



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE ELABORACION DE
GUANTES DE LATEX, A TRAVES DE LA METODOLOGIA DE TEORIA DE
RESTRICCIONES EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA.

AUTOR

Andrés Alejandro Zaldumbide Cevallos

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GUANTES
DE LÁTEX, A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DE TEORÍA DE
RESTRICCIONES EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para obtener el título de Ingeniero en Producción Industrial.

Profesor Guía

Mgt. Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Autor

Andrés Alejandro Zaldumbide Cevallos

Año

2020

DECLARACION DEL PROFESOR GUIA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de mejora del proceso de elaboración de guantes de látex, a través de la metodología de teoría de restricciones en una empresa de productos de limpieza, a través de reuniones periódicas con el estudiante Andrés Alejandro Zaldumbide Cevallos, en el semestre 2020-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Magister en Administración de Empresas mención en Gerencia de la Calidad y la

Productividad

C.I.: 1803540598

DECLARACION DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo Propuesta de mejora del proceso de elaboración de guantes de látex, a través de la metodología de teoría de restricciones en una empresa de productos de limpieza, del estudiante Andrés Alejandro Zaldumbide Cevallos, en el semestre 2020-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



José Antonio Toscano Romero
Magister en dirección de Operaciones y Seguridad Industrial
C.I.: 1715195283

DECLARACIÓN DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”



Andrés Alejandro Zaldumbide Cevallos

C.I.: 1716188378

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y a mi hermano por su apoyo en estos 5 años de mi carrera siendo mis mayores pilares, a mis amigos y a mi novia por ayudarme a seguir adelante en esta travesía.

RESUMEN

El mundo de los negocios con el pasar de los años se ha vuelto sumamente competitivo por lo cual las organizaciones deben emprender acciones para seguir con la rienda del negocio, con la finalidad de no caer frente a la competencia y aún peor no cumplir con los requisitos de los clientes. Por este motivo la alta gerencia debe estar atenta a las propuestas de mejora tanto en los procesos productivos como en el ambiente de la empresa, con el objetivo de mantener y mejorar el ciclo de mejora dando como resultado una ventaja competitiva.

La empresa de productos de limpieza tiene como objetivo aumentar la producción en la línea de fabricación de guantes, aplicando herramientas de calidad y enfocándose en la teoría de restricciones para encontrar el eslabón más débil de este proceso.

La empresa de productos de limpieza se encuentra ubicada en el sector de Carcelén industrial en la ciudad de Quito, la cual produce varios productos de limpieza para el hogar con un alto nivel de calidad y accesibles a la economía de las familias ecuatorianas. La empresa posee 5 fábricas donde trabajan alrededor de 275 personas, en el siguiente trabajo de titulación nos enfocaremos en la fábrica número cuatro donde se realizan los guantes. Para cumplir con los objetivos puestos en el proyecto se realizaron una serie de actividades entre estas están: levantar todas las actividades involucradas del proceso, tomar los tiempos de las actividades y ver sus límites para obtener un tiempo estándar, cadena de valor, diagrama del proceso, se balanceo las líneas para identificar el número necesario en el proceso, aparte diagramas de Pareto e Ishikawa para identificar los problemas dentro y fuera de la línea de producción. Finalmente se realizó una simulación acompañada por un VSM

actual y futuro en la cual se observó las limitaciones y los futuros alcances del proceso. Con la aplicación de las medidas antes mencionadas, la empresa podría mejorar el proceso teniendo un aumento de 50.000 pares mensuales, eliminando la maquila por completo y generando \$80.000 más al proceso.

ABSTRACT

The business world over the years has become highly competitive whereby organizations must take action to stay in charge of the business, so as not to fall in front of the competition and even worse not to meet customer requirements. Therefore, senior management must be attentive to the proposals of improvement in both the production processes and the environment of the company, always being in a cycle of improvement will provide a competitive advantage.

The cleaning products company aims to increase production on the glove manufacturing line, applying quality tools, and focusing on the constraint theory to find the weak ace link of this process.

The cleaning products company is in the Carcelén industrial sector in the city of Quito, which produces various cleaning products for the home with a high level of quality and approachable for the economy of Ecuadorian families. The company has 5 factories where 275 people work, in the titling work we will focus on the number four factory where gloves are manufactured. In order to meet the objectives set in the project, a series of activities were carried out, among them: lifting all the activities involved in the process, taking the times of the activities and seeing their limits to obtain a standard time, value chain, diagramming of the process, lines were balanced to identify the number needed in the process, apart from Pareto and Ishikawa diagrams to identify problems on and off the production line. Finally, a simulation was carried out accompanied by a current and future VSM in which the limitations and future scope of the process were observed. With the application of the measures, the company could improve the process by increasing 50,000 pairs

per month, eliminating the maquila completely and generating \$ 80,000 more for the process.

ÍNDICE

1.	CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Cartera de productos.....	4
1.2.	Cartera de Clientes	5
1.3.	Ubicación.....	6
1.4.	Justificación del Problema	7
1.5.	Alcance	8
1.6.	Objetivos	9
1.6.1.	Objetivo General.....	9
1.6.2.	Objetivo Especificos	9
2.	CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	9
2.1.	Productividad.....	9
2.2.	Gestión de la Calidad	10
2.2.1.	Principios de la Gestión de la Calidad	11
2.2.2.	Herramientas de la Calidad	12
2.2.2.1.	Diagrama de Pareto	13
2.2.2.2.	Diagrama de Ishikawa.....	16
2.2.2.3.	Lista de Verificación	19
2.3.	Gestión por Procesos.....	21
2.3.1.	Proceso	22
2.3.2.	Cadena de Valor.....	23
2.3.3.	Caracterización de Procesos.....	24
2.3.4.	Modelamiento de Procesos BPMN	26
2.4.	Estudio del trabajo	28
2.4.1.	Estudio de Tiempos.....	29
2.4.1.1.	Cronometro	31
2.4.1.2.	Clip-board.....	32
2.4.1.3.	Formatos de Registro.....	32
2.4.1.4.	Tiempo Medio del Ciclo.....	35

2.4.1.5.	Desviación estándar.....	35
2.4.1.6.	Limites Superior e Inferior	36
2.4.1.7.	Promedio Válido.....	36
2.4.1.8.	Calificación Habilidad y Esfuerzo	36
2.4.1.9.	Tiempo Básico	37
2.4.1.10.	Tiempo Estándar	38
2.4.1.11.	Suplementos	39
2.5.	Lean Manufacturing	41
2.5.1.	Trabajo Estandarizado.....	42
2.5.2.	Identificación de desperdicios (MUDA).....	43
2.5.3.	VSM.....	44
2.5.4.	5'S	45
2.6.	Control Estadístico de la Calidad	47
2.6.1.	Capacidad del Proceso.....	47
2.6.2.	Métrica Six sigma Para atributos (DPMO).....	52
2.7.	Teoría de Restricciones.....	54
2.7.1.	Los cinco pasos fundamentales del TOC	57
2.7.1.1.	Identificar la restricción	58
2.7.1.2.	Explotar la restricción.....	58
2.7.1.3.	Subordinar el sistema a la restricción	58
2.7.1.4.	Elevar la Restricción	59
2.7.1.5.	Regresar al primer paso.....	59
2.8.	Mejora Continua	59
2.9.	Flex Sim.....	61
3.	CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL ..	65
3.1.	Gestión por procesos	65
3.1.1.	Cadena de Valor.....	65
3.1.2.	Mapa de procesos	66
3.1.3.	Levantamientos de procesos	69
3.2.	Estudio del trabajo	73

3.2.1.	Consideración de la jornada laboral	74
3.3.	Estudio de tiempos	75
3.3.1.	Documentación de lo observado en la planta	75
3.4.	Cálculo del tiempo estándar	76
3.5.	Defectos	77
3.6.	Simulación	78
4.	CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE CAUSAS	82
4.1.	Diagrama de Pareto.....	82
4.2.	Diagrama de Ishikawa.....	86
4.3.	Identificación de Desperdicios (MUDA)	93
4.4.	VSM Actual	95
4.5.	Análisis de Capacidad del Proceso enfocada a la calidad... ..	101
4.6.	Balanceo de Líneas	104
5.	CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA	108
5.1.	VSM Futuro.....	108
5.2.	Teoría de Restricciones (TOC)	110
5.2.1.	Identificar la restricción	110
5.2.2.	Explotar la restricción	111
5.2.3.	Subordinar el sistema a la restricción	112
5.2.4.	Elevar la Restricción	112
5.2.5.	Regresar al primer paso	113
5.3.	Análisis de costo beneficio.....	114
6.	CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
6.1.	Conclusiones.....	119
6.2.	Recomendaciones	122
	REFERENCIAS	124
	ANEXOS	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cartera de productos.....	5
Figura 2. Cartera de clientes	6
Figura 3. Ubicación de la empresa Adaptada de (Google Maps, 2020).....	7
Figura 4. Principio de Pareto	14
Figura 5. Principio de Pareto en el ámbito comercial	14
Figura 6. Ejemplo de diagrama de Pareto	16
Figura 7. Identificación del problema y gráfico de la estructura de ramas.....	18
Figura 8. Cronómetro digital.....	32
Figura 9. Clip-board.....	32
Figura 10. Formato para la toma de tiempos (1)	33
Figura 11. Formato para la toma de tiempos (2)	34
Figura 12. Formato para la toma de tiempos (3)	34
Figura 13. Suplementos Adoptado de (Frievalds y Niebel, 2014, p.346)	40
Figura 14. Ejemplos de VSM.....	45
Figura 15. Ciclo PHVA	61
Figura 16. Panel control Fuente, Tomado de (FlexSim, 2020).....	62
Figura 17. Panel control bodega, Tomado de (FlexSim, 2020)	63
Figura 18. Panel control del Proceso, Tomado de (FlexSim, 2020)	63
Figura 19. Panel control del combiner, Tomado de (FlexSim, 2020).....	64
Figura 20. Panel control de la salida, Tomado de (FlexSim, 2020)	64
Figura 21. Cadena de valor	66
Figura 22. Mapa de procesos, Tomado de Bizagi 2020	68
Figura 23. Levantamiento de procesos (1).....	71
Figura 24. Levantamiento de procesos (2).....	71
Figura 25. Levantamiento de procesos (3).....	72
Figura 26. Levantamiento de procesos (4).....	72
Figura 27. Levantamiento de procesos (5).....	73

Figura 28. Levantamiento de procesos (6).....	73
Figura 29. Simulación del proceso (1).....	79
Figura 30. Simulación del proceso (2).....	79
Figura 31. Entradas y salidas del horno	80
Figura 32. Guantes empaquetados por unidad	80
Figura 33. Variación del tiempo.....	81
Figura 34. Diagrama de Pareto	83
Figura 35. Actividades del proceso con tiempos	84
Figura 36. Diagrama de Pareto	85
Figura 37. Espina de pescado Materiales y Métrica.....	89
Figura 38. Espina de pescado Maquinaria y Medio Ambiente	89
Figura 39. Espina de pescado Mano de Obra y Método	90
Figura 40. Espina de pescado Problemas en la formulación del látex	90
Figura 41. Espina de pescado, Daños en el horno de vulcanizado.....	91
Figura 42. Espina de pescado, Daños en el horno de secado	92
Figura 43. Espina de pescado, Falta de control del Personal	92
Figura 44. Takt Time	97
Figura 45. Gráfico de la demanda actual	98
Figura 46. VSM Actual	99
Figura 47. VSM Actual	100
Figura 48. VSM Futuro	108
Figura 49. VSM Futuro.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cartera de productos por fábrica	4
Tabla 2. Ejemplo de un listado de verificación	21
Tabla 3. Caracterización de procesos	25
Tabla 4. Elementos Bizagi.....	26
Tabla 5. Tiempos de Ciclos	29
Tabla 6. Simbología ASME	30
Tabla 7. Habilidad y esfuerzo	37
Tabla 8. Capacidad del proceso	48
Tabla 9. Valor CP	49
Tabla 10. Calidad a corto plazo.....	50
Tabla 11. Calidad a corto plazo.....	50
Tabla 12. Valores Sigma	52
Tabla 13. Inductores de cambio	67
Tabla 14. Jornada Laboral	74
Tabla 15. Tiempo estándar.....	76
Tabla 16. Defectos	77
Tabla 17. Problemas del proceso de guantes	82
Tabla 18. Diagrama de Ishikawa (1).....	86
Tabla 19. Diagrama de Ishikawa (2).....	87
Tabla 20. Identificación de desperdicios (1)	94
Tabla 21. Identificación de desperdicios (2)	95
Tabla 22. Actividades del proceso.....	95
Tabla 23. Nivel Yield	104
Tabla 24. Balanceo de líneas	106
Tabla 25. Balanceo de líneas	107

1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El uso y la producción en sí de artículos de limpieza ha ido en aumento estos últimos años a nivel mundial, como es el caso de España, donde se ha tenido un crecimiento del 7% anual desde el año 2017, según datos de la Federación Empresarial de la Industria Química Española FEIQUE (Limpieza, 2018). Este crecimiento ha sido influenciado mayormente por el uso de plataformas virtuales como es el caso de los diferentes mercados online, las transacciones en estos sitios incrementaron un 25% por la aceptación que tienen en la población (Limpieza, 2018). En Ecuador se tiene un panorama similar, una de las empresas referentes a productos de limpieza es la Jabonería Wilson S.A. la cual produce detergentes, jabones, suavizante de ropas, jabón cosmético que son distribuidos al público (Wilson, 2017). Esta organización presenta una utilidad bruta de 2.412.874 USD y sus productos tienen un gran posicionamiento en el mercado a nivel nacional como es el caso de LAVA, El Macho, Cierzo, entre otros (Wilson, 2017).

El siguiente trabajo de titulación se centra en una empresa de producción de diferentes artículos de limpieza, ubicada en la capital del Ecuador. Se fundó en el año de 1983, construyendo en la ciudad de Quito la primera planta de producción de esponjas, virutas y estropajos. La fase de producción económica de la empresa es el sector de la manufactura con una importante inversión privada, cuenta con la certificación de calidad ISO 9001-2015 desde el año 2017 y su mercado objetivo, son todas las familias ecuatorianas brindando uno de los mejores productos de limpieza, con la más alta calidad y al alcance de todas las economías. Al ser una empresa de manufactura cuenta con una extensa lista de maquinaria como hornos, máquinas de inyección, termo conformado, máquinas de corte, máquinas de secado, clorinado, entre otras. En combinación con la mano de obra se logra la

producción de los diferentes artículos de limpieza que brinda al público la empresa en cuestión.

Algunos de los productos de limpieza que son reconocidos en el mercado proceden de grandes marcas como Estrella, Lis, Forte, Don Brillo, Zentella que se realizan en la empresa y son importes proveedores de la Corporación la Favorita tanto en Supermaxi como en Aki, teniendo por tres años consecutivos el galardón de mejor proveedor en los años 2008, 2013 y 2014. Actualmente, pasa por un momento de crecimiento y buscando opciones de ampliación de sus 5 plantas ya que no se puede satisfacer la demanda solicitada por el mercado ecuatoriano, esto se debe a que el uso de productos de limpieza ha incrementado un 13% en los últimos dos años. Hoy en día, la empresa posee un total de 275 empleados con la expectativa de llegar a los 300 empleados en el año 2021. Teniendo una facturación promedio de 2 000 000 USD anuales.

El problema identificado es la capacidad de producción que posee la planta número 4 encargada de la fabricación de guantes, se ha tomado la decisión de ejecutar una teoría de restricción para determinar cuál de todas las actividades involucradas en la fabricación de este producto está generando una demora sustancial en el proceso, con esto se tratará de aumentar la productividad de este proceso en al menos un 5%. Esta situación también tiene su origen en la falta de estandarización y la alta rotación del personal. En el mes de noviembre 2019 no se pudo cumplir con la demanda y la empresa tuvo que solicitar maquila de un porcentaje de la producción de ese mes, lo cual produce elevados desembolsos.

La productividad de la línea de guantes es ineficiente debido a que mensualmente se recibe pedidos de 92.337 guantes y la línea de producción puede abastecer hasta

una capacidad mensual de 35.200 guantes, dejando un total de 57.138 pares de guantes (61.87%) al maquilado. Esto significa un egreso aproximado de 55.000 USD recuperando el 35%.

Otro inconveniente es que el personal debe realizar dos horas extras para completar los pedidos. Lo que genera 40 horas extras por persona semanalmente y al finalizar el mes le implica 1792.8 USD a la compañía.

La organización, está consciente de la necesidad de aumentar la producción en su línea y tener una nueva variedad de guantes, pero debido a la capacidad instalada de la planta esto se complica. La base de la teoría de restricciones es determinar un sistema como un todo, siendo conscientes de que una planta de producción es una serie de eslabones fuertemente dependientes entre sí. La empresa de productos de limpieza tiene la meta de obtener beneficios en el presente y con sostenibilidad en el futuro.

Tratándose de una empresa de productos de limpieza, el Covid 19 no ha tenido afectación devastadora ya que están en constante producción, pero la implementación de normas de bioseguridad por la pandemia ha incrementado los gastos, por ejemplo, los productos de desinfección por planta antes de la pandemia tenían un tiempo de vida de aproximadamente un mes, ahora este tiempo descendió a 15 días. Otro gasto que tiene que asumir la empresa es la movilidad de sus trabajadores, la dotación a todo el personal de productos de bioseguridad como guantes y mascarillas y la poca demanda de productos que no son de primera necesidad como pinzas de ropa y cera para pisos.

1.1. Cartera de productos

Esta empresa de productos de limpieza posee una gran variedad de productos, de entre los cuales se tiene:

Tabla 1.

