



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
VIDRIO TEMPLADO BASADO EN EL ENFOQUE DE LA MANUFACTURA ESBELTA, PARA
MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE PEDIDOS A CLIENTES**

Kevin Fernando Bámaca Acuta

Asesorado por el MSc. Ing. José Luis Duque Franco

Guatemala, agosto de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE VIDRIO TEMPLADO BASADO EN EL ENFOQUE DE LA
MANUFACTURA ESBELTA, PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE
ENTREGA DE PEDIDOS A CLIENTES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KEVIN FERNANDO BÁMACA ACUTA
ASESORADO POR EL MSC. ING. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Ing. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

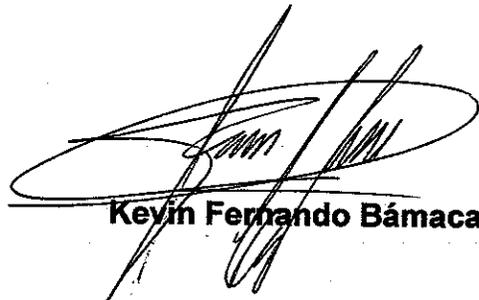
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
EXAMINADOR	Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Alberto Aurelio Hernández García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIDRIO TEMPLADO BASADO EN EL ENFOQUE DE LA MANUFACTURA ESBELTA, PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE PEDIDOS A CLIENTES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha julio de 2016.



Keyin Fernando Bámaca Acuta



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226



AGS-MGIPP-027-2017

Guatemala, 29 de julio de 2017.

Director
Francisco Gómez Rivera
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

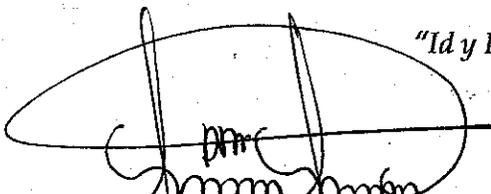
Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante Kevin Fernando Bamaca Acuña carné número 200915319, quien optó la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría de Gestión Industrial.

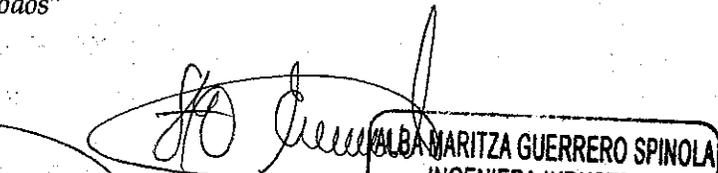
Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


MSc. Ing. José Luis Duque Franco
Asesor (a)

Ing. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO, M.Sc.
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5459


Dra. Alba Maritza Guerrero Spinola
Coordinadora de Área
Gestión de Servicios

ALBA MARITZA GUERRERO SPINOLA
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 4611


MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo /LA

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011.



REF.DIR.EMI.115.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIDRIO TEMPLADO BASADO EN EL ENFOQUE DE LA MANUFACTURA ESBELTA, PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE PEDIDOS A CLIENTES**, presentado por el estudiante universitario **Kevin Fernando Bámaca Acuta**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2017.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIDRIO TEMPLADO BASADO EN EL ENFOQUE DE LA MANUFACTURA ESBELTA, PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE PEDIDOS A CLIENTES,** presentado por el estudiante universitario: **Kevin Fernando Bámaca Acuña**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO



Guatemala, agosto de 2017

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Porque me has dado la fortaleza para seguir adelante, la sabiduría para tomar las mejores decisiones y la oportunidad de alcanzar una de tantas metas en mi vida.
- Mis padres** Manuel Bámaca y Rosa Acuta, por todo su apoyo, su amor, comprensión y esas palabras de aliento en todo tiempo.
- Mis hermanos** Por estar conmigo y apoyarme siempre.
- Mis amigos de la Facultad** Porque nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y hacer del recorrido universitario una experiencia que se recordará por siempre.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por concederme el privilegio de formarme académicamente en esta tricentenaria casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por su magnánimo aporte en mi formación profesional.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial	Por haberme facultado del conocimiento básico de la ingeniería industrial.
Escuela de Estudios de Postgrado	Por complementar mi formación profesional, en la integración de la teoría con la práctica.
Ingeniero	José Luis Duque Franco, por su asesoramiento en el planteamiento del plan de investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. ANTECEDENTES	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1. Descripción del problema	5
2.2. Formulación del problema	6
2.2.1. Pregunta central	6
2.2.2. Preguntas auxiliares	6
2.3. Delimitación del problema	7
2.4. Viabilidad.....	7
2.5. Consecuencias.....	7
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. OBJETIVOS	11
4.1. Objetivo general	11
4.2. Objetivos específicos.....	11
5. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	13
6. MARCO TEÓRICO.....	15

6.1.	El vidrio templado en la industria de la construcción.....	15
6.1.1.	Vidrio templado	16
6.1.2.	Propiedades del vidrio templado	17
6.1.3.	Vidrio de seguridad	17
6.1.4.	Procesos de fabricación	19
6.1.5.	Normas de fabricación	23
6.2.	El cliente.....	23
6.2.1.	Valor del cliente.....	24
6.2.2.	Satisfacción del cliente.....	25
6.2.3.	Medición de la satisfacción del cliente	26
6.2.4.	El cliente y su importancia.....	28
6.2.5.	Tipos de clientes	29
6.2.6.	El conocimiento del cliente como ventaja competitiva	30
6.2.7.	Segmentación de clientes	31
6.3.	Sistemas de producción	32
6.3.1.	Tipos de sistemas de producción.....	33
6.3.2.	Elementos de un sistema de producción.....	35
6.3.3.	Lead time.....	37
6.3.4.	Productividad en los sistemas de producción.....	38
6.3.5.	Manufactura esbelta	42
6.3.6.	Definiciones de la manufactura esbelta.....	43
6.3.7.	Principios de la manufactura esbelta.....	44
6.3.8.	Los 7 desperdicios	48
6.3.9.	Herramientas de la manufactura esbelta.....	50
7.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	61
8.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	63

8.1.	Tipo de estudio	63
8.2.	Diseño de la investigación	63
8.3.	Alcance.....	64
8.4.	Variables e indicadores	64
8.4.1.	Variables cuantitativas	64
8.4.2.	Variables cualitativas	65
8.5.	Plan de muestreo	68
8.6.	Fases.....	70
8.6.1.	Fase 1. Revisión documental.....	70
8.6.2.	Fase 2. Diagnóstico del proceso productivo	70
8.6.3.	Fase 3. Análisis del proceso productivo	71
8.6.4.	Fase 4. Propuesta de herramientas para la mejora del proceso	72
8.6.5.	Resultados esperados	72
9.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	73
10.	RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	75
11.	CRONOGRAMA.....	77
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
13.	ANEXOS	83
13.1.	Árbol de problemas	83
13.2.	Matriz de coherencia	84
13.3.	Cuestionario	85
13.4.	Entrevista.....	87
13.5.	Hoja de recogida de datos.....	88

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Fragmentación de un vidrio templado	18
2.	Horno templador de vidrio	22
3.	Modelo cliente-proveedor	29
4.	Esquema del sistema de producción	33
5.	Tipos de medición de la productividad	40
6.	Sistema <i>Pull</i>	47
7.	Las 5 “S” en el sistema de producción	51
8.	Ejemplo de un sistema Kanban	56
9.	Cronograma de actividades.....	77

TABLAS

I.	Métodos para aumentar la productividad	39
II.	Desperdicios en los procesos.....	49
III.	Variables e indicadores	67
IV.	Tamaño de la población.....	68
V.	Recursos humanos	75
VI.	Presupuesto.....	76

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados centígrados
m	Metro
mm	Milímetro
kg	Kilogramos
kp/cm ²	Resistencia a la flexión
RAD	Radianes
Ø	Diámetro
5 s	Metodología 5 s

GLOSARIO

ANSI	American National Standards Institute. Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
ASTM	American Society for Testing and Materials. Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos.
Competitividad	Capacidad de una organización que le permite tener ventajas comparativas en el mercado.
Desperdicios	Aquellas actividades que no le agregan valor al producto.
Fidelización	Estrategia de <i>marketing</i> que permite conseguir clientes leales a una marca.
KPI	Indicador clave de desempeño
<i>Lead time</i>	Plazo de entrega. Es el tiempo que tarda un producto en ser entregado al cliente desde que se toma el pedido.
<i>Lean manufacturing</i>	Manufactura esbelta, producción ajustada, producción limpia, producción esbelta.
Multifactorial	Depende de varios factores.

Plasticidad	Propiedad de los materiales que moldearse y trabajarse para cambiarlo de forma.
<i>Pull</i>	Jalar. Producir lo que el cliente necesita.
<i>Push</i>	Empuje. Motivar al cliente para realizar la compra de un producto.
Optimizar	Realizar un proceso con un resultado excelente, a un costo bajo.
Sistema productivo	Es la conversión de insumos en un producto o servicio.
Sostenibilidad	Asegurar las necesidades presentes sin comprometer el futuro.
TQM	Administración de la calidad total
TPM	Mantenimiento productivo total
Variabilidad	Nombres propios en otros idiomas no requieren cursiva.
Vidrio <i>float</i>	Vidrio que no ha sido sometido a un tratamiento térmico.

INTRODUCCIÓN

En la industria manufacturera, el nivel de competencia está aumentando rápidamente, por lo que las organizaciones están obligadas a aumentar sus ventajas competitivas dentro de toda la cadena de suministro, siendo la producción uno de los eslabones que más valor agrega al producto, debido a que en este proceso se transforman las materias primas en un producto que va a satisfacer necesidades de un mercado en común, que no solo depende de sus características y especificaciones, sino también del cumplimiento en la entrega y su disponibilidad.

El problema que la industria de vidrio templado en estudio enfrenta, es que en el sistema productivo existen distintas actividades que no suman valor al producto final, y como consecuencia no logra cumplir con la entrega de pedidos a sus clientes. Este problema radica principalmente en actividades como el movimiento ineficiente de materiales, la inexistencia de una planificación de la producción acorde a la capacidad instalada y el exceso de burocracia en el flujo de información.

El trabajo de investigación consiste en la sistematización del proceso de productivo de vidrio templado, que, por medio de la teoría y experiencias, se aplicara a la metodología utilizada, un enfoque fundamentado en la manufactura esbelta como herramienta de solución del problema.

La importancia de solucionar el problema es, reducir el *lead time* del proceso productivo, para cumplir con la entrega de pedidos completos y en la fecha pactada con el cliente, satisfaciendo así las necesidades de los mismos.

Como resultado de esta investigación, se espera identificar aquellas mermas que entorpecen el movimiento de materiales y el traslado de la información, también aquellos factores que impiden que se pueda realizar una planificación de la producción, según las capacidades del proceso de producción.

Los beneficios que se esperan al aplicar en el proceso productivo los principios y herramientas de la manufactura esbelta, consisten en eliminar toda actividad que no suma valor en el proceso, así como las mermas que se crean en el día a día y que representan pérdidas para la empresa, logrando beneficios como mejoras en el ordenamiento de la planta, aumento de la flexibilidad y disminución de la variabilidad en los procesos, productos y procesos de calidad y reducción de piezas defectuosas.

Con el siguiente diseño de investigación, se aportará a la empresa en estudio, una propuesta para la metodología del proceso de producción de vidrio templado basada en el enfoque de la manufactura esbelta, que le permitirá identificar los desperdicios que entorpece las actividades para la fabricación de vidrio templado, a la vez le proporcione las herramientas para eliminarlos, permitiendo que el proceso producción mejore tanto en su tiempo de respuesta a la demanda del mercado, teniendo los productos en cantidad, calidad y tiempo requerido por el consumidor final.

La industria templadora de vidrio donde se realizará la investigación, aportará los recursos físicos, humanos y la documentación necesaria para realizar el estudio, mientras que el financiamiento de los gastos y costos en los que se incurra serán aportados por el investigador.

La metodología de la investigación tendrá un alcance descriptivo, con un tipo de estudio mixto y un diseño no experimental que estará determinado por fases. El avance en la primera fase será el inicio para la siguiente fase, determinado por el siguiente esquema para dar solución al problema:

- Revisión documental.
- Análisis del proceso de producción de vidrio templado.
- Mapeo de la cadena de valor.
- Identificación de desperdicios.
- Presentación y discusión de resultados.
- Propuesta de herramientas basadas en la manufactura esbelta, para la eliminación de desperdicios.

El primer capítulo describirá la industria del vidrio templado en la construcción, también aportará un panorama de los sistemas para la producción y presentará la teoría respecto a la manufactura esbelta y sus principios.

El desarrollo de la investigación se presentará en el segundo capítulo, se utilizarán las técnicas de análisis de información, donde se expondrá el mapeo de la cadena de valor del proceso productivo, identificando los desperdicios que entorpecen el proceso de producción de vidrio templado.

El tercer capítulo contendrá la presentación de resultados, derivados del desarrollo de cada fase, en donde se presentarán los puntos de mejoras identificados en el proceso de producción.

En el cuarto capítulo, se realizará una propuesta basada en los principios de la manufactura esbelta, proponiendo un conjunto de herramientas que conllevaran a la solución del problema.

1. ANTECEDENTES

Únicamente aquellas empresas que deseen mantenerse dentro del mercado donde se desarrollan, tendrán que tener capacidad de respuesta, frente a la competencia tanto nacional como internacional. Pues este último cumple en cuanto a desarrollo de nuevos productos o servicios e innovación y entrega, los servicios y productos en tiempo relativamente cortos. Bajo estas condiciones las empresas están obligadas a implementar nuevas metodologías que optimicen de mejor manera sus recursos y contribuyan con el cumplimiento de las necesidades del cliente, con la finalidad de adquirir ventajas competitivas que son la base del desempeño de una organización.

Una metodología que ha dado resultados positivos al implementarse en el sistema productivo de una empresa es la manufactura esbelta, dado a que después de aplicar sus principios y herramientas se perciben mejoras tales como productos y procesos de calidad, tiempos de entrega cortos y ahorros en los recursos utilizados.

Estos resultados lo demuestra (Flores, 2016), en su artículo publicado en El Periódico, el economista, donde manifiesta que una organización productora de arena sílica, tenía bajos resultados, pero tras establecer un programa de manufactura esbelta para eliminar actividades que no agregan valor a sus procesos y productos, lograron reducir su *lead time* en 59 %, mejoró su capacidad instalada en un 19 % y se logró economizar un 7 % de energía.

También (Espinozo, Naranjo, Coronado, Acosta y Ramírez, 2011) concluyen que, al aplicar la manufactura esbelta en una línea de productos de

una empresa galletera, se redujo el promedio semanal de desperdicio de 63 mil a 42 mil pesos, lo que representa el 33 % de mejora. Asimismo, se mejoró el indicador de orden y limpieza de la línea de 3.84 % a 4.03 %. El problema que presentaba la línea de producción era pérdida monetaria dada la cantidad de desperdicio que generaba, debido a tal situación aplicaron herramienta como las 5'S, la cual ayudó a simplificar el ambiente de trabajo, reducción desperdicios y actividades que no agregan valor a la empresa, así como el sistema Kaizen, que implica el mejoramiento continuo.

