28,80	108
Punta fija	33,24	36,12	37	35,5	14	30,86	108
Eje conico	23	25	26,1	24,7	16	27,00	108
Granete	24,1	26,6	23,4	24,7	18	24,00	108
Roscado	23,4	28	24	25,1	17	25,41	108
Martillo de Bola	24	28	24	25,3	19	22,74	108

Figura 21 Estudio de tiempos departamento Torno. Nota: Autoria propia.

Una vez realizado el estudio de tiempos para el departamento de torno, se identificó que en 9 de los 21 casos que componen la muestra, no se cumplió en con el Takt time, también se identificaron algunos aspectos generales que demandan tiempo de la operación y que no generan un valor agregado al producto fabricado o actividad realizada, estos factores fueron:

1. Los operarios pierden en promedio 4,32 min en movimientos y desplazamientos innecesarios por actividad.
2. Los operarios pierden en promedio 1,10 min en la verificación de medidas por actividad
3. Los operarios pierden en promedio 1,20 min en distracción por actividad
4. Los operarios se demoran en promedio 13,42 min en el alistamiento del equipo por día.

A continuación, se muestran los resultados del estudio realizado al departamento de Fresadoras.

Produccion por operador							
		Observaciones.					
Fecha	29/09/2017	1. Los operarios pierden en promedio 3,49 min en movimientos innecesarios por actividad					
Turnos	1	2. Los operarios pierden en promedio 2,10 min en la verificacion de medidas por actividad					
Takt time promedio	26,85	3. Los operarios pierden en promedio 1,20 min en distraccion por actividad					
# de operarios	3	4. Los operarios se demoran en promedio 13,42 min en el alistamiento del equipo por dia					
Hora de trabajo	9						
Minutos	540						
Fresadora							
Actividad	operario 1	operario 2	operario 3	Promedio	Demanda dia	Takt time	Tolerancias
Paralelepipedo	32,16	23,24	35,11	30,2	16	27,00	108
Prisma	38,28	26,1	24,51	29,6	14	30,86	108
Prisma en V	26,42	26,33	31,23	28,0	16	27,00	108
Prisma taladrado	21,54	22,48	23,11	22,4	18	24,00	108
Taladrado y ranurado	29,44	24,51	28,36	27,4	17	25,41	108

Figura 22. Estudio de tiempos departamento Fresado. Nota: Autoria propia.

En el estudio de tiempos realizado para el departamento de fresado, en la muestra de 21 casos cronometrados, se identificó que en 6 casos no se cumplió con Tack Time estipulado, a pesar de que los resultados fueron mejores que los obtenidos en el departamento de torno, también se realizaron varias observaciones sobre aspectos que demandan tiempo de la operación y que no generan ningún valor agregado al producto fabricado o a la actividad realizada, estas observaciones son:

1. Los operarios pierden en promedio 3,49 min en movimientos y desplazamientos innecesarios por actividad.
2. Los operarios pierden en promedio 2,10 min en la verificación de medidas por actividad.
3. Los operarios pierden en promedio 1,20 min en distracción por actividad.
4. Los operarios se demoran en promedio 13,42 min en el alistamiento del equipo por día.

En complemento a los datos mencionados anteriormente, es clara la necesidad de generar soluciones desde el ámbito ingenieril que permita combatir tanto los tiempos ociosos como como las causas que han impactado en el indicador de cumplimiento de pedidos y el indicador de calidad, las cuales fueron relacionadas en la descripción del problema. (Ver tablas 1, 2 y 3)

Capítulo 8: Propuesta de ingeniería

Con objetivo de diseñar soluciones para atacar las pérdidas de tiempos identificadas en el estudio de tiempos y diseñar herramientas que permitan mejorar el control de la planta, permitir el gerenciamiento visual del supervisor de la misma y aumentar la eficiencia de los operarios, se concluye que las metodologías más apropiadas para mejorar la operación de Manteli S.A.S son:

1. Kanban por operario
2. Kanban por departamento
3. Andón
4. Organizador de herramientas.
5. Manuales de procedimientos
6. Reorganización 5S

8.1 Kanban operario

Una herramienta de la ingeniería industrial conocida Kanban, con la que se pretende tener control en tiempo real de los volúmenes de producción y el comportamiento de su gestión en cada puesto de trabajo, cada operario de cada departamento deberá relacionar constantemente la información de las unidades que le han sido asignadas y estado actual de su gestión, esta información se relacionara en el siguiente formato con marcador borrable de la siguiente manera:

1. La cantidad de unidades recibidas (Campo Verde).
2. Unidades procesadas (Campo azul 1)
3. Unidades rechazadas (Campo azul 2)
4. Unidades escaladas a otros departamentos (Campo amarillo)
5. Unidades pendientes (Campo rojo)



Figura 23. Kanban Operario. Nota: Autoria propia.

Al finalizar el día, el operario entregará la información al supervisor de planta, quien con esos datos debe alimentar el Kanban del departamento que se muestra más adelante e identificar cual fue el comportamiento de la producción día a día e indagar las causas de las unidades que quedaron pendientes por procesar.

8.1.2 Kanban por departamento.

Al finalizar el día y con la información suministrada por los operarios, el coordinador deberá alimentar el Kanban de cada departamento de la planta, posteriormente podrá identificar realmente cual fue el indicador diario de eficiencia e identificar las solicitudes pendientes para la siguiente jornada laboral.

Este cuadro contiene exactamente la misma información del Kanban diligenciado por los operarios, solo contiene una casilla adicional que corresponde a lo que quedo pendiente del día anterior.

Básicamente se alimenta con la información de cada operario y se realiza un sumatorio total, esto permite conocer que tan productivo fue cada operario con respecto a los demás y permite tomar decisiones con respecto a los casos que queden pendientes para el siguiente día.

La casilla de pendientes del día anterior, se sumará a las solicitudes recibidas del siguiente día para el operario correspondiente.

En conclusión, esta herramienta permitirá combatir algunas de las falencias identificadas en el diagnóstico Lean y que afectan el indicador de calidad y cumplimiento de pedidos despachados como lo es la falta de control en la operación, procedimientos no comunicados.

		SEMANA 1						SEMANA 2						SEMANA 3						SEMANA 4					
		D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6
<u>OPERARIO 1</u>	RESIDUOS D.A.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECIBIDAS	0	0	0																					
	PROCESADAS	0	0	0																					
	RECHAZADAS	0	0	0																					
	ESCALADA	0	0	0																					
	PENDIENTE	0	0	0																					
	TOTAL PENDIENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>OPERARIO 2</u>	RESIDUOS D.A.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECIBIDAS	0	0	0																					
	PROCESADAS	0	0	0																					
	RECHAZADAS	0	0	0																					
	ESCALADA	0	0	0																					
	PENDIENTE	0	0	0																					
	TOTAL PENDIENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>OPERARIO 3</u>	RESIDUOS D.A.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECIBIDAS	0	0	0																					
	PROCESADAS	0	0	0																					
	RECHAZADAS	0	0	0																					
	ESCALADA	0	0	0																					
	PENDIENTE	0	0	0																					
	TOTAL PENDIENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>TOTAL PLANTA</u>	RESIDUOS D.A.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECIBIDAS	0	0	0																					
	PROCESADAS	0	0	0																					
	RECHAZADAS	0	0	0																					
	ESCALADA	0	0	0																					
	PENDIENTE	0	0	0																					
	TOTAL PENDIENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 24. Kanban planta. Nota: Autoria propia.