Cartera de productos por fábrica

Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Fábrica 4	Fábrica 5
Esponjas	Cloro	Cabo metálico	Ceras	Fibras abrasivas
Esponjillas	Desinfectante	Cepillos	Guantes	Paños
Estropajos	Desinfectante de cocina	Escobas		Fundas de Basura
Virutas	Crema lava vajillas	Pinzas		Paño húmedo absorbente
	Lava vajillas líquido	Traperos		
		Cepillo sanitario		



Figura 1. Cartera de productos

1.2. Cartera de Clientes

Debido al crecimiento de la empresa con el pasar de los años, ha logrado tener un buen posicionamiento en el mercado, tanto así que sus clientes han ido aumentando, entre ellos están:



Figura 2. Cartera de clientes

1.3. Ubicación

La empresa de productos de limpieza se encuentra ubicada en la zona industrial de la ciudad de Quito.

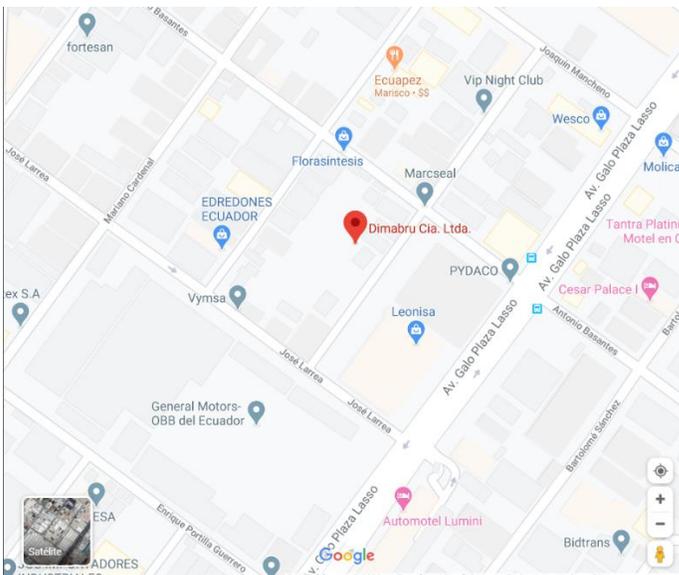


Figura 3. Ubicación de la empresa Adaptada de (Google Maps, 2020)

1.4. Justificación del Problema

La empresa de productos de limpieza es una organización que cuenta con 275 empleados en sus 5 plantas y oficinas. La empresa ha tenido un crecimiento por lo cual la gerencia tiene la necesidad de implementar mejoras en los diferentes procesos como sistemas de control en la producción, inventarios, compra y ventas, por lo que se ha incrementado el mercado, debido a esto se han descuidado ciertos procedimientos y no cuentan con un estudio de tiempos ni un correcto balanceo de líneas.

Desde el año 2015 al 2019 la empresa ha tenido un crecimiento y posicionamiento en el mercado del 20%. Desafortunadamente no se realizó un estudio de mercado y diferentes procesos de la empresa no estaban preparados para asumir un aumento de la producción, por lo cual se han arrastrado varios problemas en cuanto a cumplir los requerimientos del cliente. Un incremento en los cuellos de botella en las líneas de producción, aumento en maquilado del producto y no se posee un

balance correcto de las líneas. La maquinaria que se tiene en diferentes procesos es antigua y provoca daños constantes generando paros en la línea.

Se realizará la teoría de restricciones (TOC) como se menciona anteriormente en este trabajo de titulación debido a que la organización acude mucho al proceso de maquila, el cual, le representa a la empresa un egreso de 30000 USD o más. Cuando se aplique la teoría de restricciones se podrá identificar los diferentes cuellos de botella que posea esta línea de producción de guantes y realizar un balance de sus líneas para atacar al eslabón más débil, de esta manera tratar de aumentar la producción de guantes por efecto de que para la organización es sumamente importante cumplir con la demanda que requiere el mercado y de esta manera no perder a sus clientes.

Cuando se evidencie las posibles mejoras arrojadas por TOC y las herramientas de la calidad estas serán utilizadas en el trabajo de titulación, permitirán a la empresa reducir o acabar con el excesivo maquilado de guantes y la empresa ahorraría mensualmente 19500 USD que pueden ser distribuidos en la mejora de la maquinaria o generar más turnos de trabajo.

1.5. Alcance

El trabajo de titulación se enfocará en la línea de producción de guantes lava vajilla calibre 25, desde el ingreso de materia prima hasta el empaque del producto terminado.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Realizar una propuesta de mejora en el proceso de manufactura de guantes (látex) mediante la metodología de teoría de restricciones en la empresa que realiza productos de limpieza.

1.6.2. Objetivo Específicos

- Realizar un estudio de la situación actual de la empresa en la línea de producción de guantes calibre 25.
- Analizar las causas del problema mediante herramientas de calidad.
- Diseñar una propuesta de mejora mediante la aplicación del estudio de la teoría de restricciones.
- Realizar mediante el contexto de costo–beneficio las propuestas de Mejora.

2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Productividad

La productividad se refleja a través de los resultados que se llegan a obtener de un proceso o sistema, es decir se notará en el incremento de los resultados teniendo

en cuenta todos los recursos que se utilicen. La productividad debe estar de la mano con la eficiencia y la eficacia para llegar o cumplir los objetivos que se establezcan. Cuando se logra aumentar la productividad de una organización se lo debe considerar un logro (Pulido, 2014).

La mejora continua de cualquier sistema de una organización nos permite tener una mejor productividad, la idea no es producir sin control sino mejorar el proceso, siempre teniendo en consideración todos los aspectos de la empresa, incluso los operarios son fuentes para incrementar la productividad (Pulido, 2014).

Se deberá siempre ser efectivos como eficaces, para de esta manera llegar al objetivo establecido por la organización utilizando la menor cantidad posible de recursos, he intentado tener cero desperdicios y cumpliendo con el tiempo indicado sin generar demoras (Pulido, 2014).

2.2. Gestión de la Calidad

En si la gestión de la calidad es la unión de procesos que le autorizan a cualquier empresa planear, ejecutar y controlar las diferentes tareas que se lleven a cabo. La gestión de la calidad es diferente; dependiendo el sector de negocio para el que se fijen sus propios estándares o metas (Raffino, 2020).

El concepto de calidad está relacionado en Estados Unidos a partir de 1920, generado por las grandes compañías como Ford Motor Company, Wester Electrie, etc. Que empiezan a introducir en sus organizaciones y procesos el concepto de la calidad de diversas maneras (Arbos, 2011).

En estos años el señor Ronald Fisher empieza a utilizar el diseño estadístico de experimentos conocido como DEE, para lograr mejorar su productividad en algunos cultivos. Surge de igual manera el control estadístico de la calidad (SPC) del padre de la calidad, el señor Walter A. Shewhart (Arbos, 2011).

El siguiente gran paso de la calidad surge en la segunda gran guerra con la ayuda de las herramientas ya antes mencionadas sobre la calidad. En esta época aparecen Walter E. Deming, Joseph M. Juran, colaborando en el desarrollo del programa de la gestión de la calidad, a la par Armand V. Feigenbaum da los primeros pasos en el desarrollo de un nuevo concepto el TQM (Control Total de la Calidad) esto es el origen de lo que hoy se conoce como Gestión de la Calidad total (Arbos, 2011).

2.2.1. Principios de la Gestión de la Calidad

Estos principios tienen la finalidad de poder orientar a la empresa para que este cumpla las metas de manera exitosa. Hay siete principios fundamentales que son:

- **Cliente:** Entender las necesidades y lograr cumplir con sus expectativas, esto es la clave fundamental para poder satisfacer los pedidos de los consumidores y que estos mantengan una fidelidad hacia la organización.
- **Liderazgo:** El clima laboral que se tenga dentro de la organización dependerá exclusivamente de la estrategia de dirección, el líder principal autoriza las tareas o responsabilidades, dependiendo del tipo de estructura.

- Participación del personal: Mientras el personal de una organización se encuentre más motivada provoca un mayor compromiso de su parte a la empresa.
- Enfoque basado en procesos: Se debe trazar un sendero para las diferentes áreas de la organización esto es parte del desarrollo para la empresa así permitirá llegar a los objetivos planteados de manera correcta.
- Mejora Continua: Se debe evaluar los sistemas de calidad para encontrar debilidades y de esta manera hallar opciones de mejora en los procesos.
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones: Se deberá medir los datos de manera cuantitativa como cualitativa, esto sirve para encontrar el mejor desempeño de la empresa en sus diferentes actividades.
- Relación con los proveedores: Es fundamental que la organización cree una positiva relación con sus proveedores ya que esto producirá beneficios como descuentos, planes de pago, etc (ISO–9001,2015, p.11).

2.2.2. Herramientas de la Calidad

Las herramientas de la calidad son métodos que funcionan para conseguir la mejora continua, y soluciones a problemas organizacionales. Estas herramientas brindan una gran ayuda para entender de una mejor manera los diferentes procesos de una empresa para identificar sus defectos y poder aplicar la mejora continua, así los procesos nunca serán obsoletos.

Las diferentes herramientas de la calidad sirven para poder tener un control mediante la utilización de diferentes técnicas como la medición, análisis y la propuesta de soluciones sobre el rendimiento de un procedimiento de la empresa.

Estas herramientas permiten renovar el sistema y de esta manera se logrará tener el mejor rendimiento posible (S.L, 2018).

Estas herramientas generan una cantidad de beneficios para las organizaciones entre ellas tenemos:

- Incremento de la calidad del producto final
- Reducir los desperdicios
- Reducir las pérdidas
- Reducción de gastos
- Tener una disminución en el tiempo de producción
- Suaviza la producción

2.2.2.1. Diagrama de Pareto

Este diagrama es una representación gráfica, parecida al histograma donde se pueden observar posibles causas del problema teniendo un orden de sus frecuencias de mayor a menor, esto nos permite identificar los problemas que poseen más probabilidad de ocurrencia y descartar todas aquellas causas que son menos probables de haber ocasionado el problema (Lemos, 2016).

Esta herramienta se basa en el principio de Pareto, también posee el nombre de la regla 80-20 esto dice que en cualquier grupo de factores que construyen un mismo resultado, solo una mínima parte, en este caso el 20%, son conocidos como “pocos

y vitales” son los causantes de la mayor parte de este efecto frente al resto, conocido como “pocos y triviales” (Lemos, 2016).

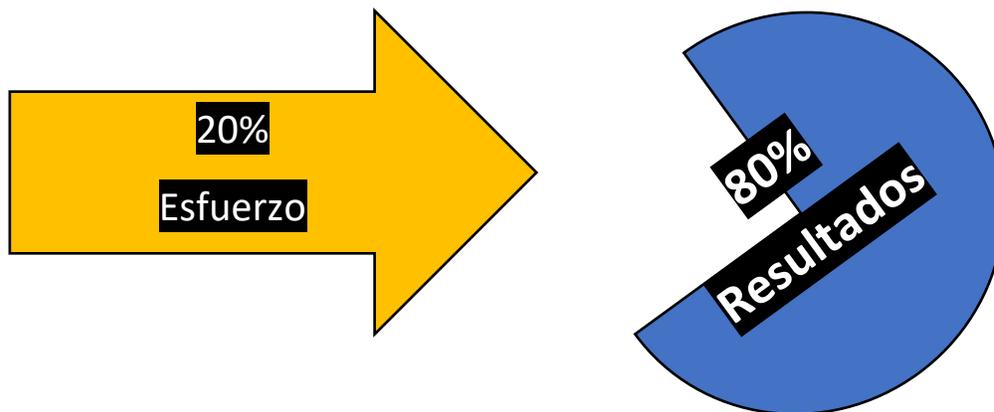


Figura 4. Principio de Pareto

Como ejemplo en el ámbito comercial se puede decir que el 20% de los clientes de una organización son los encargados del 80% de las ventas. Esto es fundamental para la empresa al momento de diseñar la estrategia para incrementar las ventas según el requerimiento del cliente (Lemos, 2016).

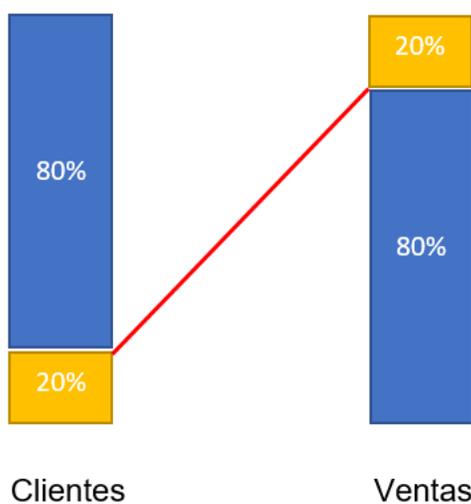


Figura 5. Principio de Pareto en el ámbito comercial

Al momento de aplicar el diagrama de Pareto para identificar las causas del problema, de mayor ocurrencia (pocos y vitales) y eliminando las causas de menor posibilidad (pocos y triviales). Esto genera un gran avance debido a que nos permite focalizar todos los recursos que se tengan disponibles a la eliminación de las causas más probables, lo que traerá buenos resultados con el mínimo de esfuerzo (Lemos, 2016).

Para poder realizar un diagrama de Pareto, se comienza con la obtención de datos sobre la frecuencia de ocurrencia de cada causa. Estos datos se pueden obtener de varias maneras como encuestas sobre la satisfacción del cliente, registros internos, entre otros (Lemos, 2016).

El diagrama de Pareto muestra una gráfica de barras, los valores absolutos de cada causa y de forma de líneas las diferentes frecuencias acumuladas. En el eje horizontal se coloca las diferentes causas de mayor a menor frecuencia, en el eje vertical se coloca el valor absoluto de las frecuencias (lado izquierdo) y el valor acumulado (lado derecho), el valor acumulado debe ir ente 0% al 100% (Lemos, 2016).

Una vez finalizada la representación de frecuencias, se debe hacer una línea horizontal la cual corresponderá a la probabilidad del 80% y una vertical que cruzará la anterior línea justo donde la frecuencia acumulada alcanza el valor del 80%. El área captada por las dos líneas serán los pocos y triviales (Lemos, 2016).

En la imagen siguiente se representará tipos de defectos de cierto producto y la frecuencia con la que aparecen:

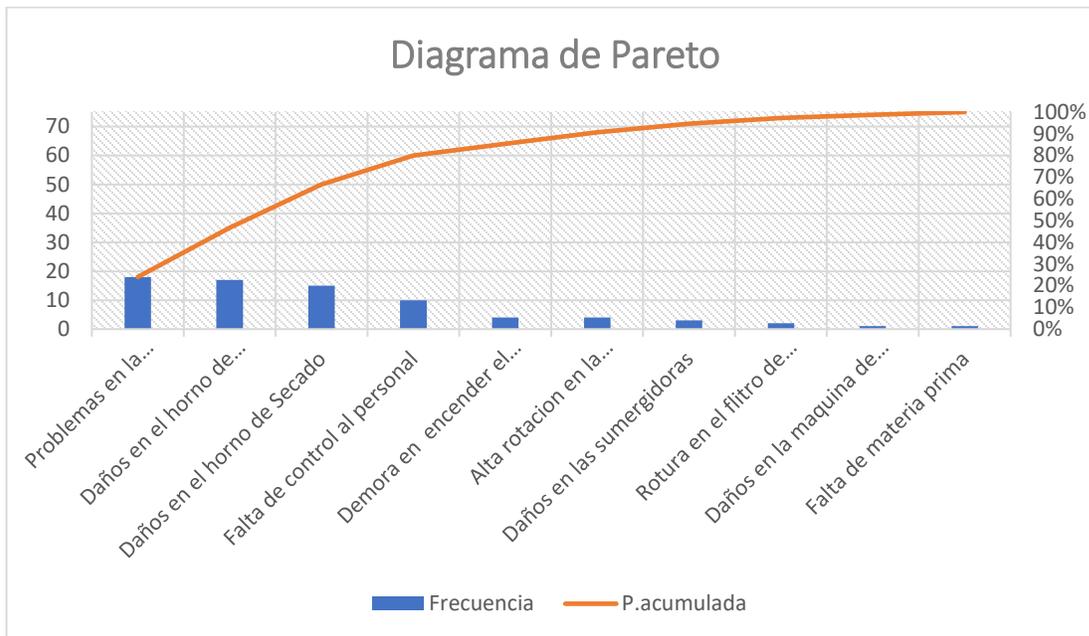


Figura 6. Ejemplo de diagrama de Pareto

En este diagrama es sumamente sencillo, el 80% de los productos defectuosos son todos los defectos identificados bajo el área sombreada, en este ejemplo los defectos del A al C son los principales defectos que la organización debe abordar para mejorar la calidad de su producto (Lemos, 2016).

2.2.2.2. Diagrama de Ishikawa

Este diagrama es una herramienta que fue creada por el señor Kaoru Ishikawa, por eso el nombre del diagrama de Ishikawa o más conocida como la espina de Ishikawa. Posee este nombre de espina debido a la forma que adopta el diagrama una vez realizada queda con la apariencia de una espina de pescado (Lemos P. L., 2016).

De las diferentes herramientas de la calidad esta es la primera que no tiene una base estadística. Se la utiliza ampliamente para lograr identificar las causas de los diferentes problemas de manera organizada y sistemática. Con la diferencia de las otras herramientas esta puede ser utilizada por una sola persona para la obtención de datos, o con un equipo de trabajo para poder abarcar mejor las causas del problema planteado (Lemos P. L., 2016).

El origen de este famoso diagrama es en considerar que un problema puede tener varias causas de origen, de estas se puede obtener 6 grandes grupos. Este permite crear un plan de acción que sea mucho más eficaz para llegar a la resolución de un problema, ya que cuando se identifica varias causas de un solo problema se puede focalizar mejor los recursos que solo atacando a una (Lemos P. L., 2016).

Para poder diseñar el diagrama de causa efecto (Diagrama de Ishikawa), el grupo de trabajo debe tener identificado claramente el problema al cual atacar. La definición del problema deber ser totalmente clara para que ningún integrante del grupo genere duda sobre la resolución final (Lemos P. L., 2016).