Para realizar la selección de las herramientas correctas que propone la manufactura esbelta, es necesario realizar un análisis del problema que está afectando a la empresa en alcanzar sus objetivos, que según Villanueva (2007) en su tesis magistral concluye que "Para lograr una implementación exitosa de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas es indispensable crear un equipo de trabajo interdisciplinario que incluya a los operarios, a los supervisores y a los empleados administrativos del proceso" (pág. 100).

Los trabajadores de una empresa el elemento lograr el cambio de cultura hacia la manufactura esbelta, por medio de la aplicación nuevas prácticas de las cuales deben ser partícipes para lograr los objetivos trazados.

(Ocampo, 2014), en su investigación compara casos de éxito al aplicar la metodología esbelta y muestra como una fábrica de madera, en dos años de implementación logra reducir su *lead time* de 30 a 10 días, reducción de stocks de 8,000 a 1,000 unidades; incremento de capacidad en los cuellos de botella del 20 % y un aumento en el rendimiento de la maquinaria de un 27 %.

Asimismo, muestra los resultados de una fábrica de tarjetas magnéticas, que en tan solo cuatro meses de haber adoptado la manufactura esbelta logra

plazo de entrega a cliente de 3.5 a 2.5 días; logra reducir en un 50 % el volumen de producción, debido al aumento de capacidad de los procesos. Y por último, logra mejorar la productividad del 90 % en la mayoría de operaciones con carga manual (Ocampo, 2014).

Pero no solo en el sector de producción de productos la manufactura esbelta ha dado resultados positivos al aplicarla como metodología de trabajo, sino también en el sector de servicios, ya que en ambos sistemas de producción se ha percibido un aumento en sus ventajas competitivas.

Así lo expone (Martinez, Nuño y Cabazos, 2015) en el sector salud, quienes por medio del mapeo de la cadena de valor y el diagrama de Spaghetti, herramientas que propone la manufactura esbelta, logran identificar la problemática que provoca la mala atención que los pacientes reciben, provocando molestias y constantes quejas del servicio que reciben, debido a que el tiempo de espera es demasiado alto.

Aplicando las herramientas de la manufactura esbelta en su proceso de atención al paciente lograron ir eliminando e identificando movimientos y recorridos que entorpecen las actividades que conlleva atender al paciente, teniendo como resultado una disminución en la espera del paciente en un 54 %.

Schroeder, Meyer y Rungtusanatham (2005) Informan que, aunque en años anteriores se trataba el concepto de la manufactura esbelta como aplicable solamente a un proceso de producción en línea, esto ha dejado de ser verdad, ya que ha demostrado ser igual de valioso en manufacturas de producción intermitente, también en el sector de servicios, así como en todos los eslabones que conforman la cadena de suministro. (pág. 98).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema que la industria de vidrio templado en estudio enfrenta, es que en el proceso de producción existen distintas actividades que no suman valor al producto final y como consecuencia no logra cumplir con la entrega de pedidos a sus clientes.

2.1. Descripción del problema

La empresa en donde se desarrollará el trabajo de investigación, es una organización dedicada a la industria del vidrio templado, adecuada a las diferentes exigencias y necesidades de la construcción. El sistema de producción es intermitente, debido a la gran diversidad de tamaños, volumen y productos en sus pedidos, siendo el factor común de los productos, el vidrio templado que, dependiendo de las necesidades del cliente varían en dimensiones, color, espesor, acabados y la cantidad de agujeros o saques que requiere para su posterior instalación. Entre los productos más comunes que se fabrican están; las bañeras, barandas, techos, pisos, mesas, puertas, fachadas de grandes edificios y centros comerciales.

El proceso de producción consiste en seis estaciones de trabajo que siguen la siguiente secuencia: corte, pulido, agujeros/saques, lavado, templado y revisión/empaque, utilizando como materia prima principal láminas de vidrio crudo, que al pasar en cada estación de trabajo se va transformando y agregando valor, hasta tener como resultado una pieza de vidrio templado con características solicitadas por el cliente.

Dentro del proceso de producción se observan deficiencias que se resumen en los siguientes 3 factores; movimiento ineficiente de materiales, falta de una planificación de la producción acorde a la capacidad instalada de la planta y el exceso de burocracia en el flujo de información. Esto afecta notablemente el flujo continuo de los pedidos en proceso, lo que perjudica directamente el plan de producción, el cual no se cumple, afectando la entrega de pedidos en la fecha prometida al cliente.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Pregunta central

- ¿Cuál es la metodología adecuada para la planificación de la producción, que aproveche al máximo el proceso productivo de vidrio templado y reduzca el tiempo en la elaboración de un pedido para entregar a tiempo a los clientes?

2.2.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cómo se encuentra la empresa respecto a los desperdicios dentro del proceso de producción?
- ¿Cuáles son las actividades de cada estación de trabajo que no permiten el flujo constante de los pedidos del cliente en el proceso de fabricación de vidrio templado?
- ¿Cómo se puede agilizar el movimiento de materiales e información y así completar los pedidos establecidos en el plan de producción?

2.3. Delimitación del problema

El trabajo de investigación se limitará al estudio del sistema de producción de vidrio templado, caracterizado por sus entradas, principalmente materiales como el vidrio crudo. Y sus salidas, piezas de vidrio templado. El estudio abarcará todas las actividades y recursos necesarios para la transformación de los materiales en un producto terminado, realizando la investigación en un período no mayor a 1 año a partir del mes de enero a diciembre de 2017.

2.4. Viabilidad

La investigación puede argumentarse viable, debido a que se cuenta con la información necesaria y el acceso al lugar del problema, así mismo el investigador tiene la capacidad y cuenta con las herramientas necesarias para diseñar una metodología que dé solución al problema planteado. El investigador costeará tanto los recursos financieros, humanos y materiales necesarios para llevar a cabo la investigación.

2.5. Consecuencias

De no realizarlo: Las actividades que no suman valor al producto final y los desperdicios no se lograrán identificar, siguiendo con la incertidumbre de las deficiencias dentro del sistema de producción de vidrio templado, siendo el principal perjudicado la empresa, porque los ingresos disminuirán debido a la pérdida de clientes que no fueron satisfechos con la entrega de sus productos tanto en el tiempo pactado como con la calidad esperada de los mismos.

De realizarlo: Se presentará una propuesta para la metodología del proceso productivo de vidrio templado, basada en los principios de la

manufactura esbelta, basándose básicamente en la identificación de desperdicios y el aprovechamiento máximo de la capacidad instalada de la planta, mediante procesos más flexibles, simples y confiables que mantengan en flujo continuo de materiales e información, orientados al cumplimiento de las fechas de entrega según el plan de producción, en procura de la satisfacción del cliente.

3. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación con la que se relaciona el presente estudio es producción de la maestría en Gestión Industrial. Se planteará una metodología basada en la productividad, para el sistema productivo de vidrio templado, sustentando los conocimientos con aportes de asignaturas de la Maestría en gestión industrial, entre estas: metodología de la producción, sistemas de producción, ingeniería de la productividad, principios y fundamentos de calidad y Tecnologías de la Calidad. Tales son la base y principios del desarrollo de la investigación.

La necesidad a cubrir con en el estudio de investigación es la falta de una metodología en el proceso de producción de vidrio templado, que considere al cliente como parte del sistema, al cumplir con sus requerimientos a través de la entrega de productos en el tiempo estipulado y con la calidad deseada. Esta necesidad genera la búsqueda de opciones de gestión distintas a que se utiliza en la empresa, para encontrar la solución idónea al problema planteado.

La importancia de realizar el trabajo de investigación es reducir el *lead time* del sistema productivo de vidrio templado, a través del enfoque basada en la metodología de la manufactura esbelta, identificando los desperdicios en los procesos para determinar las actividades que no agreguen valor al producto, con la finalidad de mejorarlas o eliminarlas, las cuales serán el fundamento para realizar una propuesta de las herramientas necesarias para mejorar el flujo continuo de materiales e información del sistema productivo.

La motivación del investigador para la realizar el estudio es aplicar los conocimientos adquiridos, tanto en el ámbito profesional como laboral, para demostrar que, en el proceso de producción de vidrio templado de la industria en estudio, existen muchas actividades que no agregan valor al proceso y que al aplicarse la manufactura esbelta será posible realizar cambios que van a garantizar el fortalecimiento y crecimiento de la organización.

Entre los beneficios que obtiene una empresa que aplica la metodología lean en sus procesos productivos, se pueden mencionar los siguientes:

- Tiempos de entrega relativamente cortos.
- Eliminación de desperdicios.
- Productos y procesos de calidad.
- Mejora en el movimiento de materiales.
- Reduce el inventario.
- Procesos más flexibles.
- Mejora en la capacidad de respuesta del sistema productivo.
- Optimización de recursos.
- Aumenta la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria.

Los principales beneficiarios son los clientes y la empresa. La empresa, porque aumenta su rentabilidad y la velocidad de respuesta a los cambios en las necesidades y gustos en los requerimientos de los clientes, que es el factor clave de una organización para mantenerse en el mercado y aumentar sus ventajas competitivas. Y sus clientes se benefician, porque reciben sus productos en tiempos relativamente cortos comparados con la competencia, reciben productos de calidad que cumplen con los requerimientos deseados e incrementa la confiabilidad del mismo hacia la empresa.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Proponer la metodología del proceso de producción de vidrio templado, basado en el enfoque de la manufactura esbelta, para mejorar el cumplimiento de entrega de pedidos a clientes.

4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el proceso productivo de vidrio templado, estableciendo la capacidad instalada y real de la planta de producción, a través de técnicas de recopilación y análisis de la información y observación directa.
- Analizar las actividades primarias y actividades que no agreguen valor al proceso, mediante el mapeo de la cadena de valor, determinando el *lead time* del proceso.
- Plantear herramientas que disminuyan los desperdicios y agilicen el flujo de información y materiales entre cada etapa del sistema de productivo, por medio de las 5s, TPM, Kaizen, Kanban y la calidad total.

5. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad a cubrir con en el estudio de investigación es la falta de una metodología en el proceso de producción de vidrio templado, que considere al cliente como parte del sistema, al cumplir con sus requerimientos, a través de la entrega de productos en el tiempo estipulado y con la calidad deseada. Esta necesidad genera la búsqueda de opciones de gestión distintas a que se utiliza en la empresa, para encontrar la solución idónea al problema planteado.

Por lo que el trabajo de investigación pretende establecer un análisis de las condiciones en que se encuentra la organización para identificar las deficiencias existentes en el proceso de producción, tanto de forma cuantitativa como cualitativa, determinando los puntos de mejora, siendo estos puntos la base para proponer una metodología basada en la manufactura esbelta con la finalidad de cubrir la necesidad latente en la organización.

A continuación, se describe la forma o el esquema de solución del trabajo de investigación y consiste en lo siguiente:

- La revisión documental:
 - Marco conceptual.
- Diagnóstico del proceso:
 - Recolección de la información.
 - Identificación de desperdicios.
 - Determinación de capacidades del proceso productivo.
- Análisis del proceso:
 - Mapeo de la cadena de valor.

- Determinación del *lead time*.
- Determinación de las actividades a mejorar.
- Propuesta:
 - Basada en la metodología lean, se propondrá las herramientas: 5s, Kanban, Kaizen, Mantenimiento productivo total y la calidad total, su alcance estará determinado por el grado de desperdicios identificados.

Para dar solución a la necesidad principal surgida en el proceso productivo, la maestría en Gestión Industrial ofrece al investigador las herramientas académicas y técnicas indispensables para afrontar la problemática y realizar una propuesta viable y actualizada.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. El vidrio templado en la industria de la construcción

En la construcción de edificaciones existe gran variedad de materiales para utilizar y cumplir con los diseños arquitectónicos demandados por la industria, entre estos materiales se tiene el vidrio templado, el cual es un material muy influyente con grandes perspectivas para el presente y no muy lejano futuro, por sus características que adquiere después del tratamiento térmico al que es sometido, lo hace ideal para áreas de alto impacto, contacto humano y estructurales, como lo vienen siendo: ventanales, fachadas de edificios, puertas, pisos, muebles, mesas, vitrinas, techos y divisiones de interiores.

Los avances tecnológicos en los procesos de fabricación del vidrio, han permitido ofrecer soluciones estéticas en las nuevas construcciones permitiendo ambientes con aislación térmica, aislamiento acústico, seguridad, iluminación natural, capacidad estructural y representa la imagen de brillantez y transparencia.

Es recomendable usar vidrios templados en la mayoría de edificaciones vidriadas, principalmente en aquellas áreas con placas de vidrio grande e indispensable en las zonas que estén expuestas al tránsito de personas, que demuestren peligro de quiebre o impacto, así mismo aquellos vidrios que estén sometidos a cambios bruscos de temperatura.

La producción del vidrio templado se lleva a cabo, a partir de vidrio crudo, el cual se calienta progresivamente hasta una temperatura de degeneración para luego refrigerar con aire muy rápidamente, variando su resistencia estructural, su resistencia al impacto y en especial al punto más importante que es la transformación en vidrio de seguridad, debido a las nuevas propiedades alcanzadas por el tratamiento térmico.

6.1.1. Vidrio templado

(Multividrios, 2017), define el vidrio templado como: “El proceso a través de tratamientos térmicos para aumentar su resistencia mecánica y propiedades térmicas y es considerado un vidrio de seguridad, ya que se caracteriza por presentar un patrón de rotura en pequeños fragmentos, lo cual disminuye las probabilidades de causar lesiones graves”.

“Se denomina vidrio templado a aquella pieza de vidrio que ha sufrido un tratamiento posterior de templado” (Sandin, 2015, pág. 30).

Según (Diccionario de Arquitectura y Construcción, 2017), el vidrio templado es “Un vidrio que posee una resistencia de cuatro o cinco veces superior a la del vidrio ordinario, al ser recocido a una temperatura cercana a la de su fusión y enfriada bruscamente que provoca la aparición de tensiones de compresión en su superficie y cantos”.

Por lo tanto, el vidrio templado es un material que adquiere propiedades de seguridad, térmicas, acústicas y mecánicas, a través del proceso de calentamiento progresivo y enfriamiento brusco. El vidrio templado no se puede transformar, es decir, cortar, pulir, agujerear ni biselar. Igualmente, una vez templado, no puede ser modificado (grabado al ácido o pulido al chorro de

arena) ya que podría debilitarlo y causar daños tempranos. Previo al templado debe de realizarse cualquier tipo de proceso. Todo vidrio templado debe llevar un sello de garantía del fabricante que indique que fue tratado térmicamente.