En complemento a lo anterior, se sugerirá a Manteli S.A.S estipular una meta diaria de producción por operario y por departamento, esto basado en los tiempos promedio por actividad obtenidos en el estudio de tiempos, de la siguiente forma:

8.2 Meta departamento turno

Teniendo en cuenta que el tiempo promedio de actividades es de 27.9 min y teniendo en cuenta que el tiempo real disponible es de 540min – 108min de tolerancia, como resultado da 432min disponibles diarios por operario la meta de producción diaria sería igual tiempo real disponible/tiempo promedio es decir $432\text{min} / 29,9 \text{ min} = 15.476$ aproximado a **16 unidades** por

operario y teniendo en cuenta que son 3 operarios, para el departamento de torno la meta es de 48 unidades al día.

8.3 Meta departamento de fresado

Teniendo en cuenta que el tiempo promedio de actividades es de 27.5 min y teniendo en cuenta que el tiempo real disponible es de 540min – 108min de tolerancia, como resultado da 432min disponibles diarios por operario la meta de producción diaria sería igual tiempo real disponible/tiempo promedio es decir $432\text{min} / 29,5 \text{ min} = 15.696$ aproximado a **16 unidades** por operario y teniendo en cuenta que son 3 operarios, para el departamento de torno la meta es de **48 unidades** al día.

Con este parámetro y con la información del Kanban por departamento el supervisor podrá determina el indicador diario de eficiencia = unidades recibidas / unidades procesadas. El cual siempre debe estar al 100% siempre y cuando no se reciban más de 16 unidades diarias por procesar.

8.4 Andón

En complemento al objetivo de controlar la operación de los puestos de trabajo, se diseñó una herramienta de la ingeniería industrial conocida con Andón, cuyo fin es reflejar visualmente si la operación de cada puesto de trabajo está funcionando con normalidad (bandera verde) o si por el contrario se presenta algún tipo de inconveniente que afecta la operación normal (bandera roja). Esto teniendo en cuenta que los procedimientos que no se siguieron y procedimiento nos comunicados fueron causas que afectaron el 10% de los pedidos no entregados a tiempo para el año 2016 (Ver descripción del problema tabla 1), en este problema en promedio se perder entre 20 y 30 minutos y por lo menos 1 una vez a la semana sucede con algún operario, eliminado este tiempo ocioso en indicador de cumplimiento de pedidos a tiempo ha de mejorar en un 10%, es decir pasaría de un 73,8% a un 81,18% en promedio.



Figura 25. Andón. Nota: Autoría propia.

8.5 Organizadores de herramienta

Con el propósito de empezar a efectuar herramientas 5S, se propone asignar los siguientes organizadores de herramienta conforme a las necesidades de los puestos de trabajo de cada departamento, esto teniendo en cuenta que dentro de las observaciones del estudio de tiempos, se identificó que en promedio los operarios del torno pierden 4.32min en movimientos y desplazamiento innecesarios, entre los que se encuentran la búsqueda de herramientas para llevar a cabo el proceso de fabricación, para el departamento de Fresado en esta misma causa se pierden 3.49 min por operación.

Es decir que con la implementación de los organizadores de herramientas se podrían ahorrar $4.32\text{min} * 16$ unidades que dan como resultado 69.12 minutos disponibles al día en el que se pueden fabricar 4 unidades más al día por operario que para el departamento de torno significarían **12 unidades más al día**, para el departamento de Fresado esta mejora representaría $3.49\text{min} * 16$ unidades obteniendo 55.8 minutos disponibles al día, en el que se pueden procesar 3 unidades más al día por operario, lo que significaría para el departamento de Fresado **9 unidades más al día**.

A continuación, se muestra algunos organizadores implementados.



Figura 26. Organizadores de herramienta. Nota: Autoría propia.



Figura 27. Organizadores de herramienta. Nota: Autoría propia.

8.6 Manuales de procedimientos

Una de las principales causas que impactan el indicador de calidad y entrega de pedidos a tiempo, según en el diagnóstico Lean realizado, es la falta de capacitación, para ello se diseñaron los siguientes formatos de procedimientos, correspondiente a las actividades realizadas en los departamentos de torno, fresadora y taladro.

8.6.1 Departamento de torno.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		P001
MANTELI SAS		DIRECCIÓN . Calle 24 B	TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: Afilado de cuchillas de acabado			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO DEL TORNO)			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)			
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:			
4. PROCEDIMIENTO:			
<p>1, Esmerile el angulo laterla izquierdo (usar lentes o masara de proteccion 2, Esmerile el angulo lateral derecho (esmerile la pieza contantemente 4, Esmerile la punta frontal Esmerile la punta de salida</p>			
5, Herramientas			
<p>1, Tranportador de angulo 2, plantilla 3, Calibrador</p>			
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017	

Figura 28. Manual de procedimiento afilado de cuchilla de acabado. Nota: Autoría propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	P001
MANTELI SAS		DIRECCIÓN . Calle 24 B No. TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: ESCALONADO ENTRE CENTROS		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO DEL TORNO)		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)		
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:		
4. PROCEDIMIENTO:		
<ol style="list-style-type: none"> 1, Sujete la pieza en plano universal 2. Monte el portabroca en el cabezal movil y sujete la broca de centrar de 3,MM 3. Haga un agujero de centro en la segunda cara 4. Sujete la pieza entre puntas 5. Sujete la cuchilla de cilindrar 6. Tornee cilindrico debastado en un extremo. 7. Voltee la pieza y repita el paso 6 en el otro extremo 8, sujete la cuchilla de refrentar y acabe los tres escalones 9. Voltee la pieza y acabe los tres escalones del otro extremo 10. Verifique las medidas deseadas con el calibrador 11. 		
5, Herramientas		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuchilla de refrentar 2. Cuchilla de cilindrar. 3. Portabrocas y llave 4. Broca de centrar 5. Accesorios y herramientas del torno 6. Regla graduada 7. Calibrador 8. Aceitera 9. Brocha 		
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017

Figura 29. Manual de procedimiento, Escalonado entre centros. Nota: Autoría propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	P001
MANTELI SAS	DIRECCIÓN . Calle 24 B No.	TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: Punta fija para torno		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO DEL TORNO)		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)		
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:		
4. PROCEDIMIENTO:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Refrente ambos lados, y haga dos agujeros de centro 2. Monte el material entre puntas y desbaste 3. Incline el carro superior al ángulo 1°26 y desbaste el cono 4. Tornee el diametro en la longitud deseada y redondear extremo 5. Rectifique 6. Sujetelo en el manguito y torne el cono 7. Haga el templado de la punta 8. Rectifique la punta a 60° 9. Verifique las medidas deseadas 		
5. Herramientas		
<ol style="list-style-type: none"> 1. cuchilla de refrentar 2. cuchilla de desbastar 3. Broca de centrar 60° 4. Broca de centrar de 60° 5. Broca de centrar de 120° 6. Muela de rectificar 7. Calibrador Vernier 8. Soplete para calentar material 9. Aceite para templar 		
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017