Cuando se identificó el mismo este debe ser analizado, se colocará a la derecha del diagrama. El siguiente paso se trazará una línea de manera vertical con forma de flecha la cual apuntará al problema y se realizará las líneas que representarán las causas principales del mismo. Estas causas principales son las categorías donde se van a agrupar el resto de las causas y se puede formar también sub-causas que se muestra con flechas y se puede observar en la siguiente imagen (Lemos P. L., 2016).

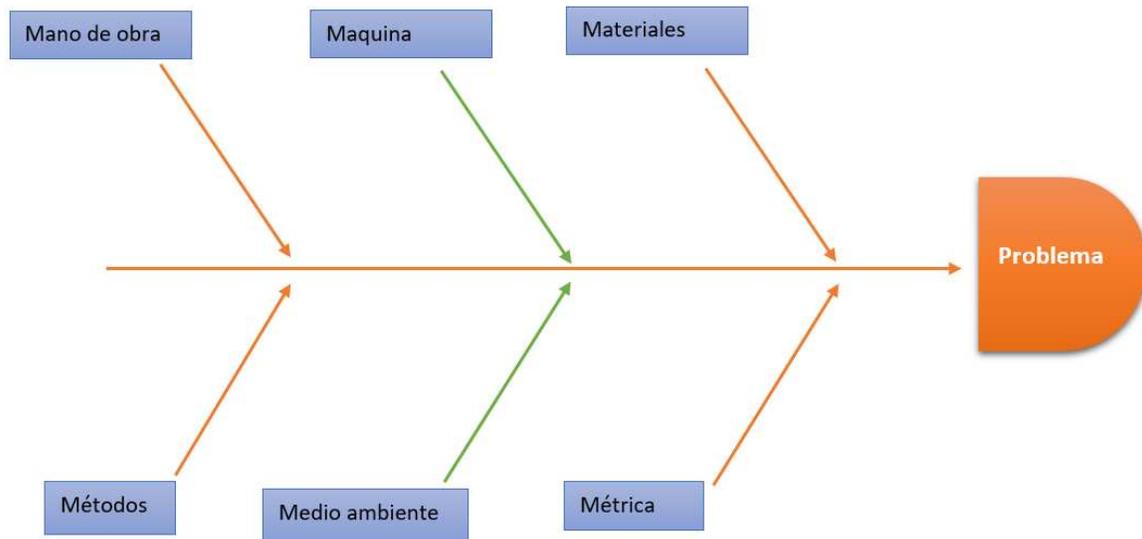


Figura 7. Identificación del problema y gráfico de la estructura de ramas

Existen diferentes categorías que se pueden utilizar en este diagrama, pero las más habituales son:

- **Mano de Obra:** Tienen su origen en el personal que está involucrado en el problema a resolver. En esta categoría puede estar inmersas varias causas como la falta de formación, negligencia o hasta sabotaje.
- **Máquinas:** Ligadas a máquinas inadecuadas para el puesto de trabajo o la operación, no se tiene un plan correcto de mantenimiento o la maquinaria ya es obsoleta, etc.
- **Materiales:** Ligados sobre todo a las materias primas, podemos identificar la mala calidad o también una falta de inspección al momento de recibir la materia prima, el almacenamiento inadecuado de los materiales o mal manejo en su proceso.
- **Métodos:** En este punto se observa las causas que derivan de procedimiento del trabajo o la falta de estos en el proceso.

- Medio Ambiente: Si se posee un entorno que no sea el adecuado para el proceso de manera automática genera problema en él y en su producto final.
- Métrica: Son causadas por la falta de inspecciones en el proceso o en el producto final, esto conforma aparatos de medición inadecuados para el proceso o mal calibrados (Lemos P. L., 2016).

El diagrama de causa y efecto nos ayuda obteniendo conocimiento común a todo el equipo involucrado en la resolución del problema, pero no elimina los datos reales obtenidos de diversas observaciones del proceso. Esta herramienta de la calidad orienta al equipo de trabajo a poder identificar los posibles problemas y brindar ideas sobre los diferentes datos que se puedan obtener para llegar a resolverlo. Por este motivo los datos reales obtenidos logran consolidar las causas encontradas en este diagrama (Lemos P. L., 2016).

2.2.2.3. Lista de Verificación

Esta herramienta de la calidad está destinada a recopilar diferentes datos bajo un método sencillo como anotar las diferentes marcas que estén asociadas a la ocurrencia de sucesos concretos. Es un formato creado para la obtención de datos de manera que su registro sea sencillo para examinar los diferentes factores que actúan en el problema específico.

La lista de verificación presenta las siguientes ventajas:

- El proceso de obtención de datos se lo puede aplicar a cualquier área de la organización de manera fácil y eficiente.
- Datos fáciles de entender.
- Rápida evidencia de patrones en los datos adquiridos.

Se utiliza esta herramienta para realizar un estudio de las diferentes causas de un problema para poder comprobar o desestimar una hipótesis. Es una de las herramientas de la calidad que se recomienda utilizar como punto de partida antes de utilizar diagramas de Pareto, gráficos de control o histogramas.

El señor Kaoru Ishikawa determina 4 usos para el listado de verificación al momento de realizar un control de calidad y son:

1. Cuantificación de defectos por ubicación.
2. Cuantificación de defectos por causa
3. Cuantificación de defectos por tipo
4. Verificar el diseño de la distribución de la probabilidad de un proceso.

El listado de verificación debe ser fácil para el usuario y debe permitir que la información sea de sencilla observación para realizar un primer análisis para identificar los principales problemas.

Tabla 2.

Ejemplo de un listado de verificación

Nombre de la empresa			
Fecha de la auditoria			
Duración de la auditoria			
DESCRIPCION			
ALCANCE			
Elementos para revisar	Auditor	Día de auditoria	Si/No

2.3. Gestión por Procesos

Comúnmente la gestión por procesos es confundida como un modelo para implementar controles sobre una organización. Esta ideología está equivocada debido a que la gestión por procesos es la unión de varias herramientas y fundamentos que permiten que dentro de una organización todo sea gestionable. Por ejemplo, tenemos la calidad, ya que debido al control de los procesos se puede

determinar, objetivos que ayudarán a la organización a dar un valor extra a cada una de las actividades que realiza, logrando tener procesos más eficaces que brindarán al cliente un producto y servicio de calidad, llenando sus expectativas (Velasco, 2012).

La gestión por procesos dentro de las organizaciones permite generar estrategias mediante una serie de actividades, entre ellas tenemos un enfoque a resultados, trabajo en equipo, esto genera que si existe un error no se culpe al operario sino al proceso, de esta manera se busca un enfoque en la mejora continua tanto para el trabajador como para el proceso, de esta manera se crean procesos transversales y se genera un flujo de información que mejora los resultados (Velasco, 2012).

2.3.1. Proceso

El concepto más empleado para proceso lo define como el conjunto de diversas actividades, donde la materia prima se transforma en un producto o servicio el cual tendrá el objetivo de satisfacer y superar las expectativas del cliente ya sea este interno o externo (Luis Fernando Agudelo, 2010).

Se debe identificar a las 3 figuras principales de un proceso estos son: cliente, producto y proveedor, estos tres deben trabajar simultáneamente para lograr los resultados óptimos a los que se espera llegar. El cliente en esta cadena se encargará de brindar a la empresa una retroalimentación sobre el producto final. El proveedor brindará la materia prima o los recursos necesarios para desarrollar el producto. La empresa como productor transformará la materia prima dada por el proveedor para cumplir con los requerimientos y las necesidades del cliente de esta

manera se evitarán errores y la organización trabajará de una manera más satisfactoria (Luis Fernando Agudelo, 2010).

Es sumamente importante que todas las características mencionadas anteriormente formen parte de un proceso, para evitar que la información obtenida se desvíe del objetivo en común de la organización y evitando productos no conformes y reprocesos (Luis Fernando Agudelo, 2010).

2.3.2. Cadena de Valor

La cadena de valor es la secuencia de actividades que ejecuta la empresa para diseñar, producir, vender, distribuir y apoyar sus productos. Según Michael Porter la cadena de valor es una ventaja competitiva en la cual están todas las diferentes actividades que generan valor, estas son:

- **Actividades Primarias:** Relacionadas directamente con la transformación de la materia prima hasta llegar al producto final, incluido venta y post venta.
- **Actividades Secundarias:** Las actividades de apoyo generan valor al producto, pero estas no están relacionadas directamente con la producción ni la comercialización del producto. Mas bien sus funciones generan apoyo a las actividades primarias (Magretta, 2014).

Al momento de usar esta herramienta de Calidad permite a la organización identificar tanto sus fortalezas como debilidades, sobre todo las fuentes de ventajas

competitivas. Esta herramienta dice que toda organización tiene su cadena de valor formada por tres actividades estas son:

1. Diseño del producto.
2. Obtención de materia prima
3. Insumos hasta la distribución del producto incluido venta y postventa (K, 2014).

Siempre para realizar el análisis de una cadena se deberá agregar un valor a las actividades involucradas del proceso, así también un costo asociado, después los valores como en los costos se podrán identificar ventajas o desventajas competitivas (K, 2014).

2.3.3. Caracterización de Procesos

La caracterización de los procesos radica en identificar elementos que forman parte del proceso como: ¿Para quienes se hace?, ¿Quién lo hace?, ¿Cómo se hace?, ¿Qué se requiere para hacerlo? (COREDI, 2016)

Con esto se llevará un mejor control de los diversos procesos que se realicen en una empresa. Esto ayudará a que la empresa genere una cultura de calidad ya que se orientará a lograr los objetivos organizacionales. Hay una gran variedad de formatos para realizar la caracterización de los procesos, pero dependiendo cual sea se debe tomar en cuenta los siguientes apartados:

- Nombre del proceso

- Responsable del proceso
- Objetivo meta
- Proveedor
- Entradas para el proceso> insumos, información, elementos o materiales.
- Actividades
- Salida Prevista: Producto Final
- Cliente que va a recibir el producto final del proceso
- Recursos que se utilizó para lograr el producto final
- Medidas de Control
- Producto en mal estado
- Acciones de mejora
- Información documentada

Tabla 3.

Caracterización de procesos

Caracterización de procesos								
Nombre del Proceso					Responsable			
Objetivo del proceso					Requisitos ISO 9001 Aplicables			
Alcance								
Proveedor	Entrada	Ciclo	Actividades			Salida prevista	Cliente	
			Actividades	Responsable	Frecuencia			
		P						
		H						
		V						
		A						
Recursos					información Documentada			
Materiales					Mantener		Conservar	
Humanos								
Económicos								
Tecnológicos								
Normativa aplicable	Riesgo	Oportunidades	Salidas no conformes		Criterios para acciones			

2.3.4. Modelamiento de Procesos BPMN

El modelamiento de procesos es una acción en donde se diseña el flujo de un proceso. El modelamiento de proceso debe ser lo más claro posible para que cualquier persona dentro de la organización o fuera de ella pueda entender cada actividad. Gracias al modelamiento de procesos se puede identificar de mejor manera las oportunidades de mejora y en base de esto sugerir decisiones justificadas con evidencias.

En la siguiente tabla se especificará los símbolos que se implementaran en el trabajo de titulación al momento de diagramar el proceso.

Tabla 4.

Elementos Bizagi

Elementos	Descripción	Notación
Tarea	Es una actividad atómica que está incluida dentro del proceso	
Subproceso	Es una actividad que contiene otras actividades	

Actividad de Servicio	Esta actividad provee alguna clase de servicio es decir de forma automática	
Actividad Manual	Es ejecutada por el operario	
Evento Inicio Simple	El evento indica donde comenzará el proceso	
Evento de Temporización	Este evento señala un tiempo de espera en la línea de producción	
Finalización simple	Indica donde el proceso finaliza	
Compuerta Exclusiva	Es utilizada para crear dos caminos en el flujo del proceso	

Adaptado de (Bizagi,2019)

2.4. Estudio del trabajo

El estudio del trabajo es una técnica que funciona para aumentar por unidad de tiempo o disminuir el valor por unidad de producción, también se la puede definir como el análisis de dos tiempos distintos en la historia de un producto. El ingeniero de métodos es el encargado de crear y desarrollar diversos centros de trabajo donde el producto será realizado. El segundo paso el ingeniero deberá aprender de estos centros de trabajo con la finalidad de buscar mejores maneras para crear el producto y mejorar su calidad (Andris Freivalds, 2014).

El estudio de métodos ayuda para seleccionar los mejores métodos de fabricación de un producto incluyendo las herramientas, equipos y las diferentes habilidades para manufacturar un producto. Cuando se tenga ya establecido el método, se debe acordar un tiempo estándar para la fabricación del producto, a los trabajadores se les compensará de manera adecuada según la producción, responsabilidad, habilidades y nivel de experiencia, con esto los trabajadores crearán un sentimiento satisfactorio al momento de realizar su trabajo (Andris Freivalds, 2014).

El procedimiento en su totalidad introduce la definición del problema la cual nos dice que hay que dividir el trabajo en varias operaciones se deberá estudiar cada operación con la finalidad de observar los procedimientos de fabricación con menor costo para el nivel que se quiere fabricar, teniendo en cuenta la seguridad de los trabajadores y su nivel de interés en el área de trabajo (Andris Freivalds, 2014).

2.4.1. Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es una herramienta para medir el trabajo sirve para crear un registro de los tiempos y el ritmo de trabajo adecuado a los varios elementos de una actividad concreta, teniendo condiciones determinadas y para examinar el tiempo que se necesita para realizar la actividad teniendo los parámetros establecidos (Lopez, 2019).

Se debe tomar en cuenta que cada tarea deberá tener medidos sus tiempos ya que de aquí se determina el número de procedimientos. La compañía General Electric invento una tabla para denotar la cantidad de ciclos conforme al tiempo que demore cada actividad, en el trabajo de titulación se efectuara 10 tomas de tiempos para cada actividad del proceso.

Tabla 5.

Tiempos de Ciclos

Tiempo de Ciclo en minutos	Número predeterminado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.5	60
0.75	40
1	30
2	20
2 – 5	15
5 – 10	10
10 - 20	8
20 - 40	5
40 o mas	3

Tabla. Número predeterminado de observaciones, tomada de (Frievalds y Nivel, 2014, p. 319)

Para la identificación de las actividades que realizan los procesos se utilizará la simbología ASME:

Tabla 6.

Simbología ASME

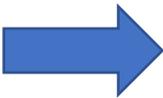
Descripción	Símbolo
Operación	
Transporte	
Almacenamiento	
Retrasos	
Inspección	

Tabla. Simbología ASME, Adaptado de (Freivalds y Niebel, 2014, p. 27)

Para realizar el estudio de tiempos se tomará el siguiente formato el cual está adaptado del libro Ingeniería industrial de Niebel en la página 316. Existen varias herramientas para la toma de tiempos entre estas se tiene:

- Cronometro.
- Clip-board.
- Formularios o formatos de registros (Lopez, 2019)

2.4.1.1. Cronometro

Según la oficina internacional del trabajo recomienda que para la toma de tiempos se utilicen dos tipos de cronometro:

Mecánico: Tenemos cronómetros mecánicos como vuelta a cero, ordinario, cronometro de registro fraccional de segundos.

Electrónico: Se subdivide en el que se utiliza solo y el que está integrado a un dispositivo de registro (Lopez, 2019).

Se debe recordar que un cronómetro es un instrumento de sumo cuidado y este con el paso del tiempo puede presentar problemas sobre todo en su calibración. Es recomendado que el cronómetro que se utilice para la toma de tiempos solo se lo utilice para esta actividad y cada cierto tiempo realizar su respectivo mantenimiento (Lopez, 2019).



Figura 8. Cronómetro digital

2.4.1.2. Clip-board

En el tablero se utilizan formularios donde se anotarán las diversas observaciones obtenidas en el proceso. Las características de estos tableros son su tamaño y rigidez el tamaño depende del tipo de formulario que se va a colocar. Varios Clip-board poseen un dispositivo para colocar el cronómetro (Lopez, 2019).



Figura 9. Clip-board

2.4.1.3. Formatos de Registro

Es verdad que se puede colocar los tiempos y las observaciones en una hoja en blanco pero seria cotractorio que la persona que va a estandarizar los tiempos no tenga un formulario estandarizado ya que este nos permitirá seguir un método, evitando asi la perdida de datos del proceso. Cada persona puede crear su propio formulario, dependiendo de las necesidades. Siempre tomando un orden y sin dejar datos atrás (Lopez, 2019).

NO.	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	TIPO		SIMBOLOGIA ASME				
			MECANICO	MANUAL					
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Figura 10. Formato para la toma de tiempos (1)

2.4.1.4. Tiempo Medio del Ciclo

Es la suma de todos los tiempos tomados sobre el total de tiempos registrados.

TMCO (tiempo Medio de Ciclo)

$$TMCO = \frac{\text{suma de los tiempos registrados}}{\text{total de tiempos registrados}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

2.4.1.5. Desviación estándar

Sirve para identificar que tanto están separados los datos de la media e identificar un promedio aceptable de tiempos.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Significado de la simbología:

σ = Desviación estándar

X = Valor medio

\bar{X} = Media

N = Tamaño de muestra

2.4.1.6. Límites Superior e Inferior

Cuando se obtiene el valor de la desviación estándar, se obtiene un parámetro donde si los datos lo superan tanto inferior como superiormente no se los debe tomar encuentra para adquirir el promedio válido.

$$\text{Limite Inferior} = X - \sigma \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$\text{Limite superior} = X + \sigma \quad (\text{Ecuación 4})$$

2.4.1.7. Promedio Válido

Son todos los datos que se encuentran entre el límite inferior y superior.

2.4.1.8. Calificación Habilidad y Esfuerzo

El esfuerzo es la iniciativa de cada trabajador para realizar su actividad con la mejor disposición, tomando en cuenta que se considera al esfuerzo la velocidad de realizar una actividad.