6.1.2. Propiedades del vidrio templado

Las propiedades más predominantes son:

- Propiedad de seguridad

Posterior al proceso térmico al que es sometido, el vidrio adquiere una alta resistencia a los impactos, de cuatro a cinco veces mayor que un vidrio crudo o flotado y al romperse lo hace en pequeños fragmentos no cortantes.

- Propiedad térmica

Aumenta su resistencia a los cambios drásticos de temperatura (colapso térmico), soportando un diferencial de temperaturas en ambos lados del vidrio.

- Propiedad mecánicas

Tiene mayor resistencia mecánica, resiste más a la flexión, aumenta la resistencia al impacto y resiste más a la compresión, por lo cual es ideal para usos estructurales.

6.1.3. Vidrio de seguridad

Se considera el vidrio templado como un vidrio de seguridad y es recomendado en diversas áreas expuestas con el contacto humano, debido a

que, “Consigue mayor resistencia mecánica y asegura, en caso de rotura, que su fractura será en fragmentos pequeños que no pueden resultar daños de importancia al ser humano, salvo ligeros cortes y arañazos, a diferencia de un vidrio *float* (sin tratar térmicamente) que puede resultar mortal (si se produce un corte peligroso)” (Sandin, 2015, pág. 30).

Figura 1. Fragmentación de un vidrio templado



Fuente: Área de templado, Multividrios, S.A.

La fractura del vidrio templado ocurre al ser golpeado fuertemente ya sea por accidente o intencionalmente, siendo más propenso a romperse cuando el impacto es en uno de sus bordes o esquinas, debido a que son puntos donde se concentran las tensiones provocadas por el proceso de templado. Al romperse ocasiona una liberación de energía que distribuye el quiebre apresuradamente por toda la pieza. Por lo tanto, el vidrio se divide en pedazos de tamaño aproximadamente igual a su espesor, de bordes redondos, que no provocan heridas cortantes o lacerantes de gravedad. La calidad del templado de los vidrios puede determinarse con el patrón de quiebre, tomándose una

muestra de un determinado lote de producción. Entre más pequeños sean los fragmentos, la calidad será mayor.

El nivel de seguridad que ofrece un vidrio templado contra un vidrio crudo es notorio, un claro ejemplo es la prueba realizada sobre una placa de vidrio templado de espesor de 8 mm, apoyada por dos vigas separadas a una distancia de dos metros, la cual es capaz de resistir el golpe de una esfera de acero de 0.5 kilogramos de peso, al dejarla caer desde el reposo a una altura de 2 metros. En las mismas condiciones una placa de vidrio crudo se rompe si la esfera se deja caer desde una altura de 0.30 metros.

Esta situación lo explica (Peralta, 2015) en su blog Starglass afirmando que “La resistencia a la flexión del vidrio recocido al templarlo aumenta desde 400 kp/cm² hasta 1.200–2.000 kp/cm², lo que equivale de 4 a 5 veces la resistencia de un vidrio normal. La resistencia al choque térmico pasa de 60 °C a 240 °C”.

Entre las funciones del vidrio templado por su seguridad destacan, “La protección de las personas contra las heridas generadas por esquirlas de cristal, protección contra el robo con fractura y el vandalismo, protección contra las armas de fuego y las explosiones (en composición con vidrio laminado) y resistencia al choque térmico” (RGC, 2017).

6.1.4. Procesos de fabricación

La fabricación del vidrio templado es a partir del vidrio crudo, según las necesidades y requerimientos del cliente se realizan procesos previos al tratamiento térmico, ya que una placa de vidrio tratado térmicamente ya no se puede modificar.

6.1.4.1. Pre procesos

El vidrio crudo es un producto básico que no ha pasado por ningún proceso térmico o posterior, tratamiento adicional o de transformación. Antes de ser sometido a un posterior proceso, el vidrio deberá ser modificado en sus dimensiones, formas y acabados, es decir, corte, agujeros y muescas, pulido y biselado.

- **Corte**

Las láminas de vidrio crudo son producidas en medidas estándares, las cuales tienen que ser cortadas en las dimensiones y formas requeridas por el cliente. Los cortes se realizan comúnmente de dos formas; manual y automático. Los cortes son realizados a través de una rueda de diamante, acero o carburo de tungsteno que hace una marca llamada línea de fractura, que al golpearlo de forma adecuada abre los cortes según la marca dejada por la rueda.

- **Acabados**

Acabados o pulido, proceso mediante el cual se le quita el filo al borde de las piezas anteriormente cortadas. De no hacerse este proceso su manipulación se dificulta y la probabilidad de accidentes aumenta, así como los problemas que conlleva meter una pieza de esta manera al horno templador, ya que ocasionaría problemas de calidad en el producto final. Existen acabados decorativos, utilizados comúnmente en mesas, estos son el pulido plano, pulido redondo, pulido triple cascada, pulido pecho de paloma, pulido a 45 grados, entre otros.

- Agujeros y muescas

De acuerdo a la utilidad y diseño de la pieza de vidrio, esta debe llevar cierta cantidad de agujero, saques o boquetes, necesarios para sujetarse a alguna estructura rígida, por medio de un herraje.

- Biselado

En un detalle que se le da al perímetro del vidrio, específicamente un proceso de decoración que realiza un corte oblicuo abrigantado en los extremos de la placa de vidrio, utilizado comúnmente en espejos, mesas o marcos de algún cuadro.

6.1.4.2. Tratamiento térmico

El tratamiento térmico o también llamado proceso térmico del vidrio, consiste básicamente en calentar despacio a temperaturas próximas a 700 grados centígrados en un horno (los más habituales son hornos con tracción de rodillos cerámicos) y enfriar bruscamente, generalmente mediante una corriente de aire a presión (Sandin, 2015).

Desde el punto de vista estructural del vidrio, se hace hincapié en el temple térmico como:

“En este proceso las superficies del vidrio caliente se enfrían con rapidez por medio de una corriente de aire, se contraen y al principio se desarrollan esfuerzos de tensión en ellas. Conforme el volumen de vidrio empieza a enfriarse, se contrae. Después las superficies del vidrio, ya solidificadas, son forzadas a contraerse y en consecuencia desarrollan esfuerzos residuales de compresión, en tanto que el interior desarrolla esfuerzos de tensión” (Kalpakjian y Schmid, 2008, pág. 513).

Los efectos de los esfuerzos superficiales de compresión, tanto en el vidrio como en metales y otros materiales, hacen que su resistencia aumente, propiedad física necesaria para su aplicación estructural.

El Diccionario de Arquitectura y Construcción (2017), define el tratamiento térmico del vidrio como el proceso que implica el calentamiento y posterior enfriamiento de una placa de vidrio, confiriéndole unas propiedades determinadas.

Figura 2. Horno templador de vidrio



Fuente: Área de templado, Multividrios, S.A.

Para el temple térmico es necesario la utilización de hornos que pueden ser horizontales o verticales, pero básicamente su función es calentar el vidrio hasta su límite de plasticidad, lo cual se logra utilizando una cámara cerrada, en donde se encuentran alojadas resistencias eléctricas que elevan la temperatura dentro de la cámara, transmitiendo el calor hacia las piezas de vidrio que se encuentran sobre rodos de cerámica, los cuales determinan el área útil para

templar. Al llegar el vidrio a su límite de plasticidad es expulsado hacia otra cámara, la cual es la de enfriamiento, y consiste en un conjunto de rodos que soportan el vidrio mientras una turbina dispara aire a presión uniformemente sobre el vidrio creando una diferencia de tensiones entre la superficie y el núcleo.

6.1.5. Normas de fabricación

La producción de vidrio templado está regida bajo las normas internacionales ASTM y ANSI, las cuales se condicionan las normas de fabricación y pruebas que garantizan la calidad del templado.

- ASTM C1048-04, cubre los requisitos tanto de los métodos de inspección como tolerancias del vidrio templado plano.
- ANSI Z-97.1.2004, indica los requerimientos y métodos de prueba necesarios para garantizar la seguridad del vidrio templado en diseños arquitectónicos.
- ASTM C1036-06, indica los requerimientos generales de calidad del vidrio plano, los defectos permitidos y los máximos y mínimos en sus dimensiones.

6.2. El cliente

“Los productos van y vienen. El reto de las empresas se centra en que sus clientes duren más que sus productos. Tienen que considerar más los conceptos ciclo de vida del mercado y ciclo de vida del cliente en lugar del concepto ciclo de vida del producto” (Kotler, 2003, pág. 46).

Las empresas deben considerar a sus clientes como un activo que debe ser gestionado como cualquier otro activo de la empresa. Si no prestan atención a sus clientes, alguna otra empresa lo hará.

El cliente "Término que define a la persona u organización que realiza una compra. Puede estar comprando en su nombre, y disfrutar personalmente del bien adquirido, o comprar para otro, como el caso de los artículos infantiles. Resulta la parte de la población más importante de la compañía" (Barquero y Rodriguez, 2007, pág. 1).

"Vivimos en una economía en la que se considera que el cliente es el rey" (Kotler, 2003, pág. 1).

6.2.1. Valor del cliente

"Es la evaluación que hace el consumidor de la capacidad general del producto para satisfacer sus necesidades. Esto es, la diferencia entre el valor total del cliente y el costo total para el cliente de una oferta de servicio, es decir la "utilidad" para el cliente" (Kotler, 2003, pág. 8).

También se puede decir que es la diferencia entre los valores que obtiene el comprador por el servicio y el empleo del mismo, así como los costos de obtener el producto o servicio. Es decir que, "Valor es igual a beneficios menos costos, dado que los clientes reciben valor cuando los beneficios de un producto o servicio exceden el costo de adquirirlos o usarlos" (Jacques, 2000, pág. 19).

La estrategia de servicio permite identificar lo que representa valor para el cliente. Su valor está en orientar y dar energía; por tanto, las palabras serán

eficaces únicamente si reflejan las creencias fundamentales de la empresa, si mueven el espíritu humano a la realización y si son interiorizadas. Por ejemplo: Resolver el problema del cliente como sea, cuando el cliente lo necesite y con la certeza de que el cliente quedará satisfecho, prestar un servicio adaptado a las necesidades del cliente, esto significa dar valor al servicio.

“Valor auténtico, es dar a los clientes más por los costos en que incurren, esto hace del servicio algo diferente, valioso, hasta esencial, para los clientes. Bien sea el precio alto o bajo, los clientes perciben que están recibiendo valor por lo que pagan” (Evans y Lindsay, 2000, pág. 58).

6.2.2. Satisfacción del cliente

“Es el grado hasta el cual el desempeño percibido de un servicio es igual a las expectativas del cliente” (Kotler, 2003, pág. 8).

Las expectativas del cliente se basan en parte en las experiencias personales, en las opiniones de amigos y en la información, así como en las promesas de la empresa y sus competidores. Las empresas deben estar preparadas para atender a los clientes, según la situación, con la agilidad y con la precisión que la tecnología permite en ciertos casos, con el calor personalizado y la experiencia en otras circunstancias, y la mezcla equilibrada de tecnología y servicio personal en otras ocasiones.

“La satisfacción que experimenta un cliente en relación a un producto o servicio que ha adquirido, consumido, porque precisamente el mismo ha cubierto en pleno las expectativas depositadas en el al momento de adquirirlo” (Kotler, 2003, pág. 63).

La satisfacción que un cliente siente al respecto de un producto o servicio que consume, porque cumple con sus demandas y expectativas, es decir, se trata de la conformidad del cliente con el producto o servicio que compró, ya que el mismo cumplió satisfactoriamente con la promesa de venta oportuna.

Cabe destacar, que la satisfacción del cliente es el resultado directo entre la comparación del rendimiento percibido en el producto o servicio con las expectativas que presentaba. El objetivo a cumplir es lograr la satisfacción.

6.2.3. Medición de la satisfacción del cliente

Al igual que los niveles de calidad, costos y productividad, los niveles en la satisfacción del cliente son el resultado de una serie de factores que interactúan entre sí y dan origen a mayores o menores niveles, más o menos aceptables. Es pues responsabilidad de la administración identificar esos factores y medir el resultado final (Jacques, 2000).

La pregunta es cómo medir y analizar la satisfacción, para luego tomar decisiones pertinentes. En primer lugar, se debe investigar cuáles son los factores que inciden en la satisfacción del cliente. Ello se realiza preguntándole a los mismos usuarios o clientes que esperan, cuáles son sus deseos, y de qué depende su satisfacción. A partir de ello, el paso siguiente es organizar los medios y formas de recabar la calidad de satisfacción suministrada. Para ello se pueden utilizar las siguientes herramientas de medida:

- El análisis de intercambios (o de agrupamientos): permite al cliente identificar qué combinación de características prefieren en un producto o en un servicio y, en consecuencia, establecer prioridades (por ejemplo, preferir la rapidez de entrega frente a otras opciones adicionales).

- Entrevistas cualitativas: se utilizan frecuentemente para preparar estudios en profundidad sobre la satisfacción de los clientes, esto es, unos cuestionarios en los cuales uno se asegura de que todas las dimensiones del servicio están incluidas y expresadas en el lenguaje del cliente. (Estos cuestionarios también sirven como base para el análisis de intercambios cuantitativos).
- Indicadores: tales como retrasos en la entrega o porcentajes de errores o de averías, pueden indicar a la empresa qué es lo que no funciona bien, sin necesidad de preguntar a los clientes.
- Controles: como el del “comprador misterioso”, en los cuales un investigador actúa como cliente para comprobar la respuesta del personal y de los sistemas de una organización, miden lo que la empresa está haciendo en comparación con sus estándares actuales.
- Las cartas de reclamos: a través de las cartas de reclamos o agradecimiento también se puede medir la satisfacción del cliente, conociendo sus limitaciones. Si bien es cierto que las cartas añaden algunos detalles que ninguna encuesta podría aportar, lo cierto es que no permiten deducir conclusiones estadísticamente válidas. Pocas son las personas que se toman el trabajo de escribir. Las personas descontentas tienden más a escribir que las satisfechas. Como promedio, se recibe una carta de felicitación por cada 10 de reclamo.
- Por último, los estudios de satisfacción de los clientes, tanto si son cara a cara, por correo o por teléfono, permiten una valoración de cómo los clientes perciben a la empresa en relación con los productos o servicios

que ofrece en la actualidad. El objetivo es recoger de la mejor forma posible los sentimientos del cliente.

Debe tenerse perfectamente en cuenta que el 80% de los problemas del cliente son causados por los malos sistemas, no por el personal deficiente. El personal sólo puede ser eficiente si el sistema se lo permite, de modo que debe plantearse cuanta complejidad puede eliminar de éste.

6.2.4. El cliente y su importancia

Un cliente es una persona que es llevada por un interés, busca un producto o servicio, seleccionando una u otra empresa que sea capaz de proporcionárselo.