Figura 30. Manual de procedimientos, punta fija para torno. Nota: Autoría propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		P001
MANTELI SAS		DIRECCIÓN . Calle 24 B No.	TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: Eje conico moleteado			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO DEL TORNO)			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)			
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:			
4. PROCEDIMIENTO:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. sujete el material entre puntas 2. Sujete la cuchilla de cilindrar 3. Tornee cilindrico en un extremo dando las medidas deseadas cilindrando y refrentando 4. Tornee cilindrico el escalon y achanflane el extremo 5. Tornee conico exterior, empleando el desplazamiento manual del carro superior. Desbaste 6. Tornee conico exterior empleando el desplazamiento manual del carro superior. Desbaste 8. Alise la superficie conica con su calibre 9. Monte el moldeador en el carro porta-herramienta 10. moldee en x 11. Voltee la pieza y moldee el otro escalon, achanfle el extremo 12. Verifique las medidas en el calibrador 			
5. Herramientas			
<ol style="list-style-type: none"> 1, Cuchilla de cilindra 2. Cuchilla de refrentar 3. Regla graduada 4. Calibrador Vernier 5. Calibrador patron conico 6. Accesorios y herramientas del torno 7. moldeador 8. Aceitera 9. Brocha 			
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017	

Figura 31. Manual de procedimientos, Eje cónico moleteado. Nota: Autoría propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	P001
MANTELI SAS	DIRECCIÓN . Calle 24 B No.	TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: GRANETE		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO DEL TORNO)		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)		
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:		
4. PROCEDIMIENTO:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tornea un rebajo en la extremidad del material 2. Voltee la pieza y haga un agujero de centro 3. Tornee los diámetros indicados 4. Moletee 5. Tornee el cono y la punta, sujetandode la parte moleteado 6. Voltee la pieza, refrente de la longitud total y achafalane 		
5, Herramientas		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuchilla de desbastar 2. Cuchilla de refrenar 3. Portaborca y llave 4. Broca de centrar 5. Moleteador 6. Cuchilla de acabar 7. Calibrador vernier 8. Brocha. 9. Aceitera 		
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017

Figura 32. Manual de procedimientos, granete. Nota: Autoría propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	P001
MANTELI SAS	DIRECCIÓN . Calle 24 B No.	TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: ROSCADO		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO DEL TORNO)		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)		
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:		
4. PROCEDIMIENTO:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Refrente y centre un extremo 2. Cilindre 3. Corte la rosca 4. Pruebe la rosca con pieza z 5. Voltee y refrente 6. Cilindre y molettee 7. Cilindre, refrente y taladre 8. Corte la rosca con Macho 9. Pruebe con tornillo 10. Voltee la pieza y refrente 11. Varifique las medidas 		
5. Herramientas		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Broca de centrar 2. Cuchilla de cilindrar 3. Cuchilla de refrentar 4. Cuchilla de roscar 5. Moletteador en x 6. Micrometro exterior 7. Macho 8. Broca 9. Porta broca y llave 10. Brocha 11. Brcoha. 12. Aceitera 13. Calibrador Vernier 		
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017

Figura 33. Manual de procedimientos, roscado. Nota: Autoría propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	P001
MANTELI SAS		DIRECCIÓN . Calle 24 B No. TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: MARTILLO DE BOLA		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO DEL TORNO)		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)		
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:		
4. PROCEDIMIENTO: 1. Tornee a 41 mm de diametro y refrente 2. Desbaste 3. Tornee semiesterico un extremo 4. Voltee el material, refrente dejando un exceso en la longitud y taladre el centro 5. Desbaste 6. Haga las ranuras concavas 7. Trace, granetee y agujere la ranura 8. Tornee la parte central ovalada 9. Tornee la semiestera 10. Cepille el cuerpo del martillo 11. Sujete el material en plano de mortazas independientes, torne conico la cabeza del martillo 12. Verifique las medidas 5. Herramientas 1. Cuchilla de Refrentar 2. Cuchilla de desbastar 3. Cuchilla de ranurar 4. Cuchilla de punta redonda 5. Plantilla de radio 6. Broca de centrar 7. Portabroca y llave 8. Broca helicoidal 9. Gramil 10. Granete 11. Martillo de peña 12. Lima redonda. 13 Lima plana 14. Calibrador 15. Brocha		
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017

Figura 34. Manual de procedimientos, martillo de bola. Nota: Autoría propia.

8.6.2 Departamento de fresadoras.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		P001
MANTELI SAS		DIRECCIÓN . Calle 24 B No.	TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: PARALELEPIPEDO			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO FRESADORA)			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE			
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:			
4. PROCEDIMIENTO:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Monte y sujete la prensa en la mesa de la fresadora. 2. Monte el arbol portafresa y la fresa 3. Sujete y nivele la pieza en la prensa 4. Selecciones el numero de rotaciones y avance de la mesa 5. Frese la superficie A, con avance manual el desbastado y el acabado con avance automatico 6. Frese la superficie B, con avance manual el desbastado y el acabado con avance automatico 7. Frese la superficie C, con avance manual el desbastado y el acabado con avance automatico 8. Frese la superficie D, con avance manual el desbastado y el acabado con avance automatico 9. Frese la superficie E, con avance manual el desbastado y el acabado con avance automatico 10. Voltee la pieza y frese el extremo F, con avance automatico 11. Verifique las medidas deseadas 			
5, Herramientas			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fresa cilindrica frontal. 2. Paralelas. 3. Varilla de acero. 4. Martillo de cobre. 5. Escuadra 6. Regla. 7. Calibrador Vernier. 8. Lima plana. 9. Brocha 10. Aceitera 			
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017		RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017

Figura 35. Manual de procedimientos, Paralelepípedo. Nota: Autoria propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		P001
MANTELI SAS	DIRECCIÓN . Calle 24 B No.	TELÉFONO. 2696716	
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: PRISMA			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO FRESADORA)			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE			
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:			
4. PROCEDIMIENTO:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Monte el cabezal perpendicular a la superficie de la mesa 2. Monte y alinee la prensa 3. Monte Fresa fontral de 2 cortes en el cabezal vertical 4. Seleccione velocidad y avance 5. Sujete y nivele la pieza 6. Frese escalon con avance manual en pasadas sucesivas 7. Frese el escalon con avance automatico 8. Frese el escalon con avance manual y despues automatico, termine el escalon 9. Verifique medidas 			
5, Herramientas			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fresa forntal. 2.Paralelas. 3. Martillo de cobre 4.Calibrador vernier. 5.Lima 6. Aceitera 7.Brocha 			
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017	

Figura 36. Manual de procedimiento Prima. Nota: Autoría propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		P001
MANTELI SAS		DIRECCIÓN . Calle 24 B No.	TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: PRISMA EN V			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO FRESADORA)			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE			
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:			
4. PROCEDIMIENTO:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Monte el cabezal vertical en posición perpendicular a la superficie de la mesa 2. Monte y alinee la prensa 3. Monte la fresa frontal de 2 cortes 4. Fresee el paralelepipedo con cabezal vertical 5. Desmonte la fresa 6. Oriente el cabezal vertical 7. Seleccione la velocidad y el avance 8. Sujete y nivele la pieza en la prensa. Utilice la paralelas 9. Centre la fresa con relación a las caras laterales 10. Frese la ranura en V, en varias pasadas con avance manual 11. Frese 1er chafflan a 45° llevando la fresa a un extremo de la pieza 12. Verifique medidas 			
5, Herramientas			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Paralelas 2. Martillo de cobre. 3. Calibrador vernieri. 4. Escuadra. 5. Goniometro. 6. Lima plana. 7. Fresa Fontral 8. Brocha. 10. Aceitera 			
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta		FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017