La habilidad es la manera que el operario realiza su trabajo utilizando el tiempo para mejorar su actividad. Mientras el personal realice una actividad varias veces su nivel de habilidad incrementará y el tiempo de realizar la tarea disminuirá.

Tabla 7.

Habilidad y esfuerzo

Criterios	Habilidad o Destreza		Esfuerzo o Desempeño	
A1	0.15	Extrema	0.13	Excesivo
A2	0.13		0.12	
B1	0.11	Excelente	0.1	Excelente
B2	0.08		0.08	
C1	0.06	Buena	0.05	Bueno
C2	0.03		0.02	
D	0	Regular	0	Regular
E1	-0.05	Aceptable	-0.04	Aceptable
E2	-0.1		-0.08	
F1	-0.15	Deficiente	-0.12	Deficiente
F2	-0.22		-0.17	

Formula de la valoración del proceso:

$$\text{Valoración del Trabajo} = 1 + VH + VE \quad (\text{Ecuación 5})$$

VH: Valor de Habilidad

VE: Valor del esfuerzo

Adoptado de (Frievalds y Niebel, 2014, p.323)

2.4.1.9. Tiempo Básico

Es el tiempo que requiere un trabajo, en estadística se lo conoce como valor modal debido a que es el que más se repite. Después de sacar el valor de habilidad y esfuerzo se prosigue a la obtención del tiempo normal. El cual es a multiplicación entre dos factores:

$$\text{Tiempo Básico} = PV \times VT \quad (\text{Ecuación 6})$$

Significado de las siglas:

PV: Promedio Válido

VT: Valoración del trabajo

Adoptado de (Frievalds y Niebel, 2014, p.323)

2.4.1.10. Tiempo Estándar

El tiempo estándar es la multiplicación entre el tiempo básico, la frecuencia y el coeficiente de descuento. Para los suplentes hay tres tipos:

- Fatiga
- Necesidades del personal
- Variables añadidas a la fatiga

$$\text{Tiempo Estándar} = TB \times CB \times \frac{F}{U} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Significado de las siglas:

TB: Tiempo Básico

CD: Coeficiente de descuento

F: Frecuencia

U: Unidades

Adoptado de (Frievalds y Niebel, 2014, p.324)

En la empresa de productos de limpieza, en la producción de guantes tenemos un promedio mensual de 92 337 pares, de estos el 41.5% son calibre 25 debido a que estos son los más comunes usados al momento de realizar la limpieza en el hogar sobre todo en la cocina. Los clientes según la demanda hacen de uno a dos pedidos al mes de este tipo de guante, sabiendo que a los 13 días la planta produce 38 400 pares de guantes calibre 25, si son dos pedidos al mes de este guante teniendo un total de 76 800 pares, considerando el tiempo estándar y al VSM realizado a los 20 días la empresa solo puede cumplir con un total de 59 077 pares teniendo un faltante de 17 723 pares.

La empresa teniendo en cuenta que a los 13 días realiza 38 400 pares, en una jornada de trabajo para cumplir con este requerimiento deben cumplir 2 954 pares, en una hora de la jornada deben tener 413 pares. Cuando el requerimiento del cliente es un solo pedido los 7 días restantes los empleados realizan otro tipo de calibre que se los considera pedidos puntales.

2.4.1.11. Suplementos

Los suplementos por necesidad personales están relacionados con las acciones de tomar agua o dirigirse al baño, pose una holgura del 5%. Los suplementos por fatiga tienen correlación con la energía para realizar una actividad, tienen una holgura del 4%.

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7			
B. Suplemento base por fatiga	4	4			
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4		45
B. Suplemento por postura anormal			2		100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16		0	Trabajo muy monótono	4	4
8		10	J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Figura 13. Suplementos Adoptado de (Frievalds y Niebel, 2014, p.346)

2.5. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es la unión de procedimientos y actividades creadas para optimizar la producción, teniendo una disminución de los desperdicios generados y poseyendo inventarios mínimos de materia prima como de productos ya terminados (Juan Gregorio Arrieta, 2011).

En los últimos veinte años se ha incrementado el interés por aplicar la manufactura esbelta, ya que las organizaciones han notado los beneficios y sobre toda la necesidad de seguir siendo competitivas en este mundo tan demandante. Al momento que se decide adoptar la manufactura esbelta se deberá investigar las diversas herramientas de esta, debido a que buscan siempre la mejora continua, la reducción de desperdicios o movimientos innecesarios en los procesos por lo que estos movimientos no generan valor en la producción (Juan Gregorio Arrieta, 2011).

La manufactura esbelta surge como un conjunto de técnicas implementadas por Toyota en la década de los 50s, las bondades de lean manufacturing sirven tanto para grandes empresas como para las pymes. Estas herramientas ayudan en la optimización de las actividades de manera que se puede obtener tiempos de reacción más reducidos, mejorar la relaciones con el cliente, reducir costos y sobre toda la eliminación de actividades que no generen valor (Juan Gregorio Arrieta, 2011).

2.5.1. Trabajo Estandarizado

La estandarización de los procesos es simple y llanamente realizar un trabajo de manera organizada y controlada. Los fundamentos de la mejora continua son la estandarización de procesos y las tareas. El objetivo de un trabajo estandarizado es disminuir la variación de los procesos, crear documentación de estos y brindar capacitaciones a los operarios de cómo es la manera correcta de hacer esa actividad (Ingrande, 2017).

Las primeras ventajas sobre el trabajo estandarizado es predecir el resultado del producto final debido a que el trabajo se convierte predecible ya que si se realiza de mejor manera las actividades del proceso tendremos en sí un mejor resultado. Pero si en una organización cada actividad se la realiza sin un control será muy complicado eliminar las variaciones (mura), lo que crea la sobrecarga (muri) y las dos dan lugar los despilfarros (muda) (Ingrande, 2017).

El señor Fuji Cho, ex presidente de Toyota traza tres elementos para el trabajo estandarizado:

- Takt time: es el tiempo que se necesita para realizar la actividad y la demanda de los clientes.
- Secuencia del trabajo: Los operarios hacen sus actividades dentro del tiempo estándar.
- Inventario: Es fundamental para que el trabajador cumpla su trabajo y mantenga el proceso de manera correcta (Ingrande, 2017).

2.5.2. Identificación de desperdicios (MUDA)

En japonés MUDA significa desperdicios es algo por lo que nadie pagaría. Al momento que se reduzcan los desperdicios se lograra aumentar la rentabilidad de la organización. La muda es un proceso que consume más bienes de los necesarios y crea desperdicios. Los desechos o desperdicios reducen drásticamente la productividad. Por lo tanto, si se identifica y se logra eliminar los desperdicios de un proceso se aumentará la productividad de este.

Existen 10 principales modelos de residuos:

- Super producción: Es generar más de lo que se necesita antes de que sea solicitado.
- Exceso de inventarios: Es todo el material o producto final que sobre pasa al límite necesario para satisfacer la demanda.
- Defectos y repeticiones de tareas: Cuando se crea un producto en mal estado.
- Movimientos innecesarios: Son movimientos que no generan valor al proceso productivo.
- Actividad innecesaria: Trabajo que no genera valor al proceso.
- Esperas y Búsquedas: Es el tiempo que se pierde al momento de esperar materiales, documentos, etc.
- Transporte de materiales y herramientas: Son los movimientos de materiales que no generan valor a un producto o servicio.
- Talento desperdiciado: Son sobre todo ideas innovadoras que no se utilizan o comparten.

- Energía desperdiciada: Se considera energía desperdiciada como luz, combustible, agua, que a menudo se desperdicia y la organización no tiene conocimiento alguno.
- Contaminación: Todo lo que pueda contaminar al medio ambiente o al medio de trabajo, se deberá tener un control adecuado para cada caso de contaminación encontrado en los procesos (Luis Socconini, 2019).

2.5.3. VSM

Es una visión en donde se muestra todo el flujo de materiales como de información que incluye los proveedores hasta nuestro cliente final. Se realiza gráficamente las diferentes actividades de un proceso para tener un producto final, con este se logra identificar la cadena de valor.

Al momento de graficar el VSM se observa de manera mucho más clara todas las actividades del proceso e identificar las actividades que no generen valor al proceso para poder eliminarlas y con esto ser mucho más eficientes. El VSM brinda a las organizaciones beneficios increíbles como: tener una mejor visualización del problema, asociar el flujo de datos y de materiales en una misma gráfica unificando un mismo lenguaje, se obtendrá un sistema completamente estructurado donde se podrán introducir mejoras (Manuel Rajadel, 2010).

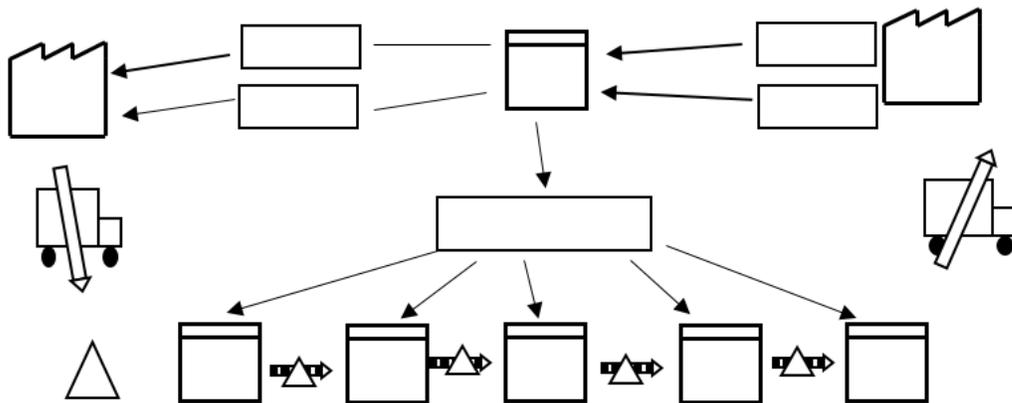


Figura 14. Ejemplos de VSM

2.5.4. 5'S

Las 5s son una herramienta de la calidad que nos permite tener nuestro puesto de trabajo en las condiciones más limpias y ordenadas lo que permitirá tener un trabajo más eficiente. Las 5s quieren evitar sobre todo los siguientes problemas en una organización:

- Evitar tener lugares sucios dentro de la planta esto también incluye a la maquinaria.
- Desorden: Por ejemplo, en la oficina tener los pasillos desocupados tener los cajones ordenados y en la planta el armario de herramienta este ordenado y se las encuentre con facilidad.
- Falta de señales o instrucciones entendibles para todos en la organización
- No usar los EPP adecuados.
- Falta de interés de los operadores en su área de trabajo.
- Movimientos innecesarios

En el año de 1980 surgen las 5S y durante ese tiempo hasta la actualidad se vienen implementado en varias organizaciones sobre todo las empresas manufactureras que en las de servicio. Las 5S comprenden todos los puestos de la organización desde las gerencias hasta los trabajadores de planta, para encontrar niveles de rendimiento óptimos.

1. Clasificación (SEIRI): Determinar todos los materiales que no sean indispensables para realizar un proceso.
2. Organizar (SEITON): Se debe organizar el puesto de trabajo lo que nos permite facilitar realizar tareas en este espacio.
3. Limpieza (SEISO): Identificar y limpiar la suciedad del puesto de trabajo.
4. Estandarización (SEIKETSU): El operario debe ser capaz de identificar los tres pasos anteriores y siempre estar aplicando las de manera eficiente.
5. Seguir Mejorando (SHITSUKE): Se debe seguir aplicando el proceso hasta convertirlo en cultura organizacional (Berganzo, 2016).

Las ventajas de utilizar esta herramienta son las siguientes:

- Genera una cultura organizacional debido a la rapidez de sus resultados lo que motiva a los operarios aplicar nuevas iniciativas de mejora.
- Se encuentran fácilmente las herramientas de trabajo y se evita perder tiempos en su búsqueda. Lo que permite tener una mejor eficiencia al momento de realizar un trabajo y dar por eliminados tiempos innecesarios (Manuel Rajadell, 2010).

2.6. Control Estadístico de la Calidad

2.6.1. Capacidad del Proceso

Es el grado de capacidad que posee un proceso para alcanzar el cumplimiento de las especificaciones técnicas pretendidas por la organización. En el momento que el proceso tiene una alta capacidad se considera que el proceso es capaz, en el tiempo que el proceso se procede en el tiempo se considera que el proceso esta bajo control. Cuando no sucede ninguna de los directrices anteriores se considera que el proceso no es adecuado para el trabajo (Lopez, Ingenieria Industrial online.com, 2019).

Siempre existira la duda de como realizar la evaluacion de un proceso, cuando un proceso haya sufrido algún reajuste para controlar su capacidad se usa una de las 7 herramientas de la calidad como:

- Gráficos de Control
- Histogramas
- Planillas de inspección

Pero si el proceso ha ido cambiado, como por ejemplo, cambio a una nueva maquinaria se debe realizar un estudio de índices de capacidad. Para realizar este tipo de estudio es fundamental que el proceso se encuentre estadísticamente estable, que las mediciones tengan un comportamiento según la distribución normal.

Las diferentes especificaciones de ingeniería personifiquen exactamente la demanda del cliente (Lopez, Ingeniería Industrial online.com, 2019).

Los índices de capacidad se clasifican entre alcance temporal y posición los de posición indican índices como:

- Centrados con los límites
- Descentrados con los límites
- Límite superior
- Límite inferior

Pero cuando se habla del alcance temporal se obtiene:

- Largo plazo: Capacidad Global
- Corto plazo: Capacidad potencial

Tabla 8.

Capacidad del proceso

	Centrado	No centrado	Con límite superior	Con límite inferior
Corto Plazo	Cp	Cpk	Cps	Cpl
Largo Plazo	Pp	Ppk	Pps	Ppl

Los índices de capacidad a corto plazo se los tiene como CP Y CPK, el índice CP funciona para brindarnos la capacidad potencial del proceso para lograr las expectativas de calidad, su fórmula es:

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma} \quad (\text{Ecuación 8})$$

El CP equipara la tolerancia con la amplitud de la variación de un proceso. Si la variación del proceso supera a la amplitud de las especificaciones el CP es menor a 1 lo que nos indica que no se ejecutan las especificaciones y viceversa si el CP es mayor a 1 pues el proceso está realizando todas las especificaciones. En las siguientes tablas se evidenciarán los parámetros del CP:

Tabla 9.

Valor CP

Valor CP	Clase del proceso
$Cp > 2$	Clase mundial
$1.33 \leq Cp \leq 2$	Primera clase
$1 \leq Cp \leq 1.33$	Segunda clase
$0.67 \leq Cp \leq 1$	Tercera Clase
$Cp \leq 0.67$	Cuarta clase

Índices CPK se lo considera una variación del CP debido a que el CP no tiene en cuenta el centrado del proceso. Para esto existe el índice CPK el cual analiza la

media del proceso con respecto las especificaciones (Lopez, Ingenieria Industrial online.com, 2019).

CPK = Menor valor entre Cps y Cpl

$$CPU = \frac{LES - u}{3\sigma} \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$Cpl = \frac{u - Lei}{3\sigma} \quad (\text{Ecuación 10})$$

U = Medida de la característica de la calidad

Tabla 10.

Calidad a corto plazo

Calidad a corto plazo			
índice Cp	Calidad en sigma Zc	% de la curva dentro de especificaciones	Partes por millón
0.33	1	68.27	317 300
0.67	2	95.45	45 500
1	3	99.73	2 700
1.33	4	99.9937	63
1.67	5	99.999943	0.57
2	6	99.9999998	0.002

Tabla 11.

Calidad a corto plazo

Calidad de largo plazo		

índice ZL	% de la curva dentro de especificaciones	PPM fuerza de especificaciones
-0.5	30.23	697 700
0.5	69.13	308 700
1.5	93.32	66 807
2.5	99.379	6 210
3.5	99.9767	233
4.5	99.99966	3.4

Si el valor es mayor a 1 de CPK el proceso cumple con los parámetros. Si esta menor a 1 no cumple con los parámetros y los valores de cero la media del proceso está fuera de las especificaciones (Lopez, Ingenieria Industrial online.com, 2019).

El índice Z es la capacidad del proceso que se lo utiliza mayormente es Six sigma, Estos cálculos son obtenidos con el cálculo de las distancias entre medidas y las especificaciones, divididas para la desviación estándar.

$$Z_S = \left[\frac{ES-u}{\sigma} \right] \quad (\text{Ecuación 11})$$

$$Z_S = \left[\frac{u-El}{\sigma} \right] \quad (\text{Ecuación 12})$$

Índice Zm este indica la habilidad que se tiene para controlar la tecnología.

Índice Zc utilizado en la desviación estándar para corto plazo y el índice Zl es para largo plazo.

$$Z_m = Z_c - Z_l \quad (\text{Ecuación 13})$$

$$Z_c = \sqrt{0,8406 + 29,37 - 2,221 * \ln(PPM)} \quad (\text{Ecuación 14})$$

Donde ln es logaritmo natural.

Cuando se tenga el valor Zc se podrá sacar las PPM son los valores a largo plazo:

$$PPM_L = \exp \left[\frac{29,37 - (Z_c - 0,8406)^2}{2,221} \right] \quad (\text{Ecuación 15})$$

Tabla 12.

Valores Sigma

Pasar de	A	Factores de reducción de defectos	de Reducción de porcentual
2 sigmas (308537 PPM)	3 sigma (66807 PPM)	5	78%
3 sigmas (66807 PPM)	4 sigma (6210 PPM)	11	91%
4 sigma (6210 PPM)	5 sigmas (233 PPM)	27	96%
5 sigmas (233 PPM)	6 sigma (3.4)	68	99%

2.6.2. Métrica Six sigma Para atributos (DPMO)

Los defectos por millón de oportunidades de error son utilizados únicamente cuando la propiedad de calidad es de atributos. Se utilizará conceptos claves para entender de mejor manera estas métricas.