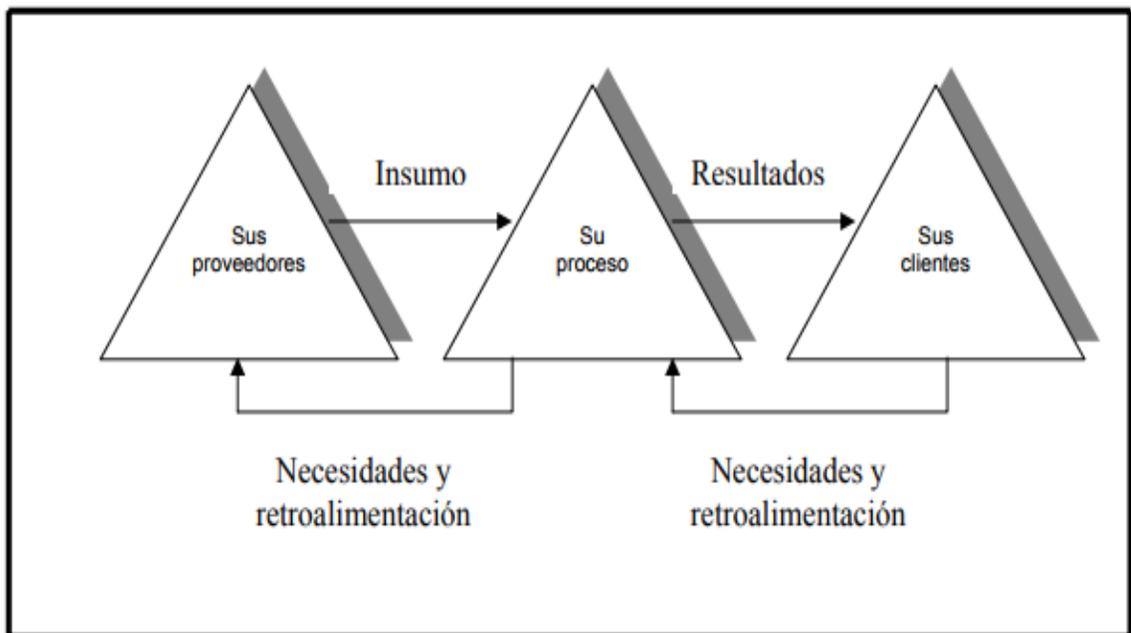
Anteriormente una empresa se sentía satisfecha con cerrar una venta, ahora se preocupa más por conocer al cliente, saber sus necesidades, dar valor agregado al producto o servicio que vende. Esto conlleva a hacer investigaciones de mercado, para identificar y entender las necesidades, deseos y expectativas de los clientes. Todos los clientes son diferentes y la empresa debe saber lo que quieren y porqué, el objetivo es estar presente, ya que es aquí donde el cliente decide qué empresa le presenta los mejores productos y las mejores opciones de servicio. Es muy importante darle seguimiento a las necesidades del cliente, las cuales constantemente están cambiando (Evans y Lindsay, 2000).

El cliente es quién da vida a la empresa, es por él que la empresa trabaja, y busca la forma de brindarle un servicio de excelencia satisfaciendo sus necesidades, deseos y expectativas. El desarrollo y superación de una empresa depende de la fidelidad y confianza de los clientes.

6.2.5. Tipos de clientes

Dentro de las organizaciones se puede encontrar dos tipos de clientes, los cuales son los principales actores para poder prestar o realizar las acciones necesarias para ofrecer el producto o servicio final; estos clientes son los externos y los internos. Los clientes externos son aquellos que comúnmente conocemos como clientes, los cuales pueden ser personas u organizaciones que compran bienes o servicios a una compañía o comercio.

Figura 3. Modelo cliente-proveedor



Fuente: (Evans y Lindsay, 2000, pág. 180).

Los clientes internos son personas que trabajan dentro de la empresa, los cuales dependen de otros empleados que les presten bienes o servicios de la misma para poder realizar su trabajo.

A lo referente a los clientes, tanto interno como externo, se desprende un modelo el cual tiene el nombre de cliente-proveedor, donde es más fácil entender estas interacciones entre las dos partes.

En este modelo se puede observar que existen proveedores, un proceso y los clientes, en el mismo se muestra que tanto el proceso como lo clientes tienen necesidades y para el mejor funcionamiento de este procedimiento debe existir una retroalimentación la cual ayuda a la mejora continua.

6.2.6. El conocimiento del cliente como ventaja competitiva

Por ello, las empresas competitivas reúnen la máxima información posible sobre sus clientes para mejorar los servicios que presta a estos y diferenciarse de la competencia. Recientes estudios confirman que las empresas se centran en fidelizar al cliente, descuidando la gestión y experiencias que el cliente tiene ante el proceso de compra. Por ello, es imprescindible identificar en la cadena de compra los momentos de la verdad, es decir, qué situaciones le son favorables al cliente para decidir la adquisición del producto (Muñoz, 2017).

“La recopilación de la información sobre los clientes se puede clasificar en tres categorías: básica, conductual y de valor añadido” (Kotler, 2003, pág. 256).

La información básica es la que se solicita al cliente al realizarle una venta. Mediante la utilización de una tarjeta de fidelización las empresas pueden realizar un seguimiento de las compras recientes y la frecuencia con que lo hace.

Esto permite diferenciar a la base de clientes, según los beneficios que generan o las visitas que realizan, y por lo tanto hacer las estrategias de *marketing* que se consideren oportunas.

Hay una segunda categoría de clientes llamada conductual o forma de comportarse del cliente, y se pueden recopilar datos abiertamente a través de cuestionarios o segmentación de la información de que se dispone.

La tercera categoría, que es la información de valor añadido, es la que se intercambia, es decir, las empresas aprenden sobre sus clientes a medida que la relación entre ambos se vuelve más estrecha. Una efectiva solicitud de información sobre el cliente agiliza el proceso de adquisición, esto es, tiene que haber un diálogo frecuente y respetuoso con ellos principalmente, a través de internet.

Los clientes volcarán bastante información siempre y cuando ellos consideren que la información que aportan enriquece y valora el producto o para lo que se ha hecho, "El cliente quiere ver resultados y eso es realmente importante". (Jacques, 2000, pág. 48).

6.2.7. Segmentación de clientes

La segmentación de mercados es un proceso consistente en dividir un mercado en grupos uniformes más pequeños que tengan en común una serie de características o variedades que de alguna forma puedan influir en su comportamiento de compra. De ahí que podamos dividirlo en base a variables geográficas, demográficas, de conducta, entre otros. (Muñoz, 2017).

6.2.7.1. Clasificación ABC

Una segmentación ABC es una forma estratégica de conocer a los clientes para así profundizar y obtener el máximo aprovechamiento de los mismos. Se fundamenta en la ley de Pareto, que considera que el 20% de los clientes, representan el 80% de las ventas. Su clasificación es la siguiente:

- Clientes A: son los mejores clientes que acumulando sus ventas llegan hasta el 20 % de la venta total de la compañía. Generalmente son un número reducido.
- Clientes B: son aquellos clientes que acumulan sus ventas entre el 20 % y el 50 %. Con este segmento hay que intentar mantenerlos y hacer lo posible para pasarlos a A.
- Clientes C. Son el resto de clientes y generalmente son muy numerosos y su grado de confianza es menor.

6.3. Sistemas de producción

Un sistema es la interacción de procesos para lograr un objetivo, cada proceso es un subsistema o bien un sistema más pequeño. Por lo tanto, un sistema de productivo, es el proceso de transformación, por medio del cual los insumos (entradas), se transforman en servicios o bienes (salidas), que van a satisfacer los requerimientos del cliente.

La función de la producción de una empresa es convertir los factores que toma de su entorno, en productos que generan valor agregado, siendo la tarea principal de gestor de operaciones, hacer que los elementos que interactúen dentro de este sistema y en su entorno, sean eficientes.

Figura 4. Esquema del sistema de producción



Fuente: elaboración propia.

6.3.1. Tipos de sistemas de producción

Velásquez (2002), en su libro administración de los sistemas de producción indica que existen cuatro sistemas de producción principales, que se adaptan al tipo de producto que se desea producir, al aprovechar de mejor manera los recursos y responder más rápidamente a los cambios del mercado. (pág. 56).

Los cuatro tipos de sistemas de producción son los siguientes:

6.3.1.1. Sistemas de producción continua

La infraestructura de la planta se adapta a los procesos y flujos de operación, que siguen una secuencia lógica no interrumpida. Una particularidad

es la producción de un bien en cantidades grandes. Es un sistema ideal para la producción de productos de consumo masivo (Velasquez, 2002).

6.3.1.2. Sistemas de producción intermitente

También llamado sistema de producción por lotes, debido a que se fabrica un lote con una cantidad determinada de productos que se limita a un nivel de producción, para luego seguir con un lote de otro producto distinto, debido a que la demanda de un producto no es lo suficientemente grande para mantener la capacidad instalada de la planta funcionando a un nivel que genere la rentabilidad deseada por la compañía (Render y Heizer, 2007).

6.3.1.3. Sistemas de producción modular

El sistema de producción modular es “El intento de fabricar estructuras permanentes de conjunto, a costo de hacer menos permanentes las subestructuras” (Velasquez, 2002, pág. 65).

6.3.1.4. Sistemas de producción por proyectos

Consiste en una serie de fases, en donde se establece una secuencia de operaciones y actividades individuales que aportan a alcanzar los objetivos del proyecto (Velasquez, 2002). Este sistema se caracteriza porque no existe flujo de productos y el costo del proyecto es alto, así como el tiempo en completarse el mismo es largo.

6.3.2. Elementos de un sistema de producción

(Torres, 2013), determina que, no importando el sistema productivo utilizado en una planta de producción, siempre existirán los mismos elementos que lo conforman. Los elementos son los siguientes:

6.3.2.1. Proyección de venta

Las proyecciones de ventas es cuantificar los flujos de ingresos esperados, los cuales pueden prever la visión futura (Stanton, Buskirk y Spiro, 2002).

Luther (2002, pág. 82) indica que “el pronóstico de ventas se emplea para predecir, describir lo que ocurrirá, por ejemplo: en la demanda de ventas, en los flujos de efectivo en los niveles de empleo”.

(Kotler, 2003), menciona que los objetivos de las proyecciones de ventas comprendidas en un plan de ventas son los siguientes:

- Reducir la inseguridad de ingresos futuros.
- Introducir los juicios y las decisiones de la administración en el proceso de la planificación.
- Proporcionar la información requerida para otros elementos del plan.
- Asegurar el control administrativo de las ventas.

6.3.2.2. Capacidad instalada

Para realizar la producción de un bien o servicio en un sistema productivo se necesitan suministros de recursos humanos, tecnologías, equipos y

maquinaria. Estos factores conforman la infraestructura del área o departamento de producción, la cual determina la capacidad instalada. A mayor infraestructura, mayor cantidad de producción esperada. Por lo tanto, la capacidad instalada permite conocer la disponibilidad de Infraestructura con la que cuenta una organización para producir determinada cantidad de bienes o servicios.

(Torres, 2013), alude que la capacidad instalada es un indicador que muestra la magnitud de las operaciones de la industria y permite conocer el progreso en el aumento o disminución de sus operaciones.

6.3.2.3. Inventario de producto terminado y materia prima

“Los inventarios de una organización están conformados por sus materias primas, sus productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados” (Muller, 2005, pág. 1).

Un inventario es un bien tangible, que existe en una empresa para su consumo o transformación en un bien o un servicio, o bien para la venta, lo cual va a depender del giro de negocio de la organización, pero que es indispensable en las operaciones de la misma.

Para Torres (2013), el inventario de materia prima son los insumos que se utilizan en el proceso de producción y el inventario de producto terminado son los bienes listos para ser comercializados que bajo un proceso de cambio físico, químico o térmico aporta un valor adicional a los insumos. (pág. 121).

(Render y Heizer, 2007), indican que el inventario de materia prima son los materiales que se compran y deben entrar al proceso de manufactura, mientras que el inventario de producto terminado son los bienes listos para la venta, pero que aún forman parte de los activos de la organización.

6.3.3. *Lead time*

“Es el tiempo medio desde que inicia un proceso operativo que abarca el aprovisionamiento, almacenaje, fabricación, distribución, hasta la finalización del mismo” (Anaya, 2015, pág. 27).

El *lead time* pueden tener significados distintos, dependiendo del punto de vista del cual es analizado, pero de una manera muy general, según (Anderson, 2010) es el tiempo desde que comienza un proceso hasta que termina, es decir desde la realización de un pedido hasta la entrega efectiva del mismo, lo que implica una estrecha relación entre los procesos de suministro, logística externa, logística interna, almacenaje, producción y distribución, elementos principales de la cadena de suministro de una organización que al implementar la metodología *Lean Manufacturing*, tendrían como indicador principal el *Lead Time*.

El mantener un *lead time* corto es de vital importancia en el proceso productivo, porque da mayor capacidad de respuesta y mayor flexibilidad, debido a que el cliente podrá tener su pedido mucho más rápido, lo cual le permitirá sacar ventajas competitivas en el mercado. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, pág. 156).

6.3.4. Productividad en los sistemas de producción

(Render y Heizer, 2007), expone lo siguiente: “Para crear bienes y servicios se necesita transformar los recursos en bienes y servicios, cuanto más eficiente hagamos la transformación, más productivos seremos y mayor será el valor agregado a los bienes y servicios entregados”. (pág. 13).

Además, este autor define la productividad como la razón entre las inputs y outputs del proceso en análisis, refiriéndose a los outputs como lo producido y a los inputs como los recursos utilizados para producirlo, siendo el sistema de producción el medio para transformarlos. Las salidas son tan diversas, que dependiendo del sistema productivo pueden ser servicios o productos que incluyen artículos como mesas, puertas, educación, entre otros.

En un sistema de producción los términos eficacia y eficiencia guardan una estrecha relación con la productividad, ya que se refieren al cumplimiento de metas y utilización de recursos respectivamente, por lo tanto, al ser eficientes y eficaces se es productivo, lo que equivale a decir una buena gestión del sistema.

Por tal motivo, el gestor del sistema de producción busca los métodos y herramientas que contribuyan al incremento de la productividad, estableciendo un equilibrio entre la utilización de recursos y el cumplimiento de las metas. Estas decisiones conllevan a los gestores a determinar el método más apropiado para lograr que la productividad aumente.

En la Tabla I, se describe la razón entre los recursos utilizados y los bienes o servicios producidos, transformados, a través del sistema de producción. Las relaciones entre estos dos factores determinan el incremento o

disminución de la productividad, indicador que puede aumentarse por medio de tres métodos que a continuación se describen:

Tabla I. **Métodos para aumentar la productividad**

Como aumentar la productividad		
Método 1	Aumentar la cantidad producida (Salidas)	Se mantiene las entradas
Método 2	Se mantienen las salidas	Disminuir los insumos (Entradas)
Método 3	Aumentar la cantidad producida (Salidas)	Disminuir los insumos (Entradas)

Fuente: elaboración propia.