Figura 37. Manual de procedimientos, prisma en V. Nota: Autoria propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	P001
MANTELI SAS		DIRECCIÓN . Calle 24 B No. TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: PRISMA EN TALADRADO Y MANDRINADO		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO FRESADORA)		
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)		
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:		
4. PROCEDIMIENTO:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Monte el cabezal vertical 2. Monte y alinee la prensa 3. Monte la fresa frontal de 2 cortes 4. Frese el paralelepipedo 5. Monte el eje centrador 6. Taladre los agujeros 7. Verifique medidas 		
5, Herramientas		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Paralelas 2.Martillo de cobre. 3.Escuadra. 4.Lima. 5.Rodillo 6.Broca de centrar 7. Broca de centrar. 8.Broca helicoidal. 9. Eje centrador. 10. Bloque patron 11. Brocha. 12.Aceitera 		
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017

Figura 38. Manual de procedimientos, taladrado y mandrilado. Nota: Autoría propia.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		P001
MANTELI SAS		DIRECCIÓN . Calle 24 B No.	TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: TALADRADO Y RANURADO			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO FRESADORA)			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)			
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:			
4. PROCEDIMIENTO:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Frese en las tres dimensiones 2. Frese los rebajos y los radios, haga chaflanes 3. Frese la ranurada trapezoidal 4. Haga el agujero y repase la fresa frontal 5. Taladre los diametros 6. Mandrile y haga rebajos 7. Verifique medidas 			
5, Herramientas			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Paralelas 2. Martillo de cobre. 3. Escuadra. 4. Lima. 5. Rodillo 6. Broca de centrar 7. Broca de centrar. 8. Broca helicoidal. 9. Eje centrador. 10. Bloque patron 11. Brocha. 12. Aceitera 			
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017	

Figura 39. Manual de procedimientos, taladrado y ranurado Nota: Autoria propia.

8.6.3 Departamento de taladro.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		P001
MANTELI SAS		DIRECCIÓN . Calle 24 B No.	TELÉFONO. 2696716
NOMBRE DEL SERVICIO Y/O PROCEDIMIENTO: TALADRADO Y RANURADO			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (OPERARIO FRESADORA)			
1. RECURSO HUMANO QUE INTERVIENE EN EL SERVICIO (ROCIO GIL COORDINADORA DE OPERACIONES)			
3. PRODUCTOS A EMPLEAR EN EL SERVICIO:			
4. PROCEDIMIENTO:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Frese en las tres dimensiones 2. Frese los rebajos y los radios, haga chaflanes 3. Frese la ranurada trapezoidal 4. Haga el agujero y repase la fresa frontal 5. Taladre los diametros 6. Mandrile y haga rebajos 7. Verifique medidas 			
5, Herramientas			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Paralelas 2. Martillo de cobre. 3. Escuadra. 4. Lima. 5. Rodillo 6. Broca de centrar 7. Broca de centrar. 8. Broca helicoidal. 9. Eje centrador. 10. Bloque patron 11. Brocha. 12. Aceitera 			
FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/2017	RESPONSABLE: Coordinador de planta	FECHA DE REVISIÓN: 29/09/2017	

Figura 40. Manual de procedimientos, maquina taladradora. Nota: Autoria propia.

8.7 Beneficio de los manuales de procedimiento

En la siguiente figura, se puede visualizar gráficamente las principales causas que afectan la calidad de los productos fabricados y los reprocesos que afectan la entrega de pedidos a tiempo.

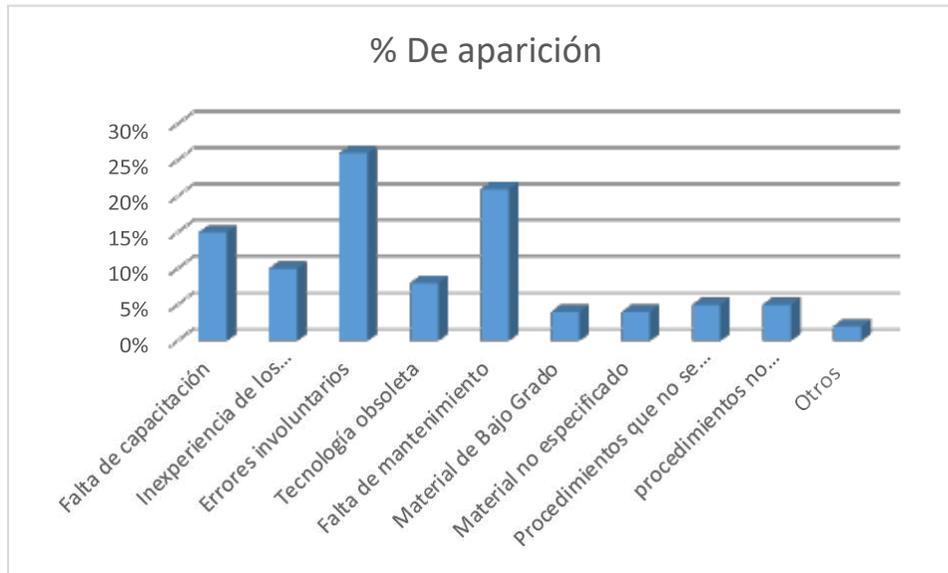


Figura 41. Porcentaje de aparición de errores. Nota: Autoría propia.

En la Figura anterior, se evidencia el porcentaje de aparición de los factores que afectan los indicadores de calidad y cumplimiento de pedidos a tiempo, pero también es importante conocer estos porcentajes en cifras como se muestra a continuación:

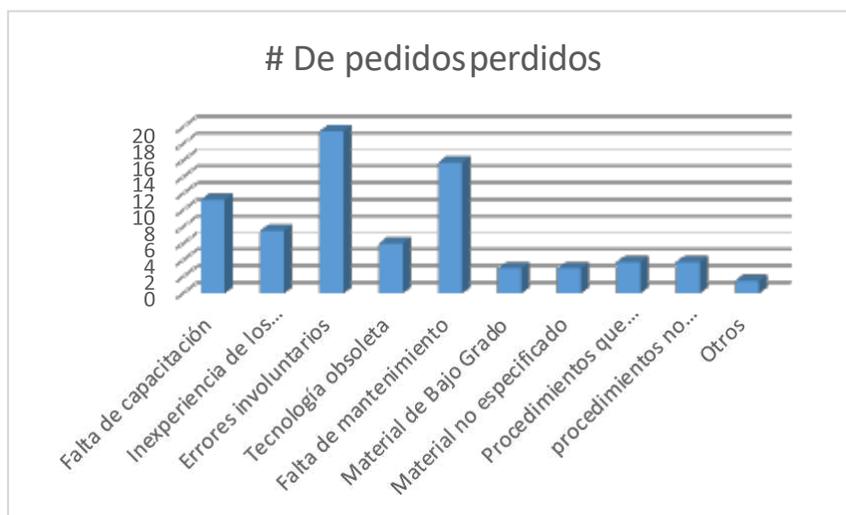


Figura 42. Número de pedidos perdidos Nota: Autoría propia.

Claramente en los gráficos anteriores se evidencia que los porcentajes más altos de aparición son la falta de capacitación, inexperiencia de los operarios y los errores involuntarios, los cuales están directamente relacionados con el hombre, suman un 51% del total de las causas por las que no se entregó el pedido, aglomerando un total de 39 pedidos perdidos.

porque lo que se espera que con la implementación de los manuales de procedimientos y las demás herramientas Lean se elimine estas causas, pasando de un número de pedidos perdidos de 75 a 37 lo que permite aumentar el indicador de cumplimiento de 73,80% al 87,23% y disminuir el indicador de incumplimiento de 26,20% al 13,4%.