Unidad: Producto que se fabrica en un proceso.

Oportunidad de error: Parte de la unidad a la cual se verifica a ver su cumple lo establecido.

Defectos: Es una no conformidad de los parámetros estipulados.

Índice DPU: Este índice define el nivel de no conformidades.

$$DPU = \frac{d}{U} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde:

U: Número de unidades ya inspeccionadas

D: defectos

Índice DPO: Los defectos por oportunidad a los defectos encontrados, divididos a las oportunidades de error al producir una cantidad dada de unidades.

$$DPO = \frac{d}{U \times O} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde

U: Número de unidades ya inspeccionadas

D: defectos

O: Numero de oportunidades de error por unidad

Índice DPMO: Conocido como defectos por millón de oportunidades, esta fórmula aumentara los defectos que se esperan por un millón de oportunidades de error.

$$DPMO = 1000000 * DPO \quad (\text{Ecuación 18})$$

Formula de Poisson sirve para la modelización de situaciones donde se desea determinar la cantidad de hechos que se generan en un espacio de tiempo.

$$Y = e^{-DPU} \quad (\text{Ecuación 19})$$

2.7. Teoría de Restricciones

El origen más conocido para la teoría de restricción se lo vincula con Eliyahu Goldratt, Físico nacido en Israel. El cual empieza a tomar gusto por los negocios en los años 70, el cual escribe el libro “La Meta” en la que narra las diferentes herramientas para una óptima gestión empresarial. TOC surge como una solución a cualquier problema de optimización de producción. En la actualidad, esta herramienta nos propone diferentes alternativas para lograr conseguir una mejor integración en los diferentes niveles de la organización, incluyendo todos los procesos que se tenga sin importar el número de frecuencia que se realice esta actividad y de paso generar un proceso de mejora continua a cada proceso (Restricciones, 2013).

Cuando en las organizaciones surgen diferentes limitaciones que no permiten el correcto desarrollo de una actividad, es en este entorno donde surge la teoría de restricciones o teoría de limitaciones, son en si un conjunto de metodologías que nos ayudaran a identificar los impedimentos que entorpecen lograr los objetivos que se plantea la empresa. Estas limitante Eliyahu M. Goldratt en su libro la meta las llama Teoría de restricciones o cuellos de botella (Pastrana, 2014).

¿Que son estos cuellos de botella? Son elementos de un proceso que por algún motivo se transforman en obstáculos que retrasan la realización de una actividad del proceso. Es decir, esto no permite que una empresa pueda alcanzar las metas establecidas como no lograr producir una cantidad establecida de productos en un tiempo establecida y estos recursos marcan el ritmo de la producción (Pastrana, 2014).

Existe varios tipos de limitaciones entre estas tenemos las restricciones internas o externas. Las internas son por problemas meramente de la organización como por ejemplo la falta de recursos, que la maquinaria no funcione correctamente. Las limitaciones externas son aquellas como las necesidades que tenga el mercado y como nos adaptamos a este, también puede ser por parte de proveedores externos que estén involucrados en el proceso (Pastrana, 2014).

Para conseguir que la teoría de restricciones logre sus objetivos se debe realizar a través de la metodología DBR (DRUM, BUFFER, ROPE). Esta metodología nos brinda un mayor campo visual de las limitaciones a partir de 5 pasos:

- Identificar el cuello de botella: Para lograr identificar qué actividad provoca este conflicto se puede aplicar la carga de trabajo, el tiempo estándar para hacer la actividad, etc.
- Decidir cómo explotar el cuello de Botella: Un error bastante normal es intentar detener el cuello de botella en vez de saber cómo explotarlo para poder evitar que la producción se detenga. Es decir, si en el sistema no se puede producir todos los productos que se tenga en la demanda se deberá por parte de la empresa ver cuáles son lo de mayor beneficio para la organización. Ejemplo, si la organización fabrica 2 productos y uno de estos no utiliza o pasa por la máquina que genera el cuello de botella, se deberá apostar por este producto, pero si ambos pasan o utilizan esta maquinaria se deberá observar cuál de estos productos aprovecha de mejor manera el tiempo del cuello de botella.
- Subordinar todo a la decisión anterior: Cuando se conozca lo que queremos hacer con la limitación, se deberá convertirlo en el centro de la producción, en el tambor (Drum) que marque el tiempo del resto de máquinas o actividades del proceso para garantizar que nunca se pare la producción. Para lograr esto se acude al Buffer o amortiguador, el cual, en vez de crear una mayor cantidad de material para evitar el desfase del cuello de botella, lo que hace es arribar material a los puntos más críticos con mayor antelación. De esta forma se protegerá al proceso de paros y que el tambor no se quede sin material.
- Elevar el cuello de botella: Si en algún momento se toma la decisión de aumentar la producción de todo el sistema se deberá de igual manera incrementar la capacidad del cuello de botella. Para esta actividad se puede buscar maquinaria nueva o realizar subcontrataciones.
- Una vez eliminado el cuello de botella, empezar de nuevo: Esta metodología se basa siempre en la mejora continua del proceso por lo que se debe reiniciar todo para poder identificar nuevas posibles causas que generen limitaciones en las actividades (Pastrana, 2014).

Existen en el mundo empresarial diferentes restricciones o limitaciones que no permiten llegar a la meta seleccionada, pero las más importantes y las que engloban más problemas son:

1. Limitaciones Políticas: Son las reglas impuestas por el gobierno de cada país que evita que una organización alcance su meta, como ejemplo tenemos no hacer horas extras, no vender a plazos, no permitir trabajar en otros turnos, entre otros.
2. Limitaciones Físicas: Se encuentra en este conjunto todo lo que son equipos, infraestructura, recursos del personal, estas son causas que no permiten que las empresas logren su objetivo.
3. Limitaciones de mercado: Sucede cuando existe un impedimento que está obligado por la demanda de los productos o servicios dependiendo del giro de negocios de la organización (Perez, 2018).

2.7.1. Los cinco pasos fundamentales del TOC

Estos 5 pasos salieron a la luz por primera vez en el libro la meta, escrito por el señor Eliyahu Goldratt estos pasos son:

- Identificar la o las restricciones
- Explotar las restricciones
- Subordinar el sistema a las restricciones
- Elaborar la restricción
- Volver al paso uno (Limon, 2018)

2.7.1.1. Identificar la restricción

La mayoría de las personas consideran que este es uno de los pasos más fáciles del TOC, debido a que si se identifica mal la restricción, como consecuencia los siguientes pasos estarán equivocados y tendrán una mala aplicación. Siempre se debe hacer la pregunta que problema complica más el desempeño de todo el sistema y no decir cuál de las actividades me molesta más (Limon, 2018).

2.7.1.2. Explotar la restricción

En este paso existe una regla sumamente importante no se debe invertir dinero, este punto trata de buscar diferentes maneras de trabajar con la restricción para incrementar su desempeño Si se logra ganar un minuto a una actividad es ganar un minuto a todo el sistema, se deberá aplicar una lluvia de ideas y cada idea deberá ser considerada (Limon, 2018).

2.7.1.3. Subordinar el sistema a la restricción

Este paso es sumamente controversial ya que se pide trabajar al ritmo del eslabón más lento, muchas organizaciones consideran esto como suicidio laboral. Pero lo

que en verdad trata no es de trabajar al ritmo de la restricción, sino de procesar más trabajo de lo que la restricción pueda procesar (Limon, 2018).

2.7.1.4. Elevar la Restricción

De seguro cuando se haya ejecutado de manera correcta los punto del 1 al 3 el sistema ya esté dando mejores resultados y que esto genere un impacto positivo en los indicadores financieros del sistema, aquí es el momento donde se deberá invertir económicamente para elevar la restricción, de esta manera se mejorará lo suficiente, aquí aparecerán una nueva incertidumbre si eliminar o aniquilar del todo la restricción que se pose debido a que no todo el sistema puede seguir ese nuevo ritmo (Limon, 2018).

2.7.1.5. Regresar al primer paso

Después de haber logrado los 4 pasos anteriores, se deberá indagar si existe una nueva restricción en el proceso. El cual tendrá un tratamiento con los 5 pasos, pero con otro enfoque (Limon, 2018).

2.8. Mejora Continua

Este proceso donde sea aplicado siempre tendrá una constante evolución; debido a que es un ciclo donde siempre se encontrarán formas de mejorar el proceso. Las

organizaciones deberán tener en cuenta la planificación de estas mejoras para luego ser implementadas, seguir con un control para lograr los objetivos deseados. El mejoramiento continuo tiene origen con las filosofías japonesas, donde se aplican una variedad de herramientas para mejorar su productividad. Se dan cuenta aquí de la constante evolución de la mejora debido a que sin esta los procesos no podrían ser competitivos.

Con la creación de una política de calidad se puede llegar a una cultura organizacional donde sus pilares sean el compromiso con la mejora continua de todas sus actividades, las organizaciones verán resultados prometedores en su rendimiento de producción y la competencia en el mercado (Ddelgado, 2011).

El señor Deming crea el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), donde se observa la aplicación de mejora continua en cada área de la organización. El ciclo de Deming habla de los siguientes puntos:

- La manera sistemática en la que se desarrollan los planes.
- Los planes deben tener un avance, y ser siempre controlados
- Si se considera necesario se realizarán cambios en los planes estratégicos.
- Se implementarán metas de trabajo en donde se verificarán los verdaderos cambios.
- Será fundamental tener una estandarización de los procesos y una mejora continua del mismo
- Mediante el tiempo se verá una verdadera aceptación cultural.

En conclusión, la mejora continua es más que una simple herramienta, se ha convertido en una cultura organizacional la que permite a los procesos seguir siendo competitivos en el mercado y gracias al ciclo de PHVA, las empresas pueden tener un camino más claro hacia la mejora continua (Delgado, 2011).



Figura 15. Ciclo PHVA

2.9. Flex Sim

Es un programa de simulación el cual brinda ayuda visual de un proceso de una manera más clara para sus usuarios, con este sistema se puede ver todo el flujo del proceso y optimizar sus recursos. Este programa será utilizado en el trabajo de titulación para poder ver las carencias de la situación actual de la línea de producción.

Dentro de este sistema se utiliza varios ítems entre estos están:

- La fuente o Source: Da la entrada al proceso, en este caso los guantes se deberán programar mediante la hora de llegada o dependiendo de los escenarios con los que se maneje el proceso.

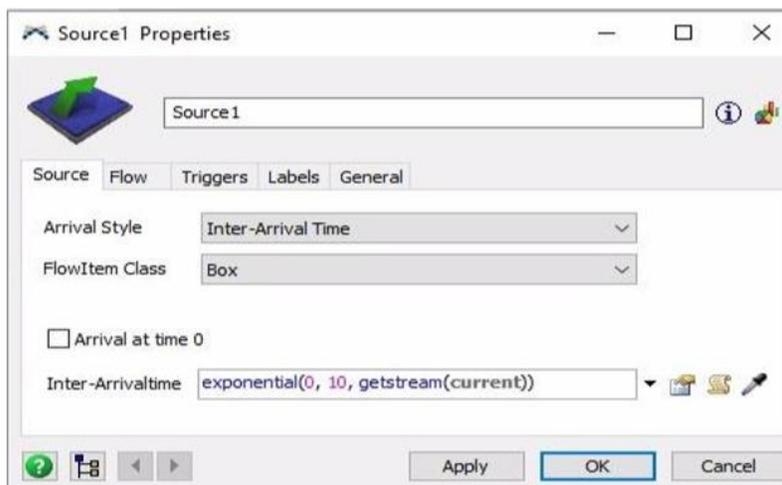


Figura 16. Panel control Fuente, Tomado de (FlexSim, 2020)

- Bodega: Se la representa como una bodega de inventario o una bodega final del proceso, en el panel de control se puede colocar la cantidad de producto que puede estar en la bodega y si estos productos siguen a otra parte del proceso.

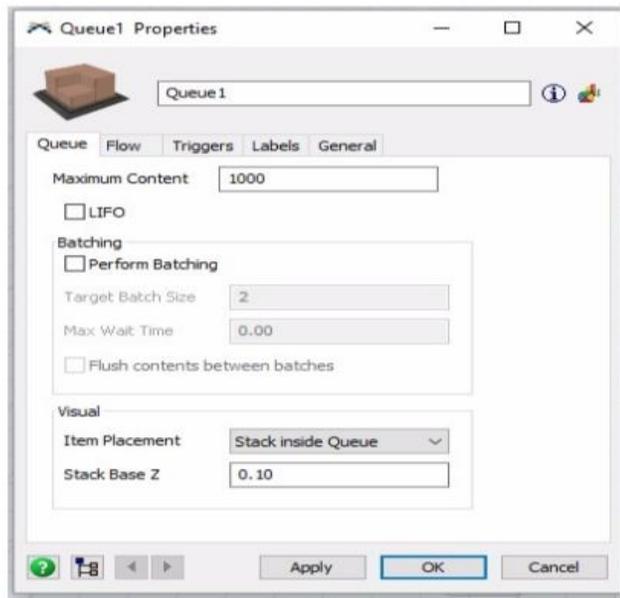


Figura 17. Panel control bodega, Tomado de (FlexSim, 2020)

- Procesador: Es la representación de una actividad en donde se tiene que colocar el tiempo de ciclo que se demora en fabricar el producto, y seleccionar para donde va a salir el producto.

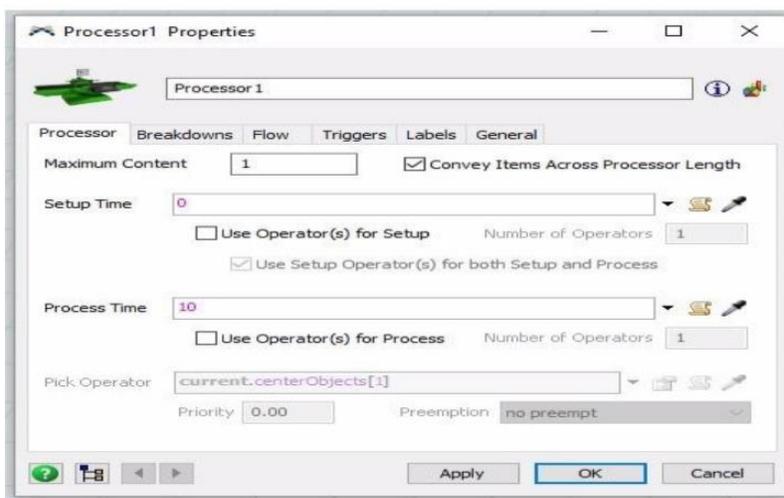


Figura 18. Panel control del Proceso, Tomado de (FlexSim, 2020)

- Combinar o Combiner: Ayuda a unir dos Flow ítems que provienen de los procesadores.

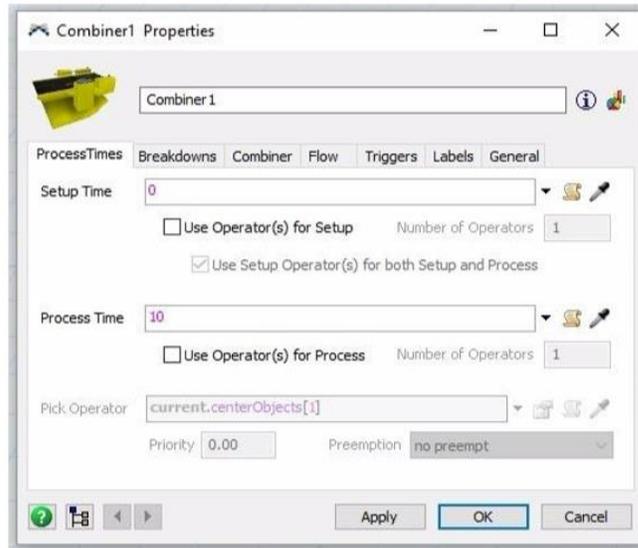


Figura 19. Panel control del combiner, Tomado de (FlexSim, 2020)

- Salida: Esta herramienta permite contabilizar los productos finales cuando se haya acabado el proceso.

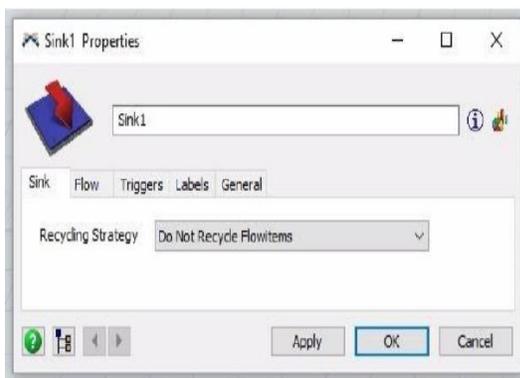


Figura 20. Panel control de la salida, Tomado de (FlexSim, 2020)

3. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Como siguiente paso en el proyecto de titulación, la empresa de productos de limpieza debe comprender el estado de la situación actual de la organización, de esta manera se podrá demostrar las acciones de mejora de acuerdo con las necesidades de la empresa, aumentando las expectativas de esta.

Como primer paso, se realizará un mapa de procesos con las diferentes interacciones de las áreas, donde se encuentran los macroprocesos, procesos misionales y los procesos de apoyo. Con toda esta estructura se visualizará los diferentes comportamientos de la organización y sus enlaces.

Se mostrará los procesos productivos por medio de flujogramas, los cuales indicarán cada actividad para la producción de guantes lava vajilla calibre 25. Al final se logrará identificar los problemas en la línea de producción que deberán ser resueltos, para una mejor optimización.

3.1. Gestión por procesos

3.1.1. Cadena de Valor

En la siguiente gráfica se detalla los procesos estratégicos primarios y secundarios, los cuales brindan a la organización un balance entre sus áreas y actividades. El

buen funcionamiento en conjunto de los dos procesos antes mencionados ayuda a cumplir con la demanda requerida.