(Niebel y Freivalds, 2009), determinan que la única manera en que una organización lograra aumentar su utilidad es a través del incremento de la productividad. La mejora de la productividad se refiere al incremento de unidades producidas por hora de trabajo invertida.

Para Fernández (2007) “La productividad es la capacidad de lograr objetivos y de generar respuestas de máxima calidad con el menor esfuerzo humano, físico y financiero, en beneficio de todos, al permitir a las personas desarrollar su potencial y obtener a cambio un mejor nivel en su calidad de vida”. (pág. 21).

6.3.4.1. Medición de la productividad

“La productividad es una medida que suele emplearse para conocer qué tan bien están utilizando sus recursos (o factores de producción) un país, una industria o una unidad de negocios” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, pág. 28).

Debido a que los gestores de operaciones se enfocan en hacer el uso adecuado de los recursos que tienen disponibles en su departamento, la medición de la productividad es esencial para conocer los resultados en el sistema productivo y evaluar el desempeño.

Render y Heizer (2007) hacen hincapié en que la medición de la productividad puede ser bastante directa, tal es el caso si la productividad puede medirse en horas-trabajo por peso de un producto o materia prima (pág. 78).

Figura 5. Tipos de medición de la productividad

Medida parcial	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo}}$ o $\frac{\text{Producto}}{\text{Capital}}$ o $\frac{\text{Producto}}{\text{Materiales}}$ o $\frac{\text{Producto}}{\text{Energía}}$
Medida multifactorial	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$ o $\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$
Medida total	$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}}$ o $\frac{\text{Bienes y servicios producidos}}{\text{Todos los recursos utilizados}}$

Fuente: adaptada de (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009).

En la figura 4 se puede apreciar cómo expresar estas medidas de productividad. La productividad puede medirse tomando en cuenta un solo insumo o factor de entrada, llamada productividad parcial, esto es ideal cuando se desea saber qué tan bien se está utilizando un recurso en específico. De tal manera si se desea expresar la razón de un producto a un grupo de insumos, se utiliza la productividad multifactorial. Sin embargo, si se desea analizar la productividad de la organización más generalizada, la productividad total, es perfecta porque evalúa las entradas en su totalidad, utilizadas para fabricar un producto.

Una herramienta clave para los gestores de operaciones es el uso de las medidas de productividad, ya que facilitan determinar si la empresa está utilizando los recursos adecuadamente y nos arroja indicadores que nos dirá qué tan bien opera la misma (Gutiérrez Pulido, 2010).

6.3.4.2. Eficiencia

“Eficiencia significa hacer algo al costo más bajo posible. Un proceso eficiente es producir un bien o prestar un servicio utilizando la menor cantidad posible de insumos” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, pág. 6).

(Render y Heizer, 2007, pág. 13) Expone que la eficiencia es “hacer bien el trabajo, con un mínimo de recursos y de desperdicio, un trabajo bien hecho”.

Para (Gutiérrez Pulido, 2010, pág. 21) eficiente es “simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos”.

6.3.4.3. Eficacia

(Gutiérrez Pulido, 2010). Define que eficacia “Es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado)”. (pág. 23).

(Chase, Jacobs y Aquilano, 2009) “Eficacia significa hacer lo correcto a efecto de crear el valor máximo posible para la compañía”. (pág. 6).

Para (Render y Heinzer, 2007. Pag. 13), eficacia “Significa hacerlo de la manera correcta, el desarrollo o empleo de la estrategia correcta nos ayuda a ser efectivos”.

6.3.4.4. Valor

Para Chase, Jacobs & Aquilano (2009), el concepto de valor está relacionado a la eficiencia y la eficacia, y, simbólicamente, se puede definir como la calidad dividida entre el precio. Si se ofrece un mejor producto al cliente sin cambiar el precio, habrá un aumento de valor. Pero si se ofrece un producto mejor a un mejor precio el valor aumentara mucho más. (pág. 156).

6.3.5. Manufactura esbelta

En la creación de bienes o servicios de una empresa, es indispensable que la coordinación de las actividades de la producción, métodos y técnicas sean optimizadas, ya que un uso inadecuado de las mismas puede ocasionar costos excesivos, bajos tiempos de respuesta, que no solo afectan la rentabilidad de la organización sino también su competitividad.

Por tal motivo, las empresas que buscan sacar ventajas competitivas en la industria donde se desarrolla por medio de la racionalización de la producción, están en una óptima posición para implementar la metodología Lean, adoptando aquellas técnicas y métodos específicos, nuevos enfoques, y los principios que mejor se ajusten a su producto, sistema de producción, y equipo humano.

6.3.6. Definiciones de la manufactura esbelta

Para Hernández (2013), la metodología Lean o manufactura esbelta es “Una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios”. (pág. 10).

“Los conceptos de proceso esbelto están enfocados en el flujo de los procesos y en reducir la cantidad de actividades que no agregan valor y que impiden el flujo” (Gutiérrez Pulido, 2010, pág. 96).

Render y Heizer (2007) indican que “La producción esbelta proporciona al cliente justo lo que quiere, cuando lo quiere y sin desperdicio, mediante la mejora continua. La producción esbelta parte de la orden del cliente que “jala” todo. Una manera de eliminar el desperdicio al concentrarse exactamente en lo que el cliente quiere”. (pág. 360).

También se hace hincapié a la manufactura esbelta como la producción esbelta, definiéndola como “Conjunto integrado de actividades diseñado para lograr la producción utilizando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y bienes terminados” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, pág. 404).

Las definiciones de los autores mencionadas anteriormente se refieren a la manufactura esbelta de distintas maneras, debido a la traducción del término “*Lean Manufacturing*” que en español tiene diferentes significados, pero todos concuerdan en que es una metodología centrada en identificar y eliminar los desperdicios, a través de un conjunto de métodos y herramientas, que se basan en la lógica de producir lo que se necesita, en el lugar, con la calidad y en el tiempo estipula.

6.3.7. Principios de la manufactura esbelta

Para alcanzar un sistema productivo basado en la manufactura esbelta, más que buscar una solución en un método o herramienta en específico, la respuesta está en determinar la dirección de las actividades y esfuerzos orientados a la eliminación de las mermas, mejorar el flujo de materiales e información, reducir el lead time y disminuir la variabilidad de los procesos. Los principios de la manufactura esbelta determinan el plan de acción para que los gestores descubran las herramientas y métodos que pueden superar la lentitud y desperdicios de los procesos. (Womack y Jones, 2003), argumenta que son cinco principios para lograr procesos esbeltos, siendo esto los siguientes:

6.3.7.1. Valor del producto desde el punto de vista del cliente final

(Womack y Jones, 2003) “Los puntos de partida básico para el pensamiento Lean es el valor. El valor sólo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de un producto específico (un bien o servicio, y a menudo ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado”. (pág. 45).

Este principio es la base que determina el inicio un proceso esbelto, determinar el valor del producto o servicio como el cliente lo percibe. Para Gutiérrez (2010), es una tarea difícil definir con exactitud el valor, y a menudo se pierde entre las diferentes empresas y departamentos que participan en transformar y entregar al consumidor el producto.

6.3.7.2. Identificar la cadena de valor y eliminar el desperdicio

El mapeo de la cadena de valor es realizar el desglose de actividades realizadas durante la producción de un bien o servicio. Estas actividades Gutiérrez (2010) indica que son “Desde la conceptualización del producto, la fase de diseño, tomar la orden o el pedido del cliente, la programación detallada para la entrega, la compra y recepción de materias primas o materiales, hasta que el producto termina en manos del consumidor”. (pág. 99).

A lo largo de la cadena de valor existen actividades que agregan valor al producto llamadas también actividades primarias y las actividades que no agregan valor, conocidas también como desperdicios. A través del mapeo de la cadena de valor, es posible realizar la distinción entre estas actividades y determinar las acciones a tomar para ir disminuyendo o eliminando los desperdicios, ya que muchos de ellos son inevitables debido a la naturaleza del servicio o producto que se fabrica.

“Las actividades que no agregan valor se refiere a los desperdicios en la producción de un bien o servicio” (Render y Heizer, 2007, pág. 56).

“Estas actividades pueden ser contar, apartar, mover, almacenar, esperar, hacer informes que nadie lee o que nadie utiliza para tomar decisiones, cambiar de recipiente de un lugar a otro, varios tipos de inspecciones y revisiones,

firmas de visto bueno y autorizaciones sólo por tradición, etcétera” (Gutiérrez Pulido, 2010, pág. 99).

6.3.7.3. Agregar valor al producto con un flujo sin interrupciones

Crear un flujo continuo de los materiales e información es uno de los objetivos de la manufactura esbelta, logrando dicho objetivo a través de la eliminación del tiempo de espera, con la finalidad de reducir la variabilidad en los procesos y entregar el producto en la cantidad requerida, el tiempo estipulado y con la calidad deseada.

(Render y Heizer, 2007). La gran parte de la variabilidad se debe a la poca acción para eliminar el desperdicio o a la administración. La variabilidad se presenta porque:

- Los empleados, las máquinas y los proveedores producen unidades que no cumplen con los estándares, llegan tarde o no llegan en la cantidad debida.
- Los diseños o las especificaciones de ingeniería no son precisos.
- El personal de producción intenta fabricar antes de que estén completos los diseños o las especificaciones.
- Se desconocen las demandas del cliente.

Para Gutiérrez Pulido (2010), la dificultad mayor para alcanzar el flujo en la creación del valor es la producción por lotes y la organización tradicional de las empresas por funciones y/o departamentos, ya que entre cada etapa existen tiempos de espera, inspecciones, reportes, entre otros. (pág. 123).

proceso jale a otro hasta llegar a la liberación de material. Implica establecer relaciones fuertes con los proveedores, calidad en los procesos y pronósticos acertados de la demanda.

6.3.7.5. Perseguir la perfección

La esencia de este último principio es profundizar continuamente en la aplicación de los otros cuatro principios. Para ello, es necesario ampliar el diálogo directo con clientes y/o consumidores, generar formas para tener una buena retroalimentación por parte de los clientes, dirigir la organización teniendo contacto con el mercado y analizar a sus competidores para, con base en ello, encontrar formas de especificar adecuadamente el valor y difundirlo en la empresa.

6.3.8. Los 7 desperdicios

De acuerdo a la metodología de la manufactura esbelta, propone como punto principal la eliminación de desperdicios, identificándolos a través del mapeo de la cadena de valor. (Gutiérrez Pulido, 2010, pág. 96), expone que, “Cualquier cosa o actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto se considera un desperdicio o muda”.

Según (Hernández y Vizán, 2013, pág. 10) los desperdicios están definidos éstos como “Aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios”. Mientras que (Render y Heizer, 2007, pág. 360) definen los desperdicios simplemente como “Cualquier cosa que no agregue valor”.

Asimismo, los desperdicios también son definidos como “Cualquier cosa que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y obreros (horas

de trabajo) absolutamente esencial para la producción” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, pág. 405).

Tabla II. **Desperdicios en los procesos**

Desperdicio = Actividad que no agrega valor	
Sobre-procesamiento	Realizar actividades que están fuera de los procedimientos de las operaciones.
Inventarios	Exceso de materias primas, productos en proceso y productos terminados que ocupan un espacio físico.
Re-trabajo	Consecuencia de no hacer las cosas bien desde la primera vez.
Transporte	Espacios temporales para la estibación de productos en proceso y producto terminado que tendrán que ser movidos no necesariamente para su despacho o transformación.
Esperas	Tiempo no aprovechado en la operación de la planta debido a paros de máquina, falta de información.
Sobre-producción	Producir más de lo necesario.
Movimientos innecesarios	Personal realizan tareas que no están dentro de sus funciones.

Fuente: elaboración propia.

Muchos autores coinciden que es posible identificar siete tipos de desperdicios en un sistema de producción, (Womack y Jones, 2003, pág. 22), describen algunos ejemplos “fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y

productos sobrantes, pasos en el proceso que realmente no son necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito”. Los siete desperdicios se describen en la tabla II.

6.3.9. Herramientas de la manufactura esbelta

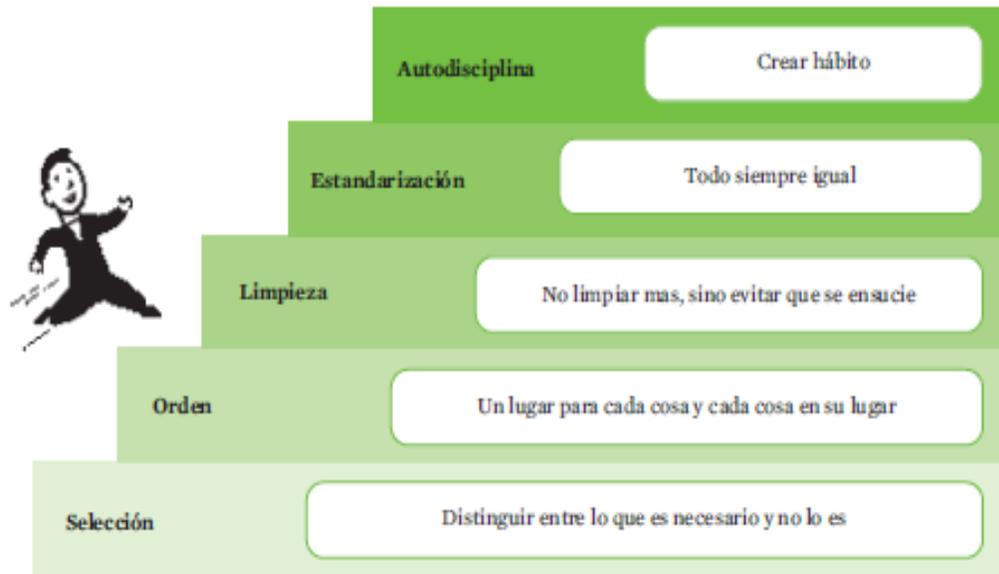
La manufactura esbelta se plasma en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de herramientas, técnicas y métodos, muy diferentes entre sí, que se han ido implementado con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños (Hernández y Vizán, 2013).

Para la aplicación de las herramientas lean es necesario un previo diagnóstico de la situación, con la finalidad de establecer el plan de acción correcto que dará solución al problema.

6.3.9.1. 5 S

Las “5S”, de origen japonés, representan el nombre de 5 operaciones que para (Hernández y Vizán, 2013) son, seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y autodisciplina, que al aplicarse en un sistema de productivo de bienes o servicios, se obtiene un ambiente laboral limpio, agradable y ordenado, que aportan directamente en mejoras de calidad en los productos, productividad y seguridad laboral.

Figura 7. Las 5 “S” en el sistema de producción



Fuente: (Hernández y Vizán, 2013, pág. 37)

Para (Gutiérrez Pulido, 2010, pág. 110) las 5S las define como “Una metodología que, con la participación de los involucrados, permite organizar los lugares de trabajo con el propósito de mantenerlos funcionales, limpios, ordenados, agradables y seguros”.