En complemento a lo anterior, a continuación se podrá visualizar como sería el comportamiento de este indicador si se ejecutara esta propuesta.

Tabla 7.

Porcentaje de mejora, indicador de cumplimiento de pedidos a tiempo

Pedidos año 2016	% Mejora	
enero	74%	87%
febrero	76%	89%
marzo	82%	95%
abril	82%	95%
mayo	73%	86%
junio	72%	85%
julio	71%	84%
agosto	78%	91%
septiembre	60%	73%
octubre	76%	89%
noviembre	71%	84%
diciembre	71%	84%
promedio	73,8%	87%

Nota: Autoria propia.

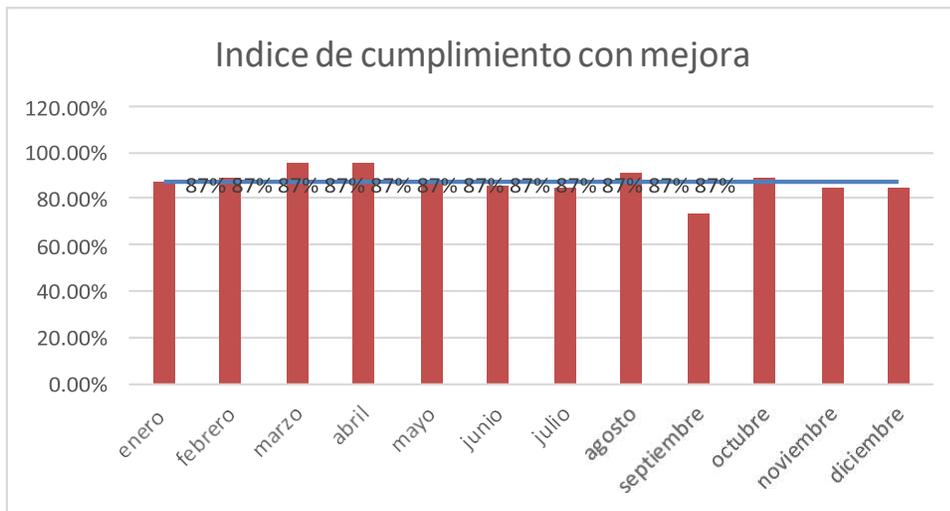


Figura 43. Índice de cumplimiento con mejora. Nota: Autoría propia.

8.8 Reorganización 5S

Otro aspecto que incrementara la productividad de cada puesto de trabajo, es la reorganización y aplicación de 5S en cada estación de trabajo, lo impactara directamente y de forma positiva en los tiempos de producción.

A continuación, se mostrarán algunas imágenes de la mejora visual efectuada después de seguir puntualmente los siguientes pasos:

1. Clasificación (Seiri) se retiraron de las áreas de trabajo todo lo que no es necesario para los procesos que allí se llevan a cabo.
2. Orden (Seiton) se definió un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.
3. Limpieza (Seiso) se restauraron las buenas condiciones de los equipamientos e infraestructuras, asumiendo el lema “limpiar e inspeccionar.
4. Estandarización (Seiketsu)

Se define como política que lo empleados de cada puesto de trabajo deben mantener en las mismas condiciones todos los días su puesto de trabajo.

5. Disciplina (Shitsuke)

La disciplina de cada operario llevará a que se cumplan los estándares definidos

8.8.1 Antes



Figura 44. Torno antes de la reorganización. Nota: Autoría propia.



Figura 45. Puesto de trabajo antes de la reorganización. Nota: Autoría propia.

8.8.2 Después



Figura 46. Torno después de la reorganización. Nota: Autoría propia.



Figura 47. Puesto de trabajo después de la reorganización. Nota: Autoría propia.

8.9 Resumen de resultados

Tabla 8.
Resumen de resultados obtenidos

Herramienta	Actividad	Resultado
Estudio de tiempos	Se realizó una muestra de las actividades principales de los departamentos de torno y fresado a todos los operarios.	Se logró estipular una meta diaria de producción por operario y por departamento.
Kanban por operario	Se diseñó una herramienta conocida como Kanban, en el cual el operario interactúa con herramientas Lean y relaciona constantemente la gestión de las unidades asignadas.	Se tendrá conocimiento en tiempo real de la gestión de cada puesto de trabajo.
Kanban por departamento	Se diseñó una herramienta conocida como Kanban departamento, el cual será alimentado diariamente con la información suministrada en el Kanban operario.	El supervisor podrá identificar realmente cual fue el indicador diario de eficiencia e identificar las solicitudes pendientes para la siguiente jornada laboral
Andón	Al objetivo de controlar la operación de los puestos de trabajo, se diseñó una herramienta de la ingeniería industrial conocida con Andón, cuyo fin es reflejar visualmente si la operación de cada puesto de trabajo está funcionando con normalidad	Indicador de cumplimiento de pedidos a tiempo ha de mejorar en un 10%, es decir pasaría de un 73,8% a un 81,18% en promedio.
Organizador de herramientas.	Se propone asignar organizadores de herramienta conforme a las necesidades de los puestos de trabajo de cada departamento	Se fabricarán 12 unidades más al día para el departamento de Torno y 9 para el departamento de Fresado

Manuales de procedimientos	Una de las principales causas que impactan el indicador de calidad y entrega de pedidos a tiempo, según en el diagnóstico Lean realizado, es la falta de capacitación, para ello se diseñaron los siguientes formatos de procedimientos, correspondiente a las actividades realizadas en los departamentos de torno, fresadora y taladro	Se espera que con la implementación de los manuales de procedimientos y las demás herramientas Lean se elimine estas causas, pasando de un número de pedidos perdidos de 75 a 37 lo que permite aumentar el indicador de cumplimiento de 73,80% al 87,23% y disminuir el indicador de incumplimiento de 26.20% al 13,4%.
Reorganización 5S	Se programó una jornada de Reorganización de los puestos de trabajo	Incrementará la productividad de cada puesto de trabajo, es la reorganización y aplicación de 5S en cada estación de trabajo, lo impactara directamente y de forma positiva en los tiempos de producción

Nota: Autoria propia.

Capítulo 9: Estudio financiero

Este capítulo será quizás uno de los más atractivos de la propuesta para la gerencia del MANTELI SAS, ya que a pesar de que se mostrará un análisis financiero requerido para la implementación de las estrategias, la principal ventaja es que estas no requieren de una gran inversión para ser ejecutadas, debido a que lo que se pretende es optimizar el modelo de la planta de producción aplicando filosofías de trabajo y metodologías de control que permita obtener mejores resultados con las herramientas de la empresa.

A pesar de que no se requerirá una gran inversión para la implementación de estas metodologías, por el contrario, estas si se podrán ver reflejadas de una manera muy positiva en las finanzas de la empresa, claro está, que dependerá 100 % del éxito de la implementación, teniendo en cuenta que al mejorar aspectos como, incremento en niveles de producción, disminución del desperdicio, mejoras en la calidad del producto final, reducción de tiempos en la fabricación, y la implementación de un sistema de control efectivo relacionado con las demás áreas de la empresa, serán herramientas vitales para reforzar las propuestas de valor ofrecidas por el área comercial, y por ende los ingresos serán mayores, lo que desglosara con mayor claridad en el desarrollo de este capítulo.

9.1 Costos

9.1.1 Maquinaria planta de producción MANTELI SAS.

A continuación, se relacionará la maquinaria con la que cuenta hasta el momento la planta de producción de MANTELI SAS y su respectivo avalúo en el mercado, estas serán las principales herramientas con las que se buscara optimizar los procesos de producción.