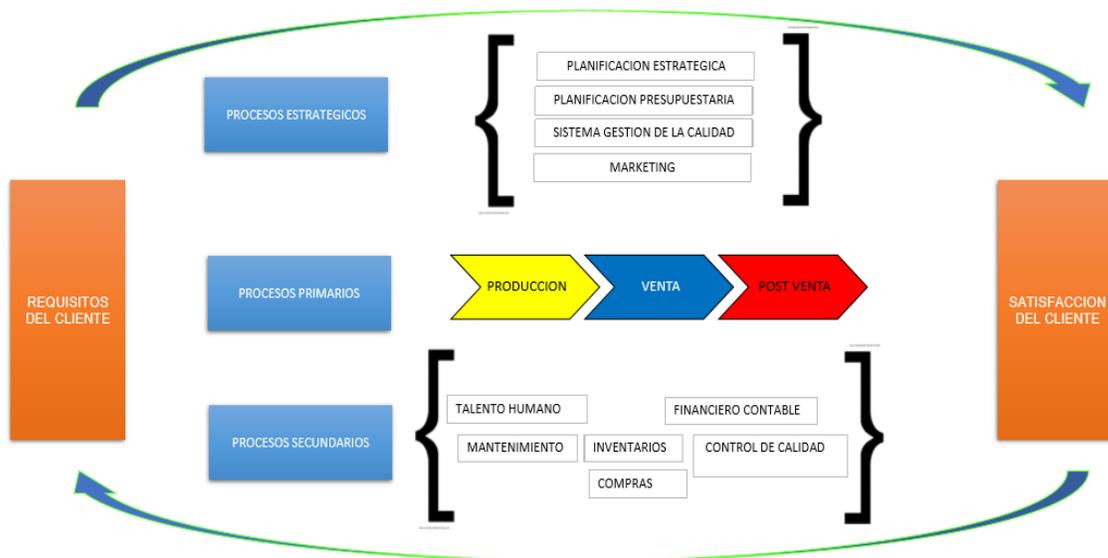


Figura 21. Cadena de valor

3.1.2. Mapa de procesos

La empresa de artículos de limpieza trabaja con 3 niveles de procesos. El proceso estratégico es donde se planea las diferentes tácticas para el óptimo funcionamiento del proceso. Los primarios o de valor son aquellos que delimitan el giro de negocio. Los de apoyo o secundarios brindan soporte al resto de actividades para su normal funcionamiento.

Tabla 13.

Inductores de cambio

INDUCTORES DE CAMBIO	
1	Requisitos del cliente
2	Pedido
3	Producto terminado
4	Queja/ Recomendaciones
5	Dinero
6	Estrategias de ventas
7	Infraestructura en buen estado
8	Inventario
9	Productos comprados
10	Presupuesto
11	Plan estrategico
12	Personal competente
13	Datos financieros
14	Mantenimiento de maquinaria
15	Seguridad y salud en el trabajo
16	Control de Calidad
17	Requirimiento del mercado
18	Necesidad de publicidad
19	Archivar queja o recomendacion
20	Necesidades del personal
21	Productos con certificado de calidad
22	Activos
23	Exigencia de consolidar inventarios
24	Requisiciones
25	Certificados de calidad aprobados
26	Requerimientos de certificacion

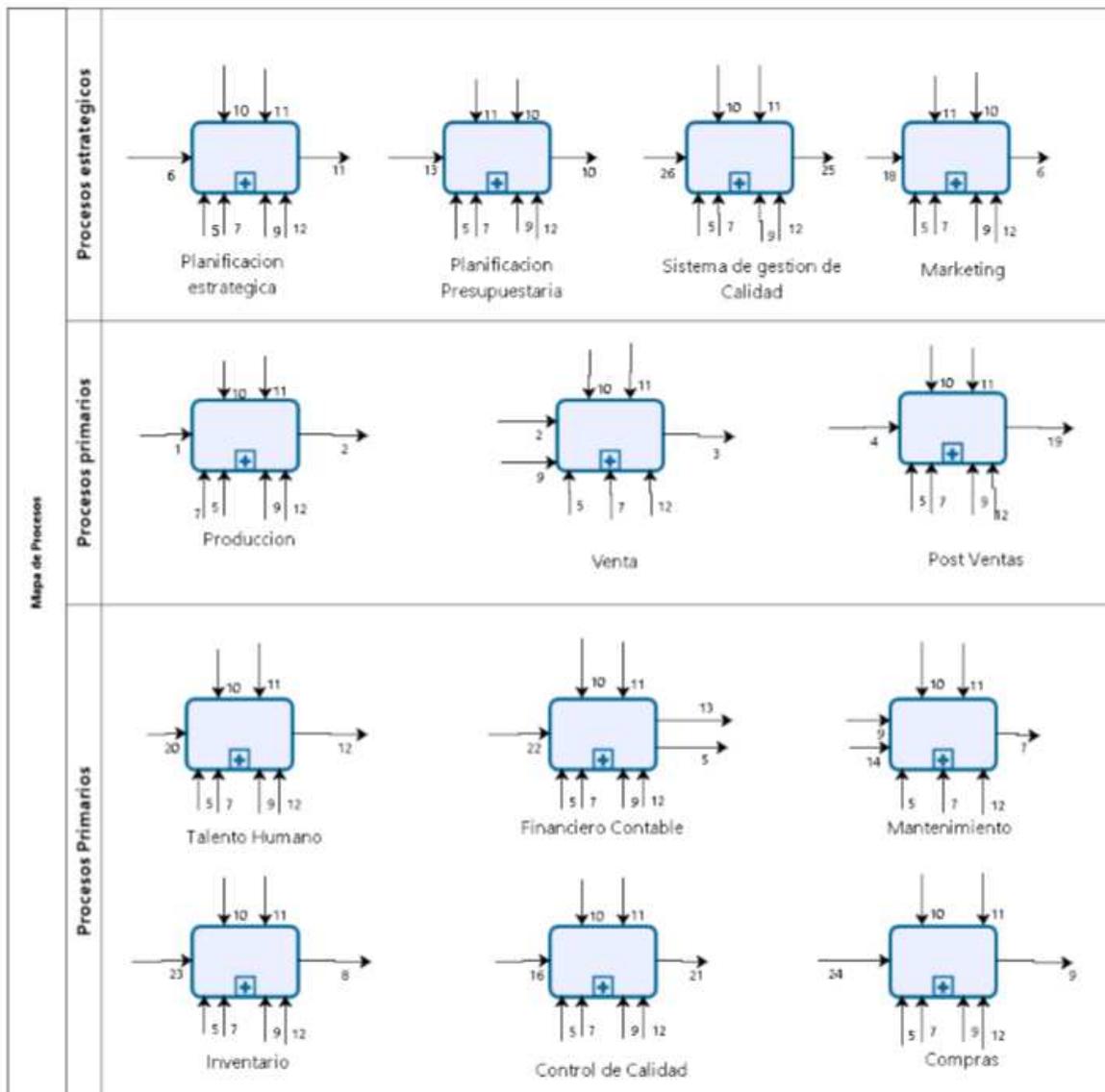


Figura 22. Mapa de procesos, Tomado de Bizagi 2020

3.1.3. Levantamientos de procesos

En el proceso de elaboración de guantes calibre 25 se cuenta con 21 empleados que realizan diferentes actividades para obtener el producto final, estas actividades se detallan a continuación:

- Para iniciar la actividad, se debe colocar en la sumergidora los moldes, estos tienen una capacidad de 48 guantes.
- Cuando ya están colocados todos los moldes se sumerge en una tina de coagulante.
- Después se traslada los moldes a una tina de pintura para que adquiera el color determinado.
- Cuando los moldes salen de la tina se los traslada a una segunda sumergidora, donde se volverá a hundir en otro tipo de coagulante lo que permitirá que se pegue mejor el color fijado anteriormente.
- Se pasará por una segunda tina de pintura e inmediatamente al área de bordillos, donde dos operarios proceden a realizarlos.
- Cuando se finaliza el trabajo de 6 bandejas, se coloca en una banda transportadora en donde dos operarios revisan si existe imperfecciones. En el caso de que exista una imperfección como huecos, el operario lo rellena con látex, pero si los guantes no presentan ninguna anomalía van directamente al horno.
- Una vez en este, entran al proceso de vulcanizado, en el cual el látex se seca por completo.
- Cuando los moldes salen del horno un operario toma los guantes y la saca del molde directamente a una tina con agua y cloro a este proceso se lo conoce como el pelado o lavado de guantes.

- Otro operario saca los guantes de la tina y los coloca en dos canecas con capacidad para 600 unidades cada una, después de llenar estas canecas el trabajador las lleva a la zona de clorinado.
- En el clorinado los guantes reciben un tratamiento con varios productos químicos incluyendo cloro y ácido nítrico.
- Cuando da fin este proceso los guantes van a un nuevo horno donde se logra secar por completo, se retira los guantes y se los coloca en una caja móvil para su trasportación al área de clasificado.
- En el área de clasificado dos operarios toman los guantes y por medio de válvulas los inflan para verificar que no tengan ninguna grieta. Si no presentan anomalías estos pasan a ser colocados en gavetas; si existiesen daños se los descarta.
- En un segundo control de guantes, se verifica tanto interna como externamente imperfecciones, si tiene más de 6 imperfecciones se considera un guante tipo "C". Si presentan entre dos a cinco imperfecciones es tipo "B". Si el guante presenta solo una o ninguna se lo considera un guante tipo "A".
- Los clasificados como A y B pasan al proceso de empaque y los C son descartados.

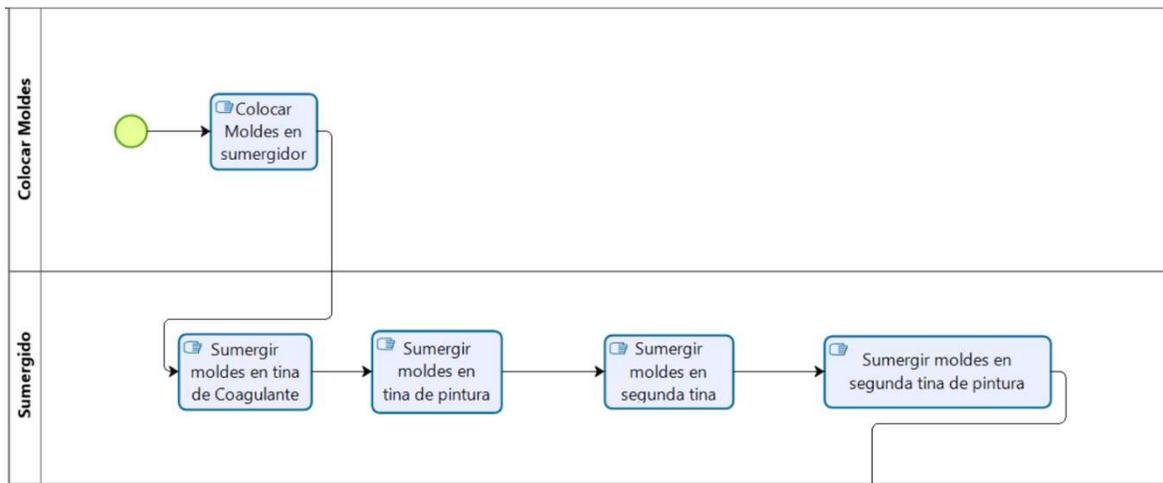


Figura 23. Levantamiento de procesos (1)

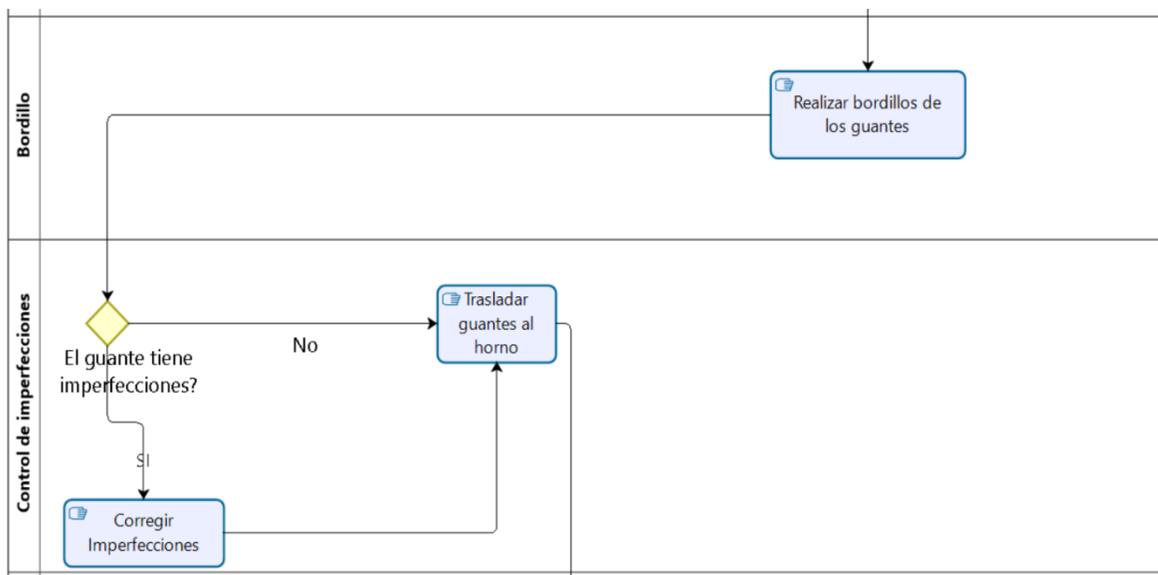


Figura 24. Levantamiento de procesos (2)

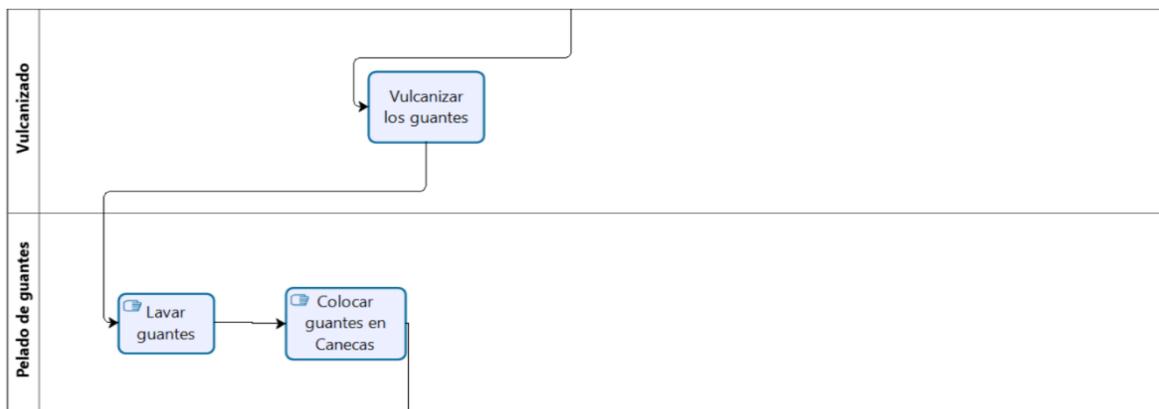


Figura 25. Levantamiento de procesos (3)

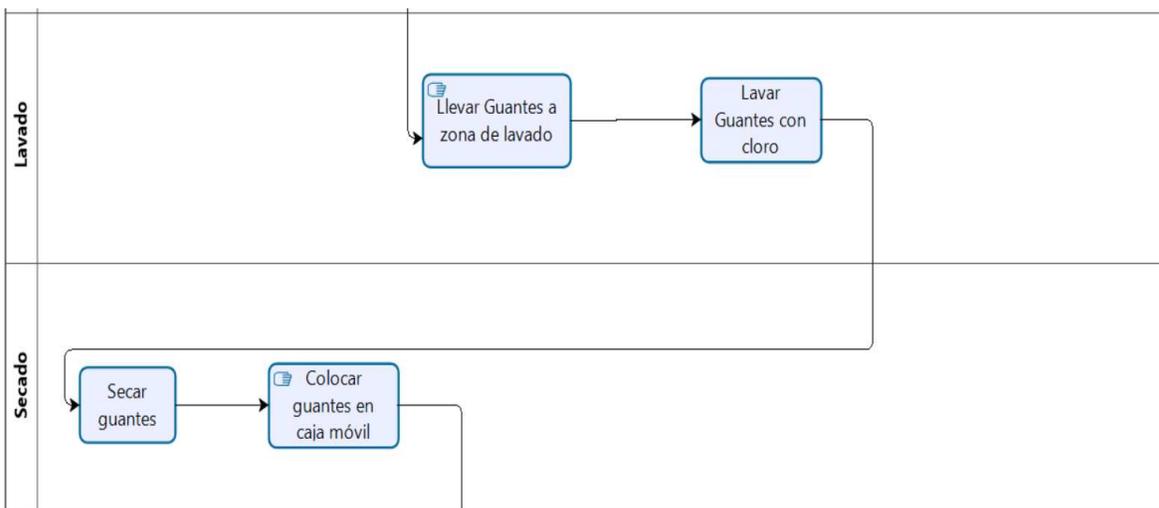


Figura 26. Levantamiento de procesos (4)