Como se observó en la figura 6, las 5s son cinco términos que guardan una estrecha relación, las cuales son los cimientos para obtener procesos lean dentro del sistema productivo. La definición de cada “S” se describe a continuación, con el propósito de mostrar un panorama más amplio del significado de cada una.

- Seleccionar

Según Kalpakjian y Schmid (2008) consideran que esta operación consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, entre otros. (pág. 56)

- Ordenar

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial (Gutiérrez Pulido, 2010).

- Limpieza

Este término no significa simplemente mantener las cosas limpias, sino también se refiere a inspeccionar para anticiparse a detectar los defectos que se encuentren en el ambiente, a través de la integración de la limpieza como parte de los procesos, convirtiendo la misma como un trabajo de inspección rutinario.

- Estandarización

Para (Hernández y Vizán, 2013) un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo, el principal enemigo de la estandarización es una

conducta errática, cuando se hace hoy sí y mañana no, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen.

- Autodisciplina

“Su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada” (Hernández y Vizán, 2013, pág. 41).

6.3.9.2. Mantenimiento productivo total

La orientación del TPM es diseñar una estructura de mantenimiento cuyo objetivo se orienta a eliminar mermas producidas por fallas en la maquinaria y equipos, maximizando la eficiencia en el sistema productivo de la organización a través de la prevención en las operaciones, es decir, establecer una programación del mantenimiento que se anticipe a las fallas y que determine los paros programados que deberán ser tomados en cuenta en la planificación de la producción. Esto supone:

- Cero defectos atribuibles a los equipos y maquinaria.
- Cero fallas.
- Cero tiempos muertos.
- Cero accidentes.
- Cero pérdidas de capacidad productiva consecuencia del mal estado de los equipos.

Una mala práctica en los sistemas de producción es ver el mantenimiento como un ente separado e independiente, error que provoca pérdidas como piezas defectuosas y tiempo de esperas largos.

Por tal motivo, TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad, en una empresa en la que TPM se ha implantado toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, pág. 86).

(Hernández y Vizán, 2013) Existen 5 principios, los cuales pueden formar un sistema basado en el mantenimiento productivo total:

- Todo personal debe ser partícipe del cambio, desde los altos mandos hasta el personal operativo, esto garantiza el cumplimiento del objetivo.
- La búsqueda de la eficiencia global, a través del cambio de cultura de la organización, por medio de la gestión de la maquinaria y equipos para la obtener la eficiencia en el proceso productivo.
- Eliminación de las pérdidas con la creación de un sistema preventivo.
- Formar a operarios capaces de realizar el mantenimiento programado, aplicando el concepto de “mantenimiento autónomo”.
- El sistema debe ser aplicado desde las diferentes perspectivas; producción, tomando en cuenta el área desarrollo, dirección, ventas y diseño.

“Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, como mantenimiento que aporta una productividad máxima o total” (Render y Heizer, 2007, pág. 526).

6.3.9.3. Kanban

Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque

pueden ser otro tipo de señales. (Hernández y Vizán, 2013, pág. 75) Kanban “Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (*pull*) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas”. Kanban considera el aseguramiento de la alta calidad, produciendo en el momento justo y en la cantidad adecuado, por tal motivo se ha formado como la principal herramienta para lograr dichos propósitos.

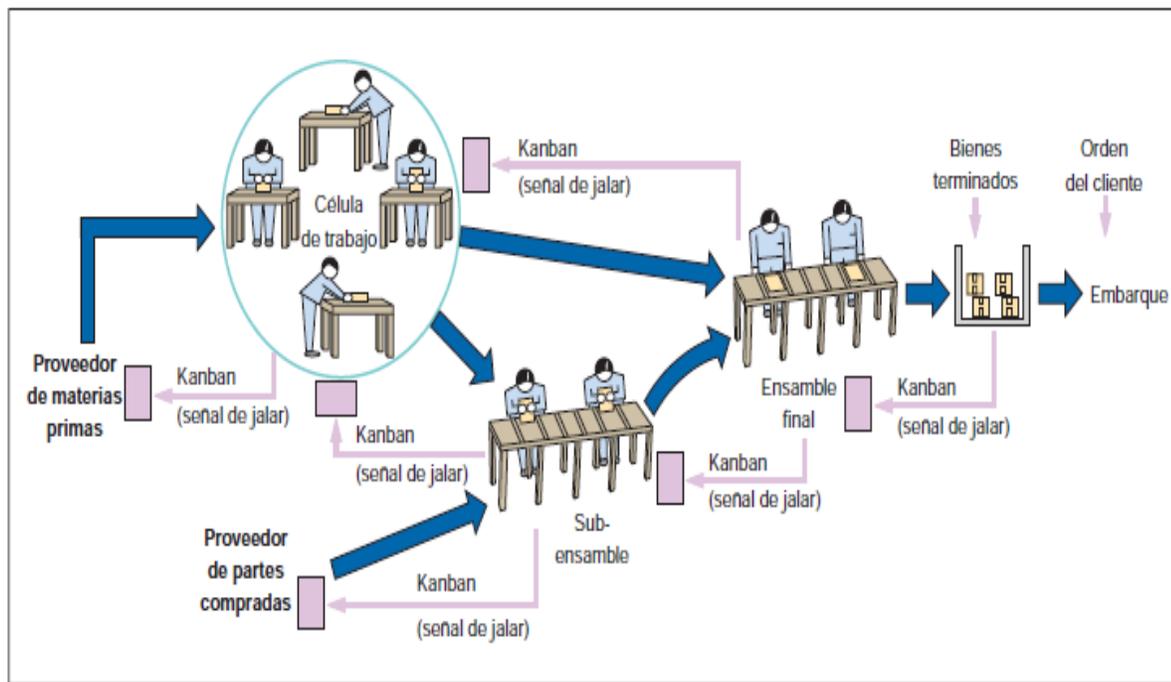
El sistema Kanban consiste en una sincronización de cada área de trabajo del sistema productivo, desde la solicitud de materiales a los proveedores hasta obtener el producto final. Cada área de trabajo toma de los procesos anteriores las piezas que ha transformado, para procesar únicamente las piezas retiradas, con la finalidad de garantizar el suministro de materiales. Las tarjetas fluyen en el sistema junto a los materiales o productos, conteniendo las especificaciones correctas de cada pieza o componente que formarán parte del diseño final.

De esta forma (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009) hacen mención que las tarjetas Kanban se convierten en el mecanismo de comunicación de las órdenes de fabricación entre las diferentes estaciones de trabajo, recogiendo diferente información, como la denominación y el código de la pieza a fabricar, la denominación y el emplazamiento del centro de trabajo de procedencia de las piezas, el lugar donde se fabricará, la cantidad de piezas a producir, el lugar donde se almacenarán los artículos elaborados, entre otros.

En la figura 7, se ejemplifica el sistema Kanban, (Render y Heizer, 2007) cuando un cliente jala un pedido de bienes terminados, se envía una señal o tarjeta al área del ensamble final, esta produce bienes terminados y los repone, cuando el área de ensamble final necesita más componentes, envía una señal a sus proveedores, un área de subensamble y una célula de trabajo.

Estas áreas proveen al ensamble final. A su vez, la célula de trabajo envía una señal al proveedor de materias primas, y el área de subensamble avisa a la célula de trabajo y al proveedor de partes compradas que hay un requerimiento.

Figura 8. Ejemplo de un sistema Kanban



Fuente: (Render y Heizer, 2007, pág. 371)

6.3.9.4. Calidad total

“Los sistemas de administración de la calidad total se manejan mediante la identificación y satisfacción de las necesidades del cliente” (Render y Heizer, 2007, pág. 386).

Una gestión de la calidad total vela por la satisfacción de su cliente. Da como resultado, la concentración de esfuerzos para cumplir con los

requerimientos que el producto o servicio necesita para cumplir las necesidades que el cliente demanda.

(Hernández y Vizán, 2013, pág. 99) “La gestión de la calidad total encuentra en las TIC una potente herramienta de apoyo para el control estadístico de procesos, mediante programas que ayudan a la elaboración y explotación de gráficos de control”.

Los empleados juegan un papel muy importante en la empresa que decida gestionar sus procesos bajo el sistema de la calidad total, debido a la necesidad de mejorar los procesos es obligatorio el compromiso de los mismos en hacer las cosas bien desde la primera vez, para garantizar procesos y productos de calidad que llenen las expectativas tanto del cliente interno como del cliente externo.

La administración por calidad total se puede definir como “La administración de toda la organización de modo que sobresalga en todas las dimensiones de productos y servicios que son importantes para el cliente”. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, pág. 308).

Los objetivos principales en lo que se centra alcanzar la calidad total son:

- Servicios y productos diseñados cuidadosamente.
- Garantizar que los procesos produzcan correctamente el diseño.

Dichos objetivos son alcanzados solamente si la dirección de toda la organización está enfocada en lograrlo, por tal motivo, el nombre de administración por calidad total.

6.3.9.5. Kaizen

El mejoramiento continuo también conocido como Kaizen, busca constantemente la mejora en la utilización de recursos tanto de materiales, recursos humanos y los métodos aplicados a los procesos (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009).

(Hernández y Vizán, 2013), explica que Kaizen significa mejoras para obtener resultados positivos en los procesos, de manera que no se trata solamente de un programa para reducir costos, sino que implica un cambio de cultura de hacer las cosas, que requiere de constancia y aplicación de mejores prácticas, lo que se conoce comúnmente como mejora continua.

(Gutiérrez Pulido, 2010, pág. 426) “La mejora continua se basa en la lucha persistente contra el desperdicio y el pilar fundamental para ganar esta batalla es el trabajo en equipo bajo lo que se ha venido en denominar espíritu Kaizen, verdadero impulsor del éxito del sistema Lean en Japón”.

La mejora continua se fundamenta en la expresión, siempre hay mejor forma de hacer las cosas, radica en un avance, paso a paso, con pequeñas mejoras y cambios, ejecutados con la colaboración de todo el personal, sin excluir a los altos mandos, que son el ejemplo que conducirán al logro de la calidad tanto en procesos como en productos, una disminución de costos y el cumplimiento al cliente en la entrega y cantidad estipulada.

El cambio en la forma de pensar del personal, inclusive de los directivos son los problemas que el pensamiento Kaizen presenta. La mejora continua es un proceso que establece que, al surgir una falla en el sistema productivo, las actividades se paralizan para examinar las causas y tomar las decisiones que

conlleven a la solución al problema, dando como resultado mejoras en la productividad del sistema.

De esta manera (Hernández y Vizán, 2013) recuerda el pensamiento de Nicolás Maquiavelo, quien concluyó que: “No hay nada más difícil que planificar, ni más peligros que gestionar, ni menos probabilidad de tener éxito que la creación de una nueva manera de hacer las cosas, ya que el reformador tiene grandes enemigos en todos aquellos que se beneficiarán de lo antiguo y solamente un tibio apoyo de los que ganarán con lo nuevo”. (pág. 87).

Es indiscutible que el personal forma el recurso más significativo de las organizaciones, siendo ellos los que están en permanente relación con las actividades que se realizan, son quienes están mejor ubicados para identificar, detectar un problema y en muchos de los casos, son las personas idóneas para plantear la solución de mejora al problema, porque son los dueños del proceso al que han sido asignados.

7. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. El vidrio templado en la industria de la construcción

- 1.1.1. Vidrio templado
- 1.1.2. Propiedades del vidrio templado
- 1.1.3. Vidrio de seguridad
- 1.1.4. Procesos de fabricación
- 1.1.5. Normas de fabricación

1.2. El cliente

- 1.2.1. Valor del cliente
- 1.2.2. Satisfacción del cliente
- 1.2.3. Medición de la satisfacción del cliente
- 1.2.4. El cliente y su importancia
- 1.2.5. Tipos de cliente
- 1.2.6. El conocimiento del cliente como ventaja competitiva
- 1.2.7. Segmentación del cliente

1.3. Sistemas de producción

- 1.3.1. Tipos de sistemas de producción
- 1.3.2. Elementos de un sistema de producción
- 1.3.3. Lead time
- 1.3.4. Productividad en los sistemas de producción
- 1.3.5. Manufactura esbelta
- 1.3.6. Definiciones de la manufactura esbelta
- 1.3.7. Principios de la manufactura esbelta
- 1.3.8. Los 7 desperdicios
- 1.3.9. Herramientas de la manufactura esbelta

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4. PROPUESTA PARA LA METODOLOGÍA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN BASADA EN LA MANUFACTURA ESBELTA

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

8. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación propuesta tiene un tipo de estudio mixto (cuantitativo-cualitativo) con diseño no experimental y alcance descriptivo transversal, porque el estudio de investigación está determinado dentro de un período de tiempo.

8.1. Tipo de estudio

El enfoque es mixto, porque se apoya de la observancia directa del proceso productivo de vidrio templado, considerando toda la información disponible del medio para el estudio y trata variables numéricas.

Cuantitativo porque se utiliza la medición de variables para la evaluación del proceso y cualitativo, porque utiliza la revisión documental cuando se investiga antecedentes del problema y marco teórico relacionado.

8.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación que se presenta es no experimental, porque solamente se observará la caracterización del proceso de productivo de vidrio templado y no se utilizará ensayos de laboratorio para comprobar información necesaria en el estudio. Se observarán variables sin influir sobre ellas de ninguna manera, se propone una serie de herramientas basadas en la metodología de la manufactura esbelta que ha demostrado ser en sí misma una tener las herramientas necesarias para que las empresas se adapten al nivel de competitividad que el mercado demanda.

8.3. Alcance

El alcance metodológico es descriptivo, porque se observará la caracterización del sistema productivo de vidrio templado, y se describirán los desperdicios identificados en el sistema, a través de la recopilación de información de las fases del proceso de producción.

8.4. Variables e indicadores

Para analizar el sistema de producción se determinarán variables y e indicadores que se utilizarán para identificar el *lead time* del proceso y poder determinar en qué medida mejorará el cumplimiento de entregas a clientes al aplicar las herramientas la manufactura esbelta.

8.4.1. Variables cuantitativas

Las variables que a continuación se presentan estarán asociadas a una unidad de tiempo que conlleva trabajar cierto volumen de producción.

- Variables independientes

Desperdicios: Actividades que no suman valor al producto.

Actividades primarias: Actividades que agregan valor al producto, que contribuyen directamente a logran una mayor satisfacción al cliente.

Volumen de ventas: Cantidad de pedidos solicitados en determinado periodo de tiempo.

- Variables dependientes

Capacidad real: Cantidad producida, determinado por el método, máquina, materia prima.

Capacidad instalada: Es la cantidad máxima de producción de la planta, establecido por la estación de trabajo más lenta.

Entregas a tiempo: Cantidad de pedidos entregados en la fecha pactada con el cliente.

Lead time: Período de tiempo que conlleva fabricar un lote, unidad o pedido.