Tabla 9.

Maquinaria planta MANTELI SAS

EQUIPOS PLANTA DE PRODUCCION			
MAQUINARIA DESCRIPCION	CANTI	COSTO	COSTO
	DAD	UNITARIO	TOTAL
TORNO Torno 360 Mm Volteo, Husillo	4	\$ 19.856.345	\$ 79.425.380
REVOLVER De 2 , 1 Metro Entre Puntos FRESADORA Fresadora Universal #3	4	\$ 24.567.000	\$ 98.268.000
TALADRO Taladro De Arbol 3/4 Pulg 1-	3	\$ 4.987.000	\$ 14.961.000
PULIDORAS 1/2hp 110/220v Winwork 51100 Xtremepowerus 8 Pulgadas Mesa	4	\$ 1.800.000	\$ 7.200.000
RECTIFICADO Buffer Pulidora Amoladora Rectificadora Con Centros	2	\$ 26.450.000	\$ 52.900.000
RA Hidráulica Y Automática			
TOTAL			\$ 252.754.380

Nota: Autoria propia.

9.1.2 Personal planta de producción.

De acuerdo con la información de la maquinaria relacionada en la tabla No. 4, es claro que para garantizar la operación de las mismas es necesario contar con un personal calificado para el manejo de los equipos, auxiliares, supervisores entre otros.

En la tabla No. 5 se relacionarán los cargos existentes en la planta de producción, con su respectiva asignación salarial mensual, que corresponde a información actualizada a febrero del año 2017 con turnos de 8 horas diarias, durante 6 días a la semana lo que da como resultado las siguientes horas semanales.

8 horas X 6 días= 48 horas

Tabla 10.

*Costos de personal planta MANTELI SAS***COSTOS SALARIALES DE LA PLANTA DE PRODUCCION**

CARGO	DESCRIPCION	CANTI		COSTO	
		DAD	SALARIO	TOTAL	
SUPERVISOR DE PLANTA	Ing. Industrial	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	
	Técnico en manejo				
OPERARIO DE TORNO	de torno revolver	4	\$ 1.350.000	\$ 5.400.000	
	Técnico en manejo				
OPERARIO DE FRESADORA	de fresadoras	4	\$ 1.350.000	\$ 5.400.000	
	Técnico en manejo		\$ 1.100.000	\$ 3.300.000	
OPERARIO DE TALADRO	de taladro árbol	3			
OPERARIO PULIDORA	Técnico operativo	4	\$ 1.000.000	\$ 4.000.000	
OPERARIO	Técnico en manejo				
RECTIFICADORA	de fresadoras	2	\$ 1.350.000	\$ 2.700.000	
AUXILIAR OPERATIVO	Bachiller	2	\$ 750.000	\$ 1.500.000	
TOTAL				\$ 24.300.000	

Nota: Autoría propia.

Conclusiones

- La empresa MANTELI SAS, carece de herramientas ingenieriles que le permitan optimizar los niveles de producción de su planta operativa.
- Los componentes del programa se ajustan a las necesidades de MANTELI SAS.
- Fue de vital importancia realizar el diagnóstico Lean sugerido en este documento, para obtener una radiografía del estado actual de la empresa y sus principales debilidades.
- La correcta implementación de esta propuesta incrementara el indicador de cumplimiento de pedidos de 73.8% al 81.6%.
- No se requiere una gran inversión por parte de Manteli SAS ya que se utilizarán los recursos existentes.
- El supervisor de la planta podrá tener un control diario de la eficiencia de los operarios y de cada departamento.

Recomendaciones

- Se recomienda diseñar un modelo de gestión de calidad en la planta de producción.
- Delimitar las zonas de trabajo.
- Implementar una política de inventarios.
- Se recomienda diseñar un modelo SGSST
- Para los meses Pico en la producción se recomienda implementar nuevos turnos de trabajo.
- Se recomienda capacitar a la organización sobre nuevas técnicas de impresión.

Referencias

- AAL, S., & Alcalde San Miguel, P. (2007). *Calidad*. Ciudad de Mexico: Paraninfo.
- Alvarez, M. (2013). *Cuadro demanda retail*. España: Profit Editorial.
- Andigraf. (2016). Boletín Económico Noviembre 2016. *Andigraf*, 5.
- Barraza, M. F. (2007). *El Kaizen*. México: Panorama.
- Belohlavek, P. (2007). Oee Overall equipment Effectiveness. En P. Belohlavek, *Belohlavek, Peter* (pág. 69). Boston: Blue Eagle Group.
- Compes, 3. D. (15 de 01 de 2008). Política nacional de competitividad y productividad. Bogota. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Obtenido de <https://www.ptp.com.co/contenido/contenido.aspx?catID=607&conID=1>
- Cornner, G. (2006). *Lean Kaizen*. New York: Society of Manufacturing Engineers. empresa, E.
- y. (2015). La filosofía de Kaizen.
- Erika, R. B. (2010). El uso del diagrama causa efecto. *Revista Latinoamericana de estudios*, 14.
- García Alcaraz, J. L. (2014). *Beneficios del Kaizen en la industria*. *Cuba Industria*, 2-4. García, A. A. (2009). *Conceptos de organización industrial*. Bilbao: Boixareu.
- García, M. R. (2010). *Lean manufactunig. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Diaz de santos.
- Google maps, U. g. (20 de 04 de 2017). *Google Maps*. Obtenido de Imagen 4. Ubicación geográfica de la empresa MANTELI SAS
- Jaume Aldavert, E. V. (2016). *5S Para la mejora continua*. S.L. CIMS 97.
- Leansis. (14 de 05 de 2013). *LeanSis. Personas, procesos y productividad*. Obtenido de LeanSis. Personas, procesos y productividad: <http://www.leansisproductividad.com/que-es-el-hoshin-kanri-y-por-que-se-va-a-poner-tan-de-moda/>

Manteli. (2016). *Índice de productividad y calidad*. Bogota,D.C. Revista

Dinero. (2015). ¡Que impresion! *Dinero*, 2-7.

Rodríguez, J. M. (2011). Métodos de investigación cualitativa. *Silogismo*, 14.

Rodríguez, J. M. (2011). *Métodos de investigación cualitativa*. Silogismo. Más que conceptos,
4.

Sacristán, F. R. (2005). *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*.
Madrid: Fundación Confemental.