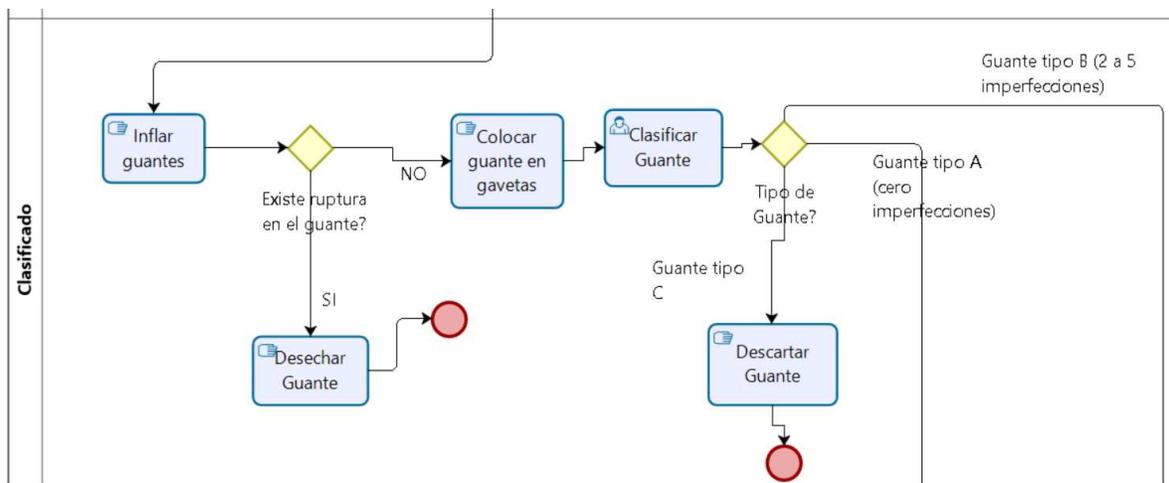


Figura 27. Levantamiento de procesos (5)

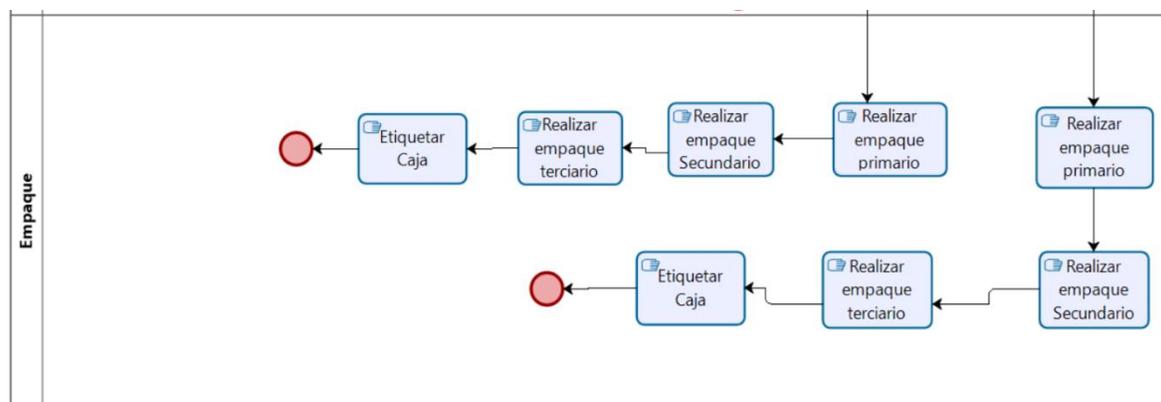


Figura 28. Levantamiento de procesos (6)

3.2. Estudio del trabajo

Para la realización del estudio del trabajo se utilizaron las siguientes herramientas: cronómetro, clipboard y un formato para colocar los datos observados, donde se muestra los tiempos adquiridos en este proceso, las actividades cruciales y las diferentes observaciones de este.

3.2.1. Consideración de la jornada laboral

En la empresa de productos de limpieza se trabaja con un turno diario de ocho horas, desde las 8 am hasta las 16 pm contando con la media hora de almuerzo que no podrá exceder las 13 horas mensuales. A parte, el personal tiene dos pausas activas de 10 minutos cada una como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14.

Jornada Laboral

Hora	Jornada de Lunes a viernes
8:00 - 10:00	Trabajan
10:00 - 10:10	Primera pausa activa
10:10 – 12:30	Trabajan
12:30 – 13:00	Almuerzo
13:00 - 14:00	Trabajan
14:00 – 14:10	Segunda pausa activa
14: 10 – 16:30	Trabajan

Dependiendo de la demanda el jefe de planta puede solicitar a los empleados que realicen 2 horas extras hasta las 18:30 para lograr cumplir con los requerimientos solicitados por los clientes.

3.3. Estudio de tiempos

3.3.1. Documentación de lo observado en la planta

Para el análisis de este proceso se realizó el correcto levantamiento de los procesos, desde la colocación de los moldes en las maquinas sumergidoras hasta tener ya empacados los guantes, utilizando un cronómetro y formatos para tener de manera ordenada los datos.

Para tener el tiempo medio de ciclo es necesario sacar muestras de cada actividad del proceso, una vez ya obtenida la muestra se procede a aplicar la ecuación 1 para hallar el tiempo medio de ciclo. Luego, se debe obtener la desviación estándar con la ecuación 2 para poder sacar los límites superiores como inferiores, dentro de estos límites se halla el promedio válido el cual jamás deberá superar los límites ya mencionados.

Para la obtención de los valores tanto de la habilidad como del esfuerzo de cada actividad del proceso se deberá utilizar la tabla 8 con la ecuación 5.

Para concluir, una vez ya obtenido todos los datos se aplicará la fórmula 6 para lograr obtener el tiempo básico. Todo el proceso se puede entender de mejor manera revisando el **Anexo 1**.

3.5. Defectos

Para realizar el análisis de los defectos que genera el proceso de guantes se tomará en cuenta desde el primero de noviembre del 2019 hasta el 31 de marzo del 2020.

Tabla 16.

Defectos

Meses	Cantidad Producida	Guantes tipo C	Porcentaje	Valor en USD mensual
Noviembre	133048	1610	1.21%	\$483
Diciembre	102215	4294	4.20%	\$1388,2
Enero	75141.5	3257	4.33%	\$977,1
Febrero	100803	1457	1.45%	\$437,1
Marzo	50476	568.5	1.13%	\$170.55
Promedio	92336.7	2237.4	2.42%	\$671.22

En la tabla se puede observar la cantidad de pares que la empresa produce mensualmente, teniendo en cuenta que se toma todos los guantes con sus diferentes calibres. La empresa tiene un promedio de producción de 92 337 pares de guantes. En los 5 meses se determina que el mes de marzo tiene una menor producción con un 46% y es debido a la crisis sanitaria que empezó en este mes, con la cuarentena obligatoria para los ecuatorianos.

Los guantes Tipo C, como se mencionó anteriormente, son los guantes de desperdicio los cuales no llegan a ningún centro de distribución. Finalizando al mes se los entrega a un gestor ambiental, el porcentaje de guantes tipo C mensual es de 2.42% y puede deberse a problemas en la formulación del látex o del coagulante, de igual manera puede ser por problemas en el calentador del horno.

Se puede considerar que, teniendo una producción mensual de 92 337 pares de guantes buenos y un total de 2 237 malos no afectaría en gran parte a las ventas o en cumplir con lo solicitado por los clientes. Pero acercándose a la realidad de la empresa, se le dificulta llegar a la demanda del cliente y de cumplir con la producción mensual, por lo cual la empresa debe obligatoriamente tomar medidas fuertes como el uso de maquila, que termina siendo es un gasto extra para la empresa. Por esta razón, cada par que se pierde genera más desconfianza en el proceso por parte de la gerencia, lo que le lleva a considerar el cierre de esta línea de producción. Se puede considerar que el valor porcentual no es tan grande según la cantidad producida, pero ya fijando valores económicos tenemos una pérdida 671,22 USD mensuales, teniendo una pérdida de 8.054,64 USD anuales.

3.6. Simulación

Para tener un mejor entendimiento del proceso fue requerido utilizar el simulador Flexsim que demuestra la capacidad del proceso y las interacciones entre las diferentes estaciones.

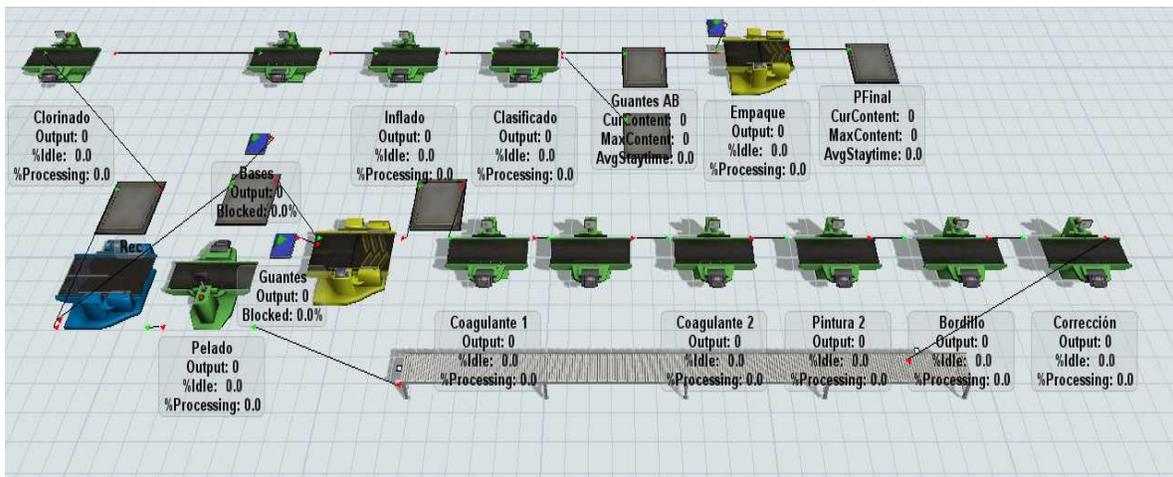


Figura 29. Simulación del proceso (1)

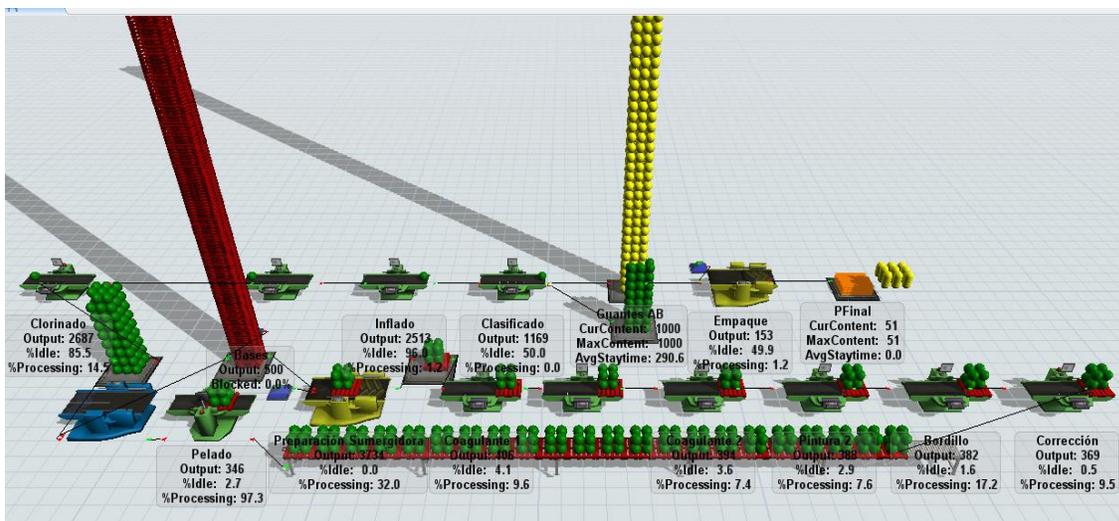


Figura 30. Simulación del proceso (2)

Para esta simulación se trabajó envase al tiempo del sku de 2.400 pares. Se debe colocar el tiempo estándar de cada actividad, teniendo en cuenta los factores del proceso sobre todo el horno de vulcanizado el cual posee una longitud de 25 metros con una velocidad de 1.12 metros sobre minutos. Se observa que el mayor cuello de botella es el pelado de guantes ya que este necesita la cantidad de 2.400 pares

para proseguir con las demás actividades, esta actividad también se encuentra sujeta a la velocidad del horno ya que debido a los problemas con el calentador el horno no trabaja a su capacidad total y eso genera que no salga de manera rápida los moldes demorando así todas las actividades posteriores a él.

Throughput

Object	Input	Output
Horno	600	600

Figura 31. Entradas y salidas del horno

Se observa que pasan por el molde un total de 600 moldes los cuales poseen 8 guantes por molde dando un total de 4.800 guantes, pero se debe considerar que no toda esta cantidad llega al empaque en el lapso de la jornada de trabajo. Se debe considerar que el horno posee una capacidad máxima de 102 moldes, cada uno con 8 guantes dándonos un total de 816.

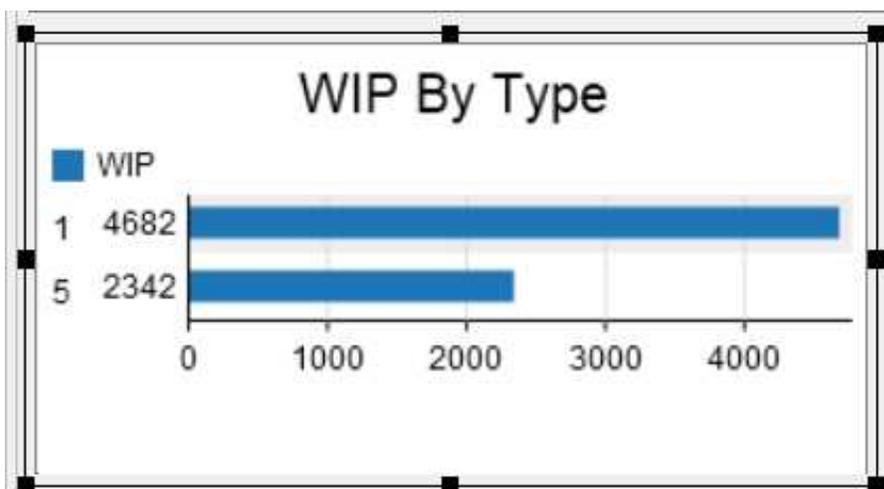


Figura 32. Guantes empaquetados por unidad

En la imagen se observa que del empaque sale una cantidad de 4682, la cual se le debe restar un total de 2.342 que conforma la base donde van colocados los guantes teniendo un total de 2.340 guantes que llegan al empaque final. Esto deja un total de 8 moldes en proceso que se quedan dentro del horno de vulcanizado para el día siguiente no arrancar desde cero. Teniendo así una producción diaria de 2.340 guantes transformado a pares un total de 1.170. Dando un faltante de 120 pares diarios. Con el tiempo de ciclo obtenido la empresa puede hacer 4.800 guantes en 3 días de trabajo, dando como resultado una cantidad de 35.200 pares al mes.

Staytime

Object	Min	Max	Average
Separator1	0	0.17	0.02

Figura 33. Variación del tiempo

En este proceso después del pelado donde se dividen los guantes de los moldes, se observa una variación del tiempo ya que cuando hay una mayor cantidad de volumen el personal trabaja de manera más rápida obteniendo el 0.02 y con menor volumen el 0.17. Debido a que la demanda del proceso se reduce el tiempo de operación aumenta. Esto debido a que el proceso es consecuencia del anterior.

4. CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1. Diagrama de Pareto

En el diagrama de Pareto realizado al proceso de elaboración de guantes, se logró identificar las posibles causas que estarían afectando en el proceso de producción de guantes. De esta manera se podrá mediante las frecuencias y el promedio acumulado ver cuales actividades son las pocas y vitales.

Tabla 17.

Problemas del proceso de guantes

Problemas	Frecuencia	Acumulada
Problemas en la formulación del látex	18	24%
Daños en el horno de Vulcanizado	17	47%
Daños en el horno de Secado	15	67%
Falta de control al personal	10	80%
Demora al encender el horno	4	85%
Alta rotación en la sumergidora	4	91%
Daños en las sumergidoras	3	95%
Rotura en el filtro de coagulante	2	97%
Daños en la máquina de clorinado	1	99%
Falta de materia prima	1	100%

La frecuencia mensual observada en la tabla indica la cantidad de veces al mes que se presentan dichos problemas, para realizar el diagrama de Pareto es fundamental organizar de mayor a menor las frecuencias. A continuación, se mostrará el diagrama a representar:

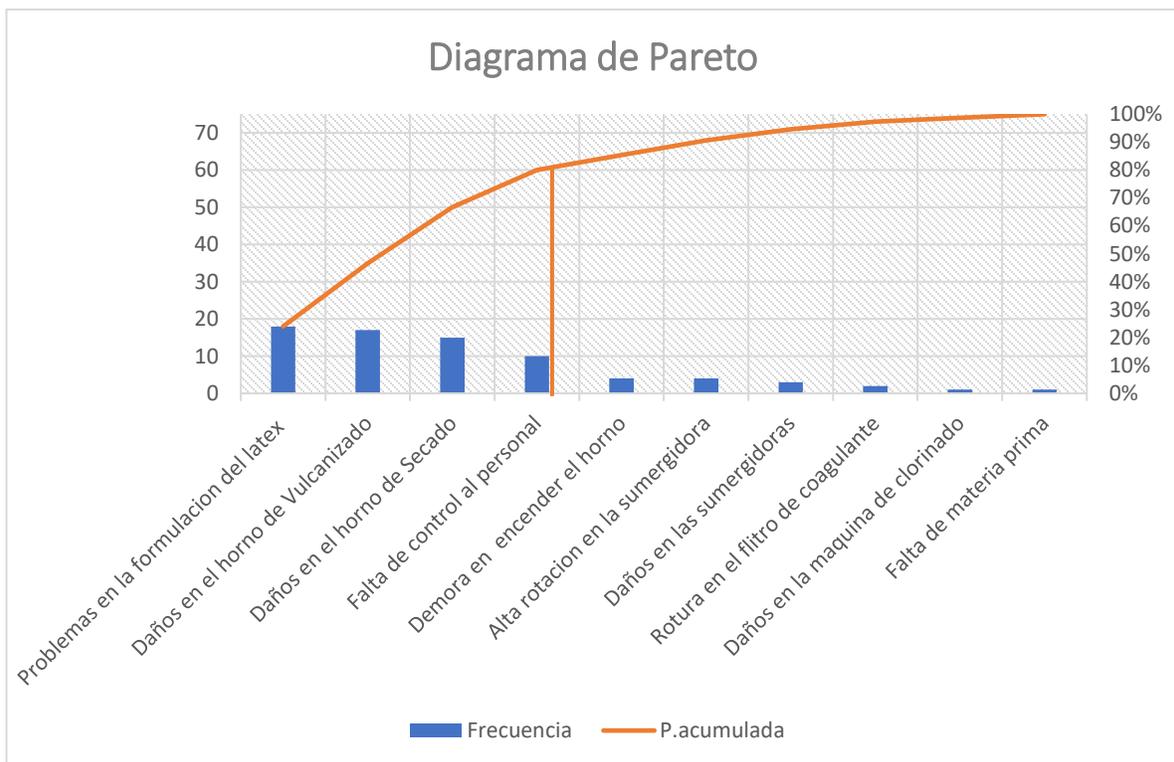


Figura 34. Diagrama de Pareto

En la gráfica se podrá observar el 80 – 20, donde se identifica visualmente los defectos de mayor importancia a los que la organización debería dirigir sus recursos para que la empresa pueda ahorrar en costos y en tiempo. Las cuatro actividades que se considera pocos vitales son: Problemas en la formulación del látex, daños en el horno de vulcanizado, daños en el horno de Secado y la falta de control al personal. Estas actividades generan en diferentes niveles la demora en la

producción de guantes y no permiten a la organización cumplir con los requisitos mensuales del mercado.