Reposiciones de piezas: Volumen de productos que son necesarios repetir debido a defectos de calidad.

Ritmo de producción: El tiempo que tarde en procesarse una unidad, determinada por la estación de trabajo más lenta.

8.4.2. Variables cualitativas

Son las variables que no serán posibles cuantificarse.

Plan de producción: Orden sistemático en el cual se procesarán los pedidos. Depende de la prioridad de pedidos, volumen de producción y capacidad instalada.

Flujo de materiales: Movimientos realizado por los operarios o máquinas para para trasladar los materiales de un área de trabajo a otra, los materiales.

Flujo de información: Burocracia que existe para trasladar la información entre áreas.

Complejidad de las tareas: Experiencia necesaria para poder realizar un trabajo.

Tabla III. Variables e indicadores

OBJETIVO	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	TABULACIÓN DE DATOS
Propuesta de la metodología del proceso de producción de vidrio templado, basado en el enfoque de la manufactura esbelta, para mejorar el cumplimiento de entrega de pedidos a clientes.	<ul style="list-style-type: none"> Reposiciones de piezas Plan de producción Pedidos entregados completos y a tiempo 	<p>Cuantitativa/Dependiente/Cardinal</p> <p>Cuantitativa/Dependiente/Cardinal</p> <p>Cuantitativa/Dependiente/Cardinal</p>	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos Cumplimiento del plan de producción Porcentaje de reposiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Encuestas Entrevistas Revisión documental Mapeo de la cadena de valor Observación directa
Evaluar el proceso productivo de vidrio templado, determinando la capacidad instalada y la capacidad real de la planta de producción a través de técnicas de recopilación de información y observación directa.	<ul style="list-style-type: none"> Capacidad instalada Volumen de ventas Entregas a tiempo 	<p>Cuantitativa/Dependiente/Cardinal</p> <p>Cuantitativa/Dependiente/Numérica</p> <p>Cuantitativa/Dependiente/Numérica</p>	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de utilización de la capacidad instalada Ritmo de producción 	<ul style="list-style-type: none"> Encuestas Entrevistas Revisión documental
Analizar las actividades primarias y actividades que no agreguen valor al proceso mediante el mapeo de la cadena de valor determinando el lead time del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> Desperdicios Actividades primarias 	<p>Cuantitativa/Independiente/nominal</p> <p>Cuantitativa/Independiente/nominal</p>	<ul style="list-style-type: none"> Lead Time 	<ul style="list-style-type: none"> Mapeo de la cadena de valor Observación directa
Proponer herramientas que disminuyan los desperdicios y agilicen el flujo de información y materiales entre cada etapa del sistema de producción, a través de las 5s, TPM, Kaizen, kanban y la calidad total.	<ul style="list-style-type: none"> Actividades primarias Desperdicios Flujo de materiales Flujo de información 	<p>Cuantitativa/Independiente/Nominal</p> <p>Cuantitativa/Independiente/Nominal</p> <p>Cualitativa/Ordinal</p> <p>Cualitativa/Ordinal</p>	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de reducción del lead time 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de contenido (Resultados obtenidos en fases anteriores)

Fuente: elaboración propia.

8.5. Plan de muestreo

El proceso productivo en estudio está conformado por siete estaciones de trabajo, corte, pulido, agujeros/saques, lavado, templado y revisión. En la tabla IV se enlista al personal asignado en cada área, asimismo se hace mención del resto de personal que forma parte del departamento de producción.

Tabla IV. **Tamaño de la población**

Área	Cantidad
Corte	5
Pulido	9
Agujeros y saques	18
Lavado	4
Templado	10
Revisión	5
Supervisión	3
Jefe de producción	1
Jefe de planificación	1
Gerente de operaciones	1
Programadores y digitadores	3
TOTAL	60

Fuente: elaboración propia.

El tamaño de la población es igual a 60 personas, que representa al personal que conforma el departamento de producción.

La fórmula a utilizar para calcular la muestra será la siguiente:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

n = Es el tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

σ = Es la desviación estándar que representa la probabilidad de salir seleccionado o no salir seleccionado y que, al no tener su valor, convencionalmente se utiliza 0.50.

Z = Es el nivel de confianza en la distribución normal. Se toma en relación con el 95 % de confianza que equivale a 1.96.

e = Error en la muestra, que representa entre 0.01 y 0.09, en este caso se utilizará el 0.05.

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$n = \frac{60(0.50^2)1.96^2}{(60 - 1)0.05^2 + 0.5^2(1.96)^2} \approx 52 \text{ personas}$$

Se deberán de tomar una muestra para la realización de dicho estudio de 52 trabajadores que formen parte del departamento de producción, a través de un cuestionario se determinará de forma cualitativa los desperdicios que más afectan el proceso de producción, apoyado de una entrevista estructurada dirigida solamente a los altos directivos conformado por supervisores, jefes y gerentes.

La observación directa permitirá realizar un análisis cuantitativo respecto a los desperdicios que generados en la planta y para sustentar lo observado y los

datos obtenidos, a través de los cuestionarios y entrevistas se recolectarán datos empleando la técnica documental.

8.6. Fases

Con el propósito de ensayar la solución al problema, la investigación se realizará en fases, cada fase descrita estará relacionada con un objetivo específico planteado y debe llevarse a cabo de la siguiente forma:

8.6.1. Fase 1. Revisión documental

Esta fase corresponde a la revisión documental, necesaria para realizar la investigación de antecedentes del problema y marco teórico relacionado al mismo, presentando una recopilación de información de fuentes reconocidas como: textos o documentos bibliográficos, revistas, fuentes electrónicas y material audiovisual. La información que se presentará en esta fase proporcionará las bases para realizar la evaluación, análisis y propuesta para solucionar el problema planteado, exponiendo datos de las fuentes de información consultadas del tipo de producto que se produce en la empresa, la relación con el cliente y el proceso productivo en general.

8.6.2. Fase 2. Diagnóstico del proceso productivo

Esta fase corresponde a la evaluación de la organización de forma cualitativa, donde se recopilará información por medio de encuestas y entrevistas que se realizaran en el departamento de producción, para obtener datos que ayudaran a identificar los tipos de desperdicios que más afectan el proceso productivo. También, se determinará la capacidad instalada y real de la planta por medio del análisis de datos históricos de la producción de años

anteriores, estableciendo las métricas para su medición y comparación con la demanda del mismo período de tiempo.

8.6.3. Fase 3. Análisis del proceso productivo

Como segundo acercamiento al proceso de producción, se realizará un análisis cualitativo que comprende el uso del mapeo de la cadena de valor, se identificarán las actividades que agreguen y no agreguen valor al proceso, asignándole a cada actividad un tiempo que va a representar la duración de cada evento. Las actividades que no agreguen valor al proceso se identificarán como desperdicios y se clasificarán en 7 distintos grupos, En cada estación de trabajo se desglosarán las distintas actividades y se realizará la medición del tiempo que conlleva realizar dicha actividad, a través de la observación directa.

A través de mapeo de la cadena de valor se logrará determinar el tiempo que toma en procesarse cierto volumen de producción en las distintas estaciones del proceso productivo, desde que los materiales ingresan al área de producción hasta que el producto esté listo y estibado en la bodega de producto terminado para ser entregado al cliente final, determinándose el *lead time* del proceso, indicador que servirá para determinar si el tiempo de entrega a mejorado después de implementarse la propuesta que se realizara en la siguiente fase.

Luego, se procederá a analizar el resultado de los datos obtenidos, tanto cuantitativos y cualitativos de las distintas fases y por medio de herramientas estadísticas se determinarán cuáles son los desperdicios que más están afectando el proceso productivo, que servirán como punto de partida para proponer la mejora del sistema de producción de vidrio templado.

8.6.4. Fase 4. Propuesta de herramientas para la mejora del proceso

Se propondrá un conjunto de herramientas, para la eliminación y reducción de los desperdicios existentes en el proceso productivo, estableciendo las directrices para su ejecución, con la finalidad de mejorar el cumplimiento del plan de producción. Las herramientas a utilizar serán acordes a los desperdicios que tengan más efecto en el proceso de producción con el propósito obtener un lead time más corto.

8.6.5. Resultados esperados

- En la fase 1, se espera determinar las bases para la elaboración de la investigación, desde la fase metodológica, teórica y práctica.
- En la fase 2, se espera determinar un diagnóstico inicial de la planta y obtener una visión más amplia y verídica de los desperdicios existentes en el proceso productivo, desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo para determinar el lead time y la capacidad del proceso.
- En la fase 3, se espera tener un razonamiento lógico de los datos, desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo del proceso productivo, en donde se espera identificar los desperdicios que más afectan el proceso.
- En la fase 4, se espera desarrollar programas coherentes a por medio de las herramientas de la manufactura esbelta, viéndose reflejado en la disminución de lead time a través de la eliminación y disminución de desperdicios, con el afán de tener los pedidos listos antes de la fecha solicitada por el cliente.

9. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se recopilará, organizará, presentará, analizará e interpretará datos con la finalidad de describa fácil y rápidamente las características del proceso productivo, mediante las técnicas de la estadística descriptiva.

Como primer acercamiento al proceso productivo, para obtener una perspectiva cualitativa de la situación en que se encuentra la empresa, se utilizará un cuestionario, ver anexo numeral 13.3, dirigida a la muestra obtenida en la sección del plan de muestreo. También se utilizará la técnica de la entrevista, ver anexo numeral 13.4, dirigida solamente a los altos directivos. Bajo estas condiciones, la entrevista y la encuesta estarán estructuras de tal manera que pueda categorizarse e identificarse los siete desperdicios planteados en la sección del marco teórico, para luego ser tabulados y analizados a través de un diagrama Pareto, determinando la frecuencia con que aparecen cada uno de estos desperdicios.

Para establecer la capacidad máxima y la capacidad real de la planta, se registrará la producción de meses anteriores de cada estación de trabajo por medio de un diagrama de barras, donde se determinará la media aritmética de los valores más altos; capacidad máxima, y la media aritmética de los valores restantes; la capacidad real. A su vez se analizará la demanda del mismo de período de tiempo para realizar una comparación por medio de un cuadro comparativo de la capacidad máxima, capacidad real y la demanda.

Como segundo acercamiento al proceso de producción, se realizará un análisis cuantitativo que será a través del mapeo de la cadena de valor, apoyado de la técnica de la observación directa, formato en anexos, para realizar la recolección de datos. Por medio de la hoja de recogida de datos, ver anexo 13.5, se procederá a identificar las actividades realizadas en cada estación de trabajo, procediendo a tomar el tiempo que conlleva realizar cada actividad. Se hará la separación de las actividades que no agregan valor de las actividades que agregan valor al producto final. La sumatoria de estas actividades determinarán el *lead time* del proceso de producción.

Se considera la participación de operadores, supervisores, coordinador y jefe de proceso en la identificación de actividades de valor y desperdicios, con el propósito de obtener la mayor veracidad en los datos recopilados, así mismo el investigador será el encargado de analizar y evaluar los resultados para presentar las propuestas que más se acoplen a las necesidades de la empresa.

10. RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para cumplir con los objetivos propuestos y ejecutar cada fase de la siguiente investigación, son necesarios recursos con los cuales el investigador cuenta, por tal motivo, el trabajo de investigación es factible. Los recursos dependen del investigador y de la empresa en estudio, dividiéndose de la siguiente manera:

- Aportados por la empresa: acceso a la información del proceso productivo, historial del cumplimiento del plan de producción e información de la maquinaria.
- Aportados por el investigador: materiales y útiles de oficina, tecnología, asesorías técnicas, transporte, alimentación y los imprevistos que se puedan dar durante el desarrollo de cada fase.

Tabla V. Recursos humanos

ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Corte, pulido, agujeros/saques, lavado, templado y revisión	Operadores	15
Gestores del proceso productivo	Gerente de operaciones, jefe de producción, supervisores	5
Investigación	Asesor	1
Investigación	Investigador	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Presupuesto

RECURSO	DESCRIPCIÓN	MÉTRICAS	CANTIDAD NECESARIA	PRECIO UNITARIO	MONTO
Humano	Tiempo propio del investigador	Horas	240	Q 37.50	Q 9,000.00
	Revisión y asesoría profesional experto en el tema (Asesor)	Sesiones	15	Q 166.67	Q 2,500.00
Materiales y útiles	Papel	Resmas	3	Q 35.00	Q 105.00
	Folder, ganchos	Unidad	15	Q 2.50	Q 37.50
	Impresiones	Unidad	1500	Q 0.75	Q 1125.00
Tecnología	Acceso a internet	Gigabyte (Gb)	10	Q 50.00	Q 500.00
Alimentación	Desayuno, almuerzo, cena	Unidad	30	Q 40.00	Q1,200.00
Transporte	Gasolina	Galones	30	Q 22.00	Q 1,000.00
Asesor	Revisión y asesoría profesional experto en el tema	Sesiones	15	Q 166.67	Q 2,500.00
15% imprevistos	Eventos no programados				Q 2,320.13
TOTAL					Q 17,787.63

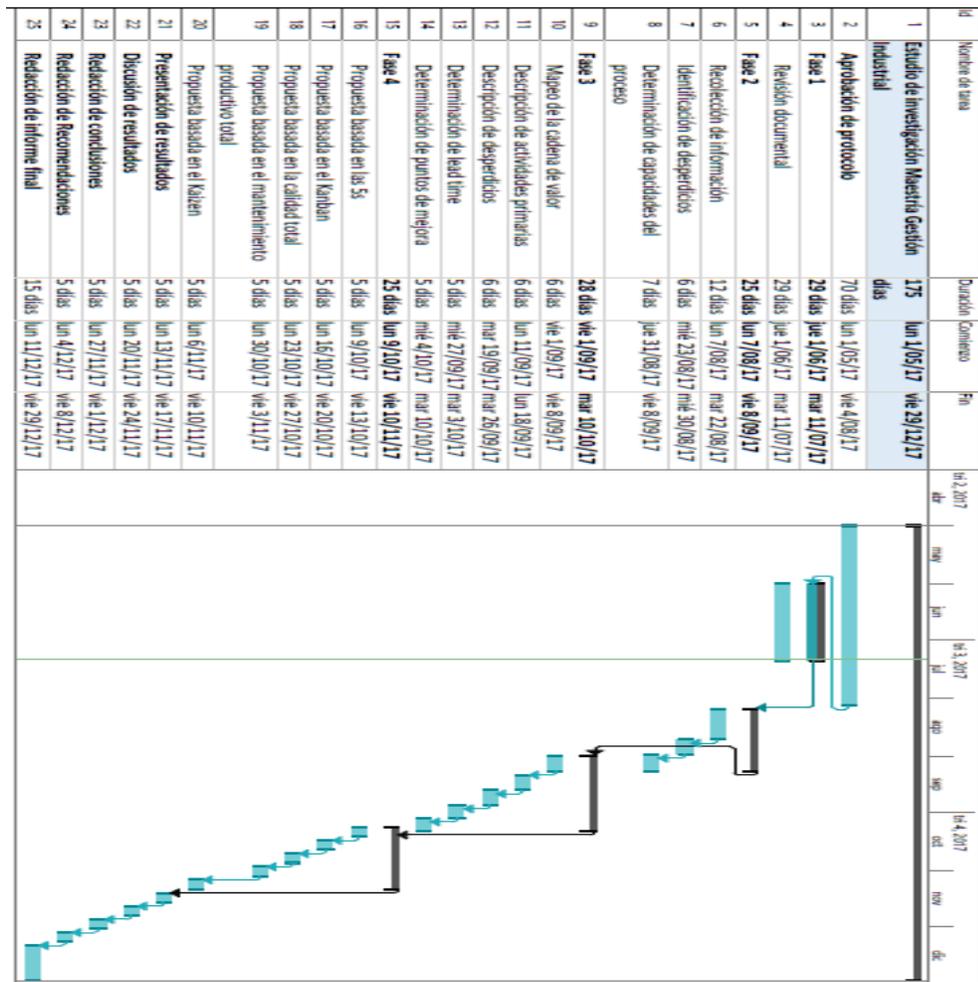
Fuente: elaboración propia.