Uniagustiniana. (01 de 05 de 2017). *Google maps*. Obtenido de
<https://www.google.com.co/maps/place/Universitaria+Agustiniana>

Lista de figuras

Figura 1. Indicie de cumplimiento año 2016	12
Figura 2. Indicador mensual de calidad 2016	13
Figura 3. Diagrama de Ishikawa alto índice de PNC	14
Figura 4. Diagrama de Ishikawa bajo índice de cumplimiento	15
Figura 5 Árbol de problemas	19
Figura 6 Ubicación geográfica de la empresa MANTELI SAS	20
Figura 7. Casa Lean Manufacturing.....	23
Figura 8 Bases del Kaizen	27
Figura 9 Escala ascendente de las 5S	29
Figura 10. Síntesis de las etapas 5S	31
Figura 11. Los siete desperdicios	33
Figura 12. Despilfarro coste global.....	33
Figura 13 Proceso metodológico.....	38
Figura 14 Proceso metodológico.....	38
Figura 15. Proceso metodológico.....	39
Figura 16. Comportamiento de actividades de impresión	42
Figura 17. Exportaciones, actividades de impresión.....	43
Figura 18. Importaciones, actividades de impresión	44
Figura 19 Diagrama de objetivos.....	48
Figura 20 Radar de resultados.....	49
Figura 21 Estudio de tiempos departamento Torno	52
Figura 22. Estudio de tiempos departamento Fresado	53
Figura 23. Kanban Operario.....	55
Figura 24 Kanban planta.....	56
Figura 25. Andón Fuente. (Creación propia).....	58
Figura 26. Organizadores de herramienta.....	59
Figura 27. Organizadores de herramienta.....	59

Figura 28. Manual de procedimiento afilado de cuchilla de acabado	60
Figura 29. Manual de procedimiento, Escalonado entre centros	61
Figura 30. Manual de procedimientos, punta fija para torno	62
Figura 31. Manual de procedimientos, Eje cónico moleteado	64
Figura 32. Manual de procedimientos, granete	64
Figura 33. Manual de procedimientos, roscado	65
Figura 34. Manual de procedimientos, martillo de bola.....	66
Figura 35. Manual de procedimientos, Paralelepípedo	69
Figura 36. Manual de procedimiento Prima.....	68
Figura 37. Manual de procedimientos, prisma en V	69
Figura 38. Manual de procedimientos, taladrado y mandrilado	70
Figura 39. Manual de procedimientos, taladrado y ranurado	71
Figura 40. Manual de procedimientos, maquina taladradora	72
Figura 41. Porcentaje de aparición de errores	73
Figura 42. Número de pedidos perdidos	73
Figura 43. Índice de cumplimiento con mejora	75
Figura 44. Torno antes de la reorganización.....	76
Figura 45. Puesto de trabajo antes de la reorganización	76
Figura 46. Torno después de la reorganización	77
Figura 47. Puesto de trabajo después de la reorganización	77

Lista de tablas

Tabla 1 Causas y porcentaje de aparición	16
Tabla 2 Incumplimiento de pedidos año 2016.....	17
Tabla 3 Raíces y porcentaje de aparición.....	18
Tabla 4. Fases de implementación	24
Tabla 5 Normograma	35
Tabla 6. Resumen de resultados de diagnóstico	38
Tabla 7. Porcentaje de mejora, indicador de cumplimiento de pedidos a tiempo.....	74
Tabla 8. Resumen de resultados obtenidos	78
Tabla 9. Maquinaria planta MANTELI SAS	81
Tabla 10. Costos de personal planta MANTELI SAS.....	82

Lista de anexos

Anexo 1. Instructivo de autodiagnóstico.....	91
Anexo 2. Diagnóstico de comunicación cultura interna.....	92
Anexo 3. Diagnóstico CRM.....	93
Anexo 4. Diagnóstico inicial 5S.....	94
Anexo 5. Diagnóstico de estandarización.....	95
Anexo 6. Diagnóstico de mejora continua.....	96
Anexo 7. Diagnóstico flexibilidad operacional.....	97
Anexo 8. Diagnóstico POKA YOKE.....	98
Anexo 9. Diagnóstico SMED.....	99
Anexo 10. Diagnóstico TPM.....	100
Anexo 11. Diagnóstico PULL SYSTEM.....	101
Anexo 12. Diagnóstico del balanceo de la producción.....	102

Anexos

Anexo 1. Instructivo de autodiagnóstico.

AUTODIAGNÓSTICO LEAN
Analice el grado de madurez de su organización con respecto a los parámetros generales del Lean Manufacturing
Dispone a continuación de una herramienta de auto -diagnosis, en la cual, completando unas sencillas y rápidas cuestiones en las hojas de este documento, podrá usted conocer cuál es grado de madurez que actualmente tiene su empresa con arreglo a los requisitos actuales del Lean Manufacturing.
Cada hoja contiene unas preguntas sobre una categoría diferente, que deberá responder de 0 a 4 según el siguiente criterio 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
En la última hoja, se van almacenando todos los datos para mostrarle su PUNTUACIÓN FINAL y, como resultado el GRADO DE MADUREZ LEAN de su empresa.
Si lo desea, enviándonos los resultados de este autodiagnóstico por e-mail (crisjarub@hotmail.com) y sin ningún compromiso, se lo devolveremos con una comparativa de la situación de su empresa en relación al resultado global de todas las empresas participantes.

Nota: Autoría propia.

El diagnóstico iniciara por determinar cuál es el grado de comunicación a interior de la organización, lo cual se realizará a raves de una serie de preguntas acerca de la cultura actual de la organización con respecto al desempeño, feedback, divulgación de objetivos entre otros.

Anexo 2. Diagnóstico de comunicación cultura interna.

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?	2
	Observaciones:	
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:	
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?	1
	Observaciones:	
4	¿Los empleados trabajan en equipos promovidos por la dirección, para orientarse a la consecución de los objetivos de desempeño, calidad y seguridad?	3
	Observaciones:	
5	¿Los empleados utilizan, comparten y comprenden los medibles para monitorizar y mejorar sus procesos de trabajo?	1
	Observaciones:	
6	¿Los problemas que aparecen en los procesos de fabricación, son detectados e investigados dentro de los siguientes 10 minutos a su aparición?	2
	Observaciones:	
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?	3
	Observaciones:	
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?	1
	Observaciones:	
	Puntuación total	14
	Máxima puntuación	32
	Valoración del parámetro Lean	0,44

Nota: Autoría propia.

Por otro lado, también será muy importante conocer como es el comportamiento de la empresa con respecto a los clientes, para lo cual se recolectará información enfocada al CRM, a través del siguiente formato.

Anexo 3. Diagnóstico CRM

CRM		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿La información sobre nuestros clientes en la base de datos está actualizada?	4
	Observaciones:	
2	¿Realizamos algún encuentro periódico con los clientes clave para que nos explique sus necesidades?	2
	Observaciones:	
3	¿Generamos datos estadísticos acerca de dichas necesidades que ayude a la mejora?	1
	Observaciones:	
4	¿Observamos nuestros clientes para saber cómo utilizan nuestro producto y poder así generar mejoras?	3
	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?	4
	Observaciones:	
7	¿Todas las personas de contacto actualizan los datos relativos a los clientes?	0
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	16
	<i>Máxima puntuación</i>	28
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,57

Nota: Autoría propia.

Una vez comprendida la situación inicial de la planta de producción de MANTELI SAS, se realizara un diagnóstico inicial con énfasis en las 5S mediante el siguiente formato

Anexo 4. Diagnóstico inicial 5S

Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios, componente correcto y/o scrap. Las naves están libres de obstrucciones?	2
	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?	3
	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?	1
	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?	2
	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?	3
	Observaciones:	
7	¿La comunicación entre cambios de turno/operario se rige mediante un procedimiento o hábito riguroso y estable?	1
	Observaciones:	
	Puntuación total	14
	Máxima puntuación	28
	Valoración del parámetro Lean	0,50

Nota: Autoría propia.