Para realizar el estudio ya se cuenta con la autorización de la empresa para tener acceso a la información, así mismo, el investigador tiene la disponibilidad de tiempo y los Q 17,787.63 necesarios para llevar a cabo el estudio de investigación.

11. CRONOGRAMA

Para la elaboración del trabajo de investigación se seguirá una secuencia lógica en un límite de tiempo, el cual se especifica a continuación.

Figura 9. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anaya, J. (2015). *Logística Integral. La Gestión operativa de la empresa*. Madrid: Esic.
2. Anderson, D. (2010). *Kanban: Cambio Evolutivo Exitoso Para su Negocio de Tecnología*. New York: Blue Hole Press.
3. Barquero, J., & Rodríguez, C. (2007). *Marketing de Clientes ¿Quién se a llevado a mi cliente?* España: McGraw-Hill.
4. Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministro*. Mexico: McGraw Hill Educación.
5. Diccionario de Arquitectura y Construcción. (2017). *Definiciones Arquitectónicas y de construcción*. Recuperado el 10 de febrero de 2017, de <http://www.parro.com.ar/index.php>
6. Espinozo, M., Naranjo, A., Coronado, E., Acosta, M., & Ramírez, E. (2011). Manufactura esbelta aplicada a una línea de producción de una empresa galletera. *El Buzón de Pacioli, Especial 74*. Recuperado el 9 de 5 de 2017, de http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/2.-_manufactura_esbelta_aplicada_a_una_linea_de_produccion_de_una_empresa_galletera.pdf

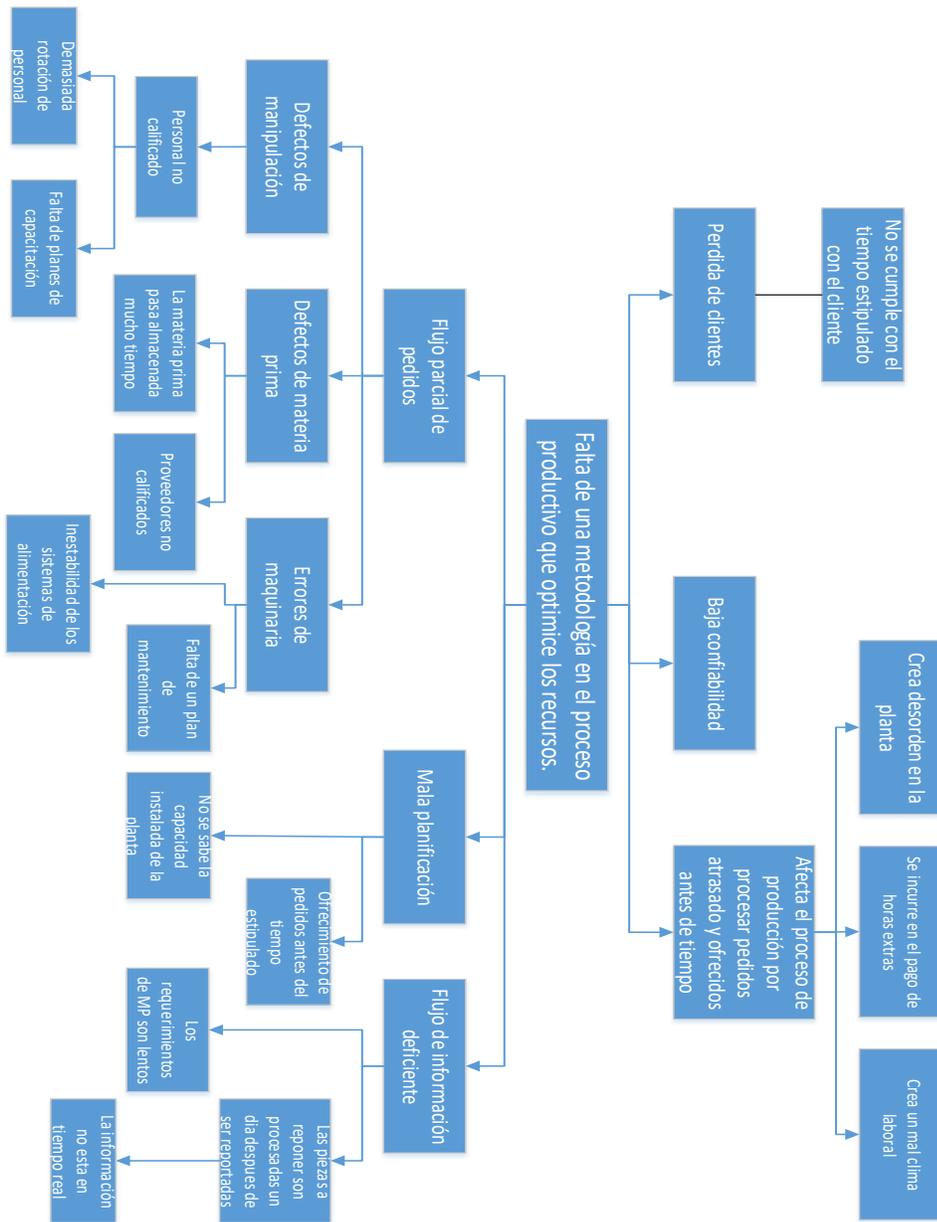
7. Evans, & Lindsay. (2000). *Administración y Control de la Calidad*. Mexico: Internacional Thomson Editores.
8. Fernández, R. (2010). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. San Vicente: Club Universitario.
9. Flores, L. (2016). CCM de Monterrey impulsa la manufactura esbelta en empresas. *El economista*. Recuperado el 08 de 05 de 2017, de <http://eleconomista.com.mx/estados/nuevo-leon/2016/09/07/ccm-monterrey-impulsa-manufactura-esbelta-empresas>
10. Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad* (Tercera edición ed.). D.F. México: Mc Graw Hill.
11. Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implementación* (Primera Edición ed.). Madrid: Fundación OEI.
12. Jacques, H. (2000). *Los Siete Secretos del Servicio al Cliente*. Madrid: PrenticeHall.
13. Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Mexico: Pearson Educacion.
14. Kotler, P. (2003). *Fundamentos de Marketing*. Mexico: Prentice Hall.
15. Luther, W. (2002). *El plan de mercadeo*. Colombia: Norma.

16. Martínez, P., Nuño, P., & Cabazos, Y. (2015). *Mejora en el tiempo de atención al paciente en una unidad de urgencias mediante la aplicación de manufactura esbelta. (Información tecnológica)*. Bogotá, Colombia: Universidad El Bosque.
17. Muller, M. (2005). *Fundamentos de administración de inventarios*. Colombia: Norma.
18. Multividrios. (2017). *Procesos para vidrio arquitectónico*. Recuperado el 10 de febrero de 2017, de http://www.multividrios.com/uploads/3/8/9/7/38976235/10_proceso_enero2017_web.pdf
19. Muñoz, R. (2017). *Marketing XXI*. Recuperado el 10 de 7 de 2017, de <http://www.marketing-xxi.com/el-cliente-55.htm>
20. Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
21. Ocampo, I. (2014). *Metodología de implementación de manufactura esbelta para la industrial Eléctrica (Tesis de maestría)*. Mexico D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
22. Peralta, R. (2015). *¿Como se fabrica el vidrio templado?* Recuperado el 2 de abril de 2017, de Mensaje en un blog: <http://starglas.blogspot.com/2015/12/como-se-fabrica-el-vidrio-templado-para.html>

23. Render, B., & Heizer, J. (2007). *Administración de la producción*. Mexico: Pearson Educacion.
24. RGC. (2017). *Vidrio templado*. Recuperado el 14 de Febrero de 2017, de <http://rglass.ru/es/catalog/products/vidrio-templado-2758>
25. Sandin, O. (2015). *Fractología industrial del vidrio templado, caracterización y diagnostico del estado tensional producido durante un tratamiento térmico de templado industrial en vidrio sodocalcico. (Tesis Doctoral)*. España: Universidad de la Rioja.
26. Schroeder, R., Meyer, S., & Rungtusanatham, M. (2005). *Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporaneos*. México, D.F.: McGRaw-Hill.
27. Stanton, W., Buskirk, R., & Spiro, R. (2002). *Ventas: Conceptos, planificación y estrategias*. Santafé de Bogotá: Mc Graw Hill.
28. Torres, S. (2013). *Control de la Producción*. Guatemala: c. c dapal.
29. Velasquez, G. (2002). *Administración de los sistemas de producción* . Mexico: Limusa S.A.
30. Villanueva, A. (2007). *Analisis y propuesta de mejora de una empresa metalmeccanica utilizando manufactura esbelta (Tesis de maestria)*. Mexico D.F.: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
31. Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Th inking*. Nueva York: Free Press.

13. ANEXOS

13.1. Árbol de problemas



PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLES E INDICADORES	METODO PROPUESTO	RESULTADOS ESPERADOS
<p>En el proceso de producción existen distintas actividades que no suman valor al producto final y como consecuencia no logra cumplir con la entrega de pedidos a sus clientes.</p>	<p>Propuesta de la metodología del proceso de producción de vidrio templado, basado en el enfoque de la manufactura esbelta, para mejorar el cumplimiento de entrega de pedidos a clientes.</p>	<p>Actividades primarias</p>	<p>Investigación en el proceso de producción de vidrio templado.</p>	<p>Realizar un propuesta basada en la metodología de la manufactura esbelta.</p>
		<p>Desperdicios</p>	<p>Entrevistas, encuestas y revisión de datos históricos de la empresa.</p>	<p>Determinar la capacidad real y condición de la empresa de forma cualitativa.</p>
		<p>Flujo de materiales</p> <p>Fujo de información</p>	<p>Mapo de la cadena de valor del proceso productivo.</p>	<p>Análisis cuantitativo para determinar el lead time.</p>
	<p>Evaluar el proceso productivo de vidrio templado, determinando la capacidad instalada y la capacidad real de la planta de producción a través de técnicas de recopilación de información y observación directa.</p>	<p>Plan de producción</p> <p>Lead time</p>	<p>Diagrama Pareto y revisión documental.</p>	<p>Determinar las herramientas adecuadas para dar solución al problema.</p>
	<p>Proponer herramientas que disminuyan los desperdicios y agilicen el flujo de información y materiales entre cada etapa del sistema de producción, a través de las 5s, TPM, Kaizen, kanban y la calidad total.</p>	<p>Porcentaje de reducción del lead time</p>		

13.2. Matriz de coherencia

13.3. Cuestionario

Cuestionario

La siguiente encuesta tiene como objetivo conocer su criterio respecto a las operaciones que lleva a cabo todos los días. Se agradece de antemano su colaboración.

Instrucciones: Seleccione la respuesta que mejor considere. Solo puede elegir una opción por pregunta.

Marque el área a la que pertenece.

Corte	<input type="checkbox"/>	Saques	<input type="checkbox"/>	Templado	<input type="checkbox"/>
Pulido	<input type="checkbox"/>	Lavado	<input type="checkbox"/>	Revisión	<input type="checkbox"/>
Planificación	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>

Los materiales de la estación de trabajo anterior a la suya son trasladados en el tiempo adecuado.

Sí No

Sí su respuesta fue no, ¿Por qué? _____

Los materiales de la estación de trabajo anterior son colocados cerca de su área de trabajo.

Sí No

Sí su respuesta fue no, ¿Por qué? _____

Le dificulta trabajar un pedido porque esta obstruido por materiales que todavía no tiene que procesar.

Sí No

Sí su respuesta fue sí, ¿Por qué? _____

Considera tener el equipo necesario para realizar su trabajo de forma rápida y con la calidad requerida.

Sí No

Sí su respuesta fue no, ¿Qué necesita?

Si hubiera más personal en su área de trabajo, considera realizarlo de manera más rápida.

Sí No

Sí su respuesta fue no, ¿Por qué?

Su operación se ve afecta por problemas en el equipo y maquinaria

Sí No

Sí su respuesta fue sí, ¿Cuáles?

La información para procesar un pedido la tiene cuando va a realizar la operación de la misma
¿En qué momento la tiene?

Antes Justo a tiempo Después

Considera realizar actividades innecesarias en su área de trabajo

Sí No

Sí su respuesta fue sí, ¿Cuáles?

Con que frecuencia tiene reclamos respecto al trabajo realizado

Muy seguido Ocasionalmente Nunca

El trabajo asignado a su área de trabajo considera que es:

Demasiado Normal Poco

13.4. Entrevista

Entrevista estructurada para sector jefatura, supervisión y gerencia de operaciones

El objetivo es obtener información del proceso, visto del punto de vista de jefaturas, supervisión y gerencia de operaciones.

1. ¿Existen ocasiones en las que no se cumple la entrega de artículos del cliente interno anterior en el proceso?

Sí No

2. ¿A qué causas puede atribuir los retrasos?

3. ¿La planta ha tenido problemas en algún momento por la cantidad de trabajo en una temporada en específico?

Sí No

4. ¿Conoce el límite de la capacidad instalada máxima de la planta actualmente?

Sí No

Sí su respuesta fue sí, ¿Cuál es?

5. ¿Considera que reducir desperdicios en el proceso puede aumentar el rendimiento en los marcos producidos por hora en el taller?

si no

¿Por qué?

6. ¿En su apreciación del taller, es este eficiente?

si no

7. ¿Bajo qué aspectos califica al taller como eficiente o ineficiente?

8. ¿El proceso de producción se ve afectado por otros departamentos?

Sí no

13.5. Hoja de recogida de datos

ETAPA A EVALUAR		Métrica = 1m3
Simbología	Actividades	Tiempo (h)
	Agrega valor	
	Sobreproducción	
	Trasporte	
	Inventario	
	Espera	
	Sobre proceso	
	Re trabajos	
	Movimiento	
	TOTAL	