Por otro lado, también será importante que identificar qué nivel de estandarización posee la empresa MANTELI SAS en sus procesos, lo se realizara bajo el siguiente formato

Anexo 5. Diagnóstico de estandarización

ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se han desarrollado e implementado estándares para la operación de cada proceso/célula y son utilizados para la formación en el puesto de trabajo?	1
	Observaciones:	
2	¿Tiene cada proceso su hoja de operaciones estándar al alcance y a disposición del operador?	0
	Observaciones:	
3	¿El Takt time de cada producto se ha utilizado como base de referencia para establecer el tiempo del proceso de cada operación y los requisitos de actuación para cada operario?	2
	Observaciones:	
4	¿Intervienen los operarios del proceso y el personal de apoyo, en el diseño y estandarización del puesto de trabajo?	3
	Observaciones:	
5	¿Se estandariza v actualiza, frecuentemente, una visualización de las operaciones que no agregan valor (¿cambios, controles de calidad, mantenimientos preventivos, etc....?)	1
	Observaciones:	
6	¿Se comprueban periódicamente, mediante auditorías u otras herramientas, las hojas de operación estándar, comprobando la conservación de las mejoras realizadas?	2
	Observaciones:	
7	¿Habitualmente los operarios cumplen con rigor las instrucciones reflejadas en las hojas de operación estándar? ¿Se registran, investigan y corrigen los errores e incumplimientos que se producen?	1
	Observaciones:	
	Puntuación total	10
	Máxima puntuación	28
	Valoración del parámetro Lean	0,36

Nota: Autoría propia.

Después de la información solicitada anteriormente, posteriormente se realizará un diagnóstico con énfasis en las políticas y programas existente para la mejora continua y de esta forma determinar a través de la siguiente tabla cuáles serán las principales actividades a mejorar.

Anexo 6. Diagnóstico de mejora continua.

MEJORA CONTINUA		
Ítem		Ptos
1	¿Existe una estrategia clara respecto a la Mejora Continua en la empresa (Champions, Teamleaders, identificación-priorización de proyectos, infraestructura, recursos etc...) capaz de obtener resultados de manera sostenible y continuada?	1
	Observaciones:	
2	¿Existe un proceso formal para la captación de sugerencias y oportunidades de mejora en todos los niveles de la organización? ¿Existe un sistema normalizado de reconocimiento?	2
	Observaciones:	
3	¿Los empleados han sido formados en los métodos de trabajo necesarios para desarrollar la Mejora Continua y se les ha involucrado en su desarrollo e implementación?	1
	Observaciones:	
4	¿Conocen los empleados las siete fuentes de desperdicios básicos (inventarios; transportes de material; defectos; esperas; sobreproducción; movimientos innecesarios; métodos inadecuados)? ¿se implican activamente en su identificación, dentro de sus áreas de trabajo, y están autorizados a trabajar para su eliminación y/o minimización?	2
	Observaciones:	
5	¿La mejora continua y los eventos Gemba-Kaizen se estructuran, planifican y aplican dentro de las prácticas ordinarias de la empresa? ¿se reconocen los éxitos y se expanden a través de procesos afines en la instalación?	2
	Observaciones:	
6	¿Se puede considerar que la mayoría de las mejoras aplicadas no representan apenas inversión?	3
	Observaciones:	
7	¿Los análisis VSM se utilizan como base de referencia para comprobar y evaluar los progresos obtenidos?	0
	Observaciones:	
	Puntuación total	11
	Máxima puntuación	28
	Valoración del parámetro Lean	0,39

Nota: Autoría propia.

Otro factor muy importante que se analizara, es el nivel de flexibilidad operacional existente en la empresa, es decir, cuestionando al empleador, acerca de la capacitación actual de los empleados, diagramas de recorrido entre otros, de igual manera se realizara el diagnóstico bajo el esquema de formatos planteado en la propuesta.

Anexo 7. Diagnóstico 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?	1
	Observaciones:	
2	¿Se han evaluado, medido y reducido los recorridos del producto y componentes en la planta?	2
	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?	1
	Observaciones:	
5	¿Los procesos y los equipos están mantenidos de manera que garanticen el flujo de trabajo sin interrupciones no deseadas?	3
	Observaciones:	
6	¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?	2
	Observaciones:	
7	¿Se han diseñado e implementado células de trabajo que garanticen el flujo de una pieza a través del proceso productivo?	1
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	11
	<i>Máxima puntuación</i>	28
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,39

Nota: Autoría propia.

Teniendo en cuenta que se buscara realizar un diagnóstico integral, se tendrán en cuenta una serie de aspectos adicionales que permitan determinar el resultado globalizado del estado de madurez Lean. Los aspectos adicionales que contemplar serán diagnóstico de Poka Yoke, Smed,

Anexo 8. Diagnóstico POKA YOKE.

PO KAYO KE		
Íte m	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?	2
	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?	2
	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?	1
	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?	1
	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?	1
	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?	1
	Observaciones::	
	Puntuación total	9
	Máxima puntuación	32
	Valoración del parámetro Lean	0,28

Nota: Autoría propia

Anexo 9. Diagnóstico SMED.

SMED		
Ítem	CRITERIOS	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?	2
	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?	2
	Observaciones:	
5	¿Se han desarrollado e implementado instrumentos y equipos que ayuden a reducir el tiempo de cambio y/o el trabajo necesario?	1
	Observaciones:	
6	¿El tiempo de cambio real vs previsto está informado en cada puesto de trabajo de manera clara y visible?	2
	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 tiempos de cambio?	1
	Observaciones:	
8	¿Están identificados, conservados almacenados, de manera ordenada y garantizando su correcto funcionamiento, todos los ítems necesarios para los cambios?	1
	Observaciones:	
	Puntuación total	11
	Máxima puntuación	32
	Valoración del parámetro Lean	0,34

Nota: Autoría propia

Anexo 10. Diagnóstico TPM

TPM		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Los responsables de mantenimiento y sus equipos han sido entrenados en los conceptos y principios del TPM?	1
	Observaciones:	
2	¿La maquinaria funciona con todos los elementos de seguridad necesarios activos? ¿Se inutiliza el uso de los equipos cuando los elementos de seguridad se rompen o no funcionan adecuadamente?	0
	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?	0
	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?	1
	Observaciones:	
6	¿Están definidas las responsabilidades relacionadas con el mantenimiento, tanto para el personal de mantenimiento como para el de producción?	2
	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?	1
	Observaciones:	
	Puntuación total	6
	Máxima puntuación	28
	Valoración del parámetro Lean	0,21

Nota: Autoría propia

Anexo 11. Diagnóstico 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?	1
	Observaciones:	
2	¿Todos los mandos de la planta han sido formados en los principios y la implementación del pull system?	1
	Observaciones:	
3	¿Los flujos de materiales en la planta transcurren en flujos de una pieza o en supermercados "aguas abajo" gestionados por Kan-Ban?	1
	Observaciones:	
4	¿Los procesos río abajo tiran del resto de procesos, marcando los ritmos y horarios de trabajo de los procesos río arriba?	1
	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 el proceso "marcapasos"?	2
	Observaciones:	
6	¿Los supervisores de la producción y el personal administrativo, únicamente, producen el "papeleo" mínimo necesario para el siguiente proceso?	2
	Observaciones:	
	Puntuación total	8
	Máxima puntuación	24
	Valoración del parámetro Lean	0,33

Nota: Autoría propia

Anexo 12. Diagnóstico del balanceo de la producción.

BALANCE 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?	3
	Observaciones:	
3	¿El TaktTime es conocido por todos y determina el ritmo de los procesos de producción?	1
	Observaciones:	
4	¿El TaktTime se utiliza para asignar las dotaciones de trabajo y los tiempos de ciclo en cada proceso?	1
	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?	3
	Observaciones:	
	<i>Puntuación total</i>	9
	<i>Máxima puntuación</i>	20
	<i>Valoración del parámetro Lean</i>	0,30

Nota: Autoría propia.