Adicionalmente, se puede identificar que dos de los tres problemas importantes son en los hornos de secado por lo que la empresa deberá mejorar o reinventar su plan de mantenimiento para que los hornos no demoren el proceso. En la formulación de látex recae en dos focos fundamentales, la primera a los laboratoristas encargados de la mezcla y a la gerencia ya que ellos son los encargados de comprar la materia prima según el precio y la calidad.

Se realizó un segundo diagrama de Pareto observando todas las actividades del proceso teniendo en cuenta los tiempos que toman cada uno y de esta manera identificar a cuál de estos es necesario implementar medidas.

Actividad	Frecuencia de tiempo	P.acumulada
Colocar guantes en tachos (2 tachos)	162.73	28.49%
Secador (Embolo)	155.63	55.74%
Lavado Clorinado (Embolo 2 tachos)	130.90	78.65%
Proceso del horno	41.81	85.97%
Clasificado (Tipo A,B,C)	30.81	91.36%
Empaque Secundario	9.99	93.11%
Inflado de Guantes y colocacion en gaveta	8.47	94.60%
Traslado de guantes al lavado clorinado (2 tachos)	8.07	96.01%
Colocar guantes en caja movil	4.57	96.81%
Retirado del horno y pelado de guantes (6 moldes)	3.18	97.37%
Bordes y seguidamente traslado (6moldes) a area correctiva	3.07	97.90%
Empaque Terciario	2.06	98.26%
Sumergir y levantar en tina de pintura	2.02	98.62%
Area correctiva	1.74	98.92%
Sumergir y levantar en coagulante	1.62	99.20%
Sumergir y levantar en tina de pintura 2	1.32	99.44%
Sumergir y levantar en coagulante 2	1.28	99.66%
Colocar moldes en banda sumergidora	0.88	99.81%
Empaque Primario	0.86	99.96%
Etiquetado	0.20	100.00%

Figura 35. Actividades del proceso con tiempos

En la tabla se encuentran las 20 actividades que dan vida al proceso de guantes calibre 25 con su respectivo tiempo en minutos, cada frecuencia de tiempo determina el tiempo que se demoran las actividades dentro del proceso.

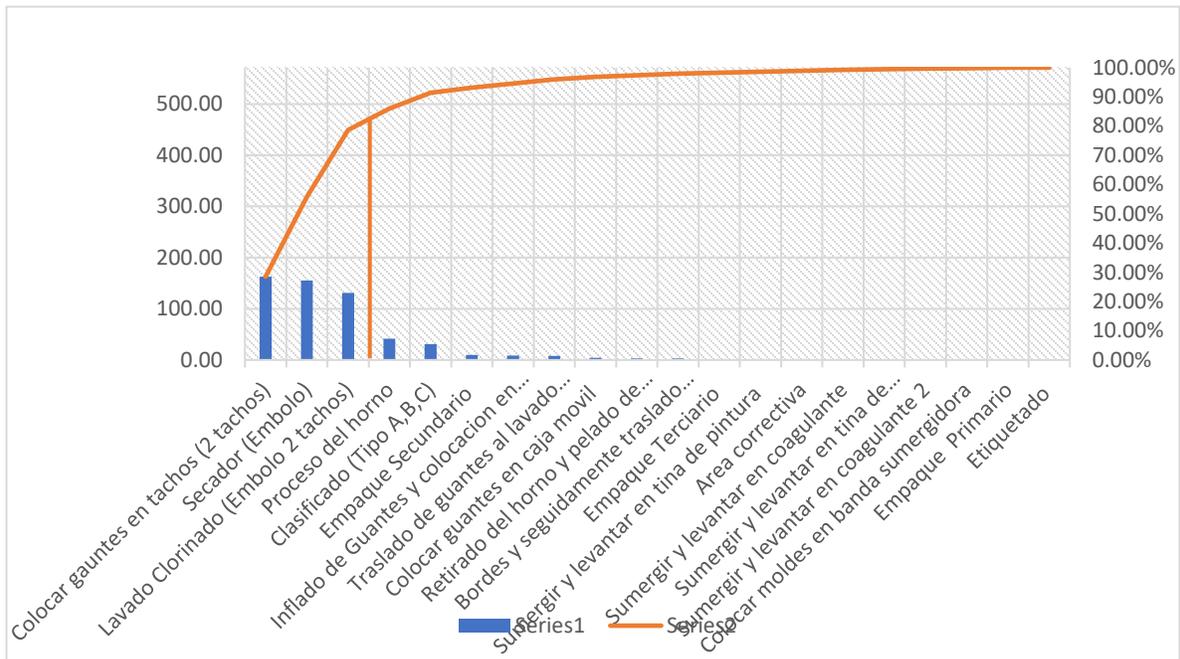


Figura 36. Diagrama de Pareto

Se observa en la gráfica los pocos vitales entre ellos tenemos 3 actividades:

- Colocar guantes en tachos, donde se debe llenar en dos tachos 672 guantes cada uno para ir al proceso de clorinado teniendo un tiempo total en este proceso de 1 hora con 15 minutos por tacho aproximadamente.
- Secador, esta actividad genera un tiempo de dos horas y media debido a que su calentador no funciona al 100% y, es fundamental que los guates estén totalmente secos para ir al área de inflado.

- Lavado o Clorinado esta actividad requiere de una capacidad de 1 344 guantes lo cual provoca que se tenga un tiempo total de dos horas con 20 minutos, aparte de que la máquina es antigua y no se la puede forzar a una velocidad más alta.

4.2. Diagrama de Ishikawa

Para la realización del diagrama de Ishikawa fue necesario realizar varias observaciones del proceso y mediante las 6Ms, colocar cada aspecto que se considere ineficiente como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 18.

Diagrama de Ishikawa (1)

Materiales	Maquinaria	Mano de Obra
Falta de inspección al recibir la materia Prima	No se posee un plan de mantenimiento preventivo	Fatiga
Mal manejo en el proceso	No hay un inventario de repuestos	Poca capacitación al personal
Mala calidad del Producto	Maquinaria antigua	Alta rotación del personal
Almacenamiento inadecuado		

Entre todas las actividades identificadas es necesario describir que en materiales una grave falta es la poca inspección que se realiza a la materia prima que ingresa al proceso de elaboración de guantes. Este es un problema ya que cuando se recibe

el látex no se solicita un certificado de análisis, además no participa nadie del departamento de sistemas integrados responsables del ingreso de materia prima. Cuando ingresan los químicos que serán mezclados en el proceso de obtención del guante solo se comprueba que el lote del producto sea el mismo del certificado de análisis. En cuanto a la maquinaria que se utiliza en el proceso presenta varios daños alrededor de la semana, desafortunadamente no se posee un mantenimiento preventivo, simplemente esperan a que se genere un problema para realizar la corrección sin tomar en cuenta acciones correctivas para eliminar el origen del problema y acciones preventivas para no tener posibles problemas en el transcurso de la producción.

Cuando se habla de la mano de obra en la actividad de sumergido es un proceso sumamente desgastante ya que deben colocar los moldes y estar moviendo las sumergidoras por todo un turno. Lo que provoca varios daños a la salud de los empleados.

Tabla 19.

Diagrama de Ishikawa (2)

Métodos	Medio ambiente	Métrica
Formulación	Falta de ventilas	Velocidad de los hornos
Errores Humanos	Goteras en el área de control de aberturas	Temperatura de los hornos
		Tiempo de los moldes en el horno

Los errores humanos son muy comunes debido a que el personal no se le ha brindado una capacitación correcta y maltrata a los moldes lo que genera que estos se rompan, cuando los moldes pasan a la primera área correctiva hay operarios que no están concentrados en su actividad y no rellenan los orificios para que el guante aun mantenga su estatus de calidad.

Existe un factor de la instalación de la planta el cual es la falta de ventilas en el techo lo que provoca que exista demasiado calor y provoque fatiga sobre todo a los empleados de las sumergidoras, en el techo de la planta existen goteras las cuales, con una fuerte lluvia, interrumpe el primer control de calidad ya que no se puede poner los moldes con el látex en la banda por el temor de que estos se mojen y se echen a perder.

La temperatura del horno solo puede ir hasta los 147 grados Celsius debido a que el calentador no soporta más temperatura y provocaría un daño ocasionando una para en la producción, esto limita debido a los años que tiene la máquina.

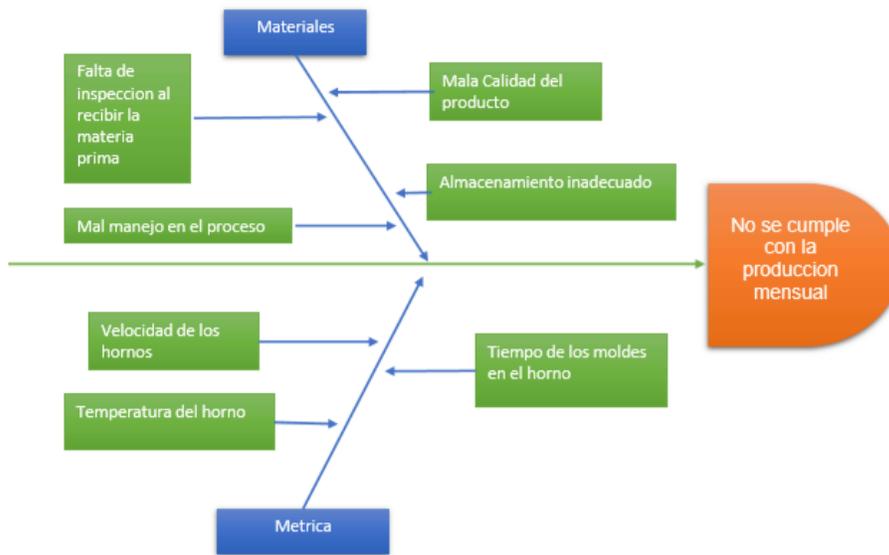


Figura 37. Espina de pescado Materiales y Métrica

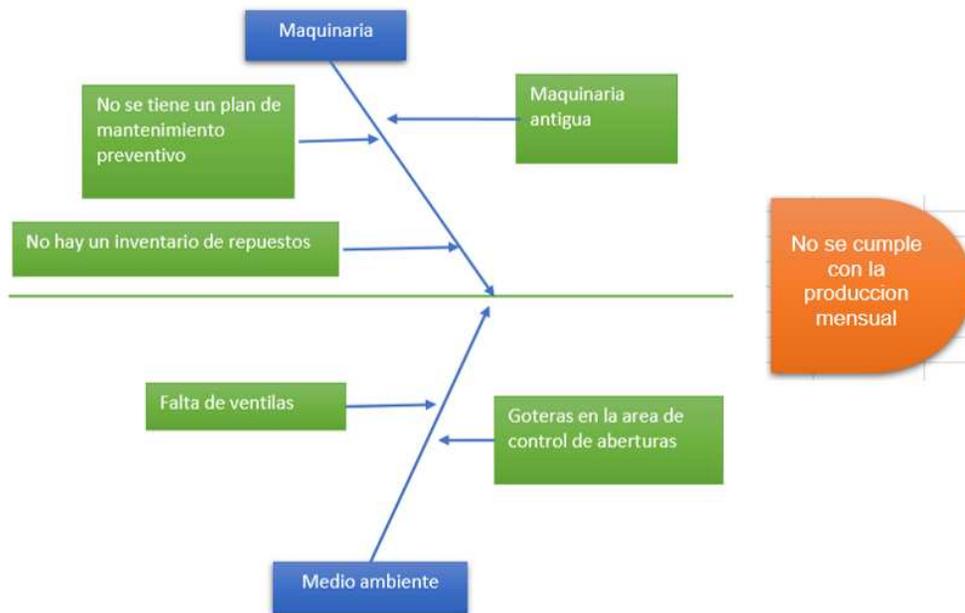


Figura 38. Espina de pescado Maquinaria y Medio Ambiente

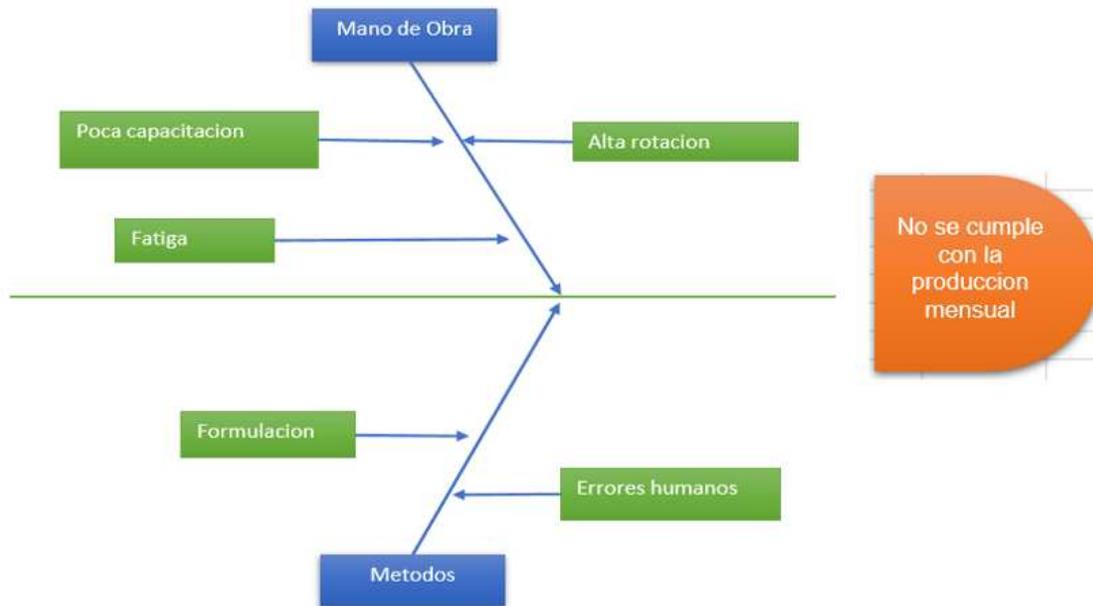


Figura 39. Espina de pescado Mano de Obra y Método

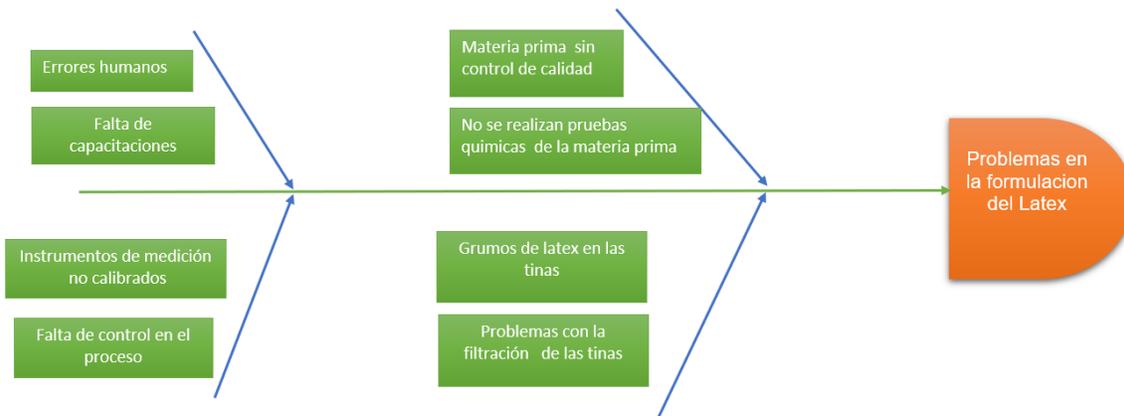


Figura 40. Espina de pescado Problemas en la formulación del látex

Aparte del diagrama general se prosiguió a ejecutar 4 diagramas con los defectos con más relevancia demostrados por el diagrama de Pareto entre ellos están:

El primer problema es con la formulación de látex donde los errores empiezan desde el poco control que se realiza a la materia prima al momento de ingresar a la empresa, aparte del poco control que se realiza de este en el proceso, los formuladores no están capacitados al 100% y hay problemas no tan frecuentes en el sistema de filtrado de las tinas.

El daño que presenta a diario el horno el cual realiza el vulcanizado de los guantes de látex, uno de los principales factores es el calentador del horno debido a que no funciona correctamente generando que los guantes de los moldes no se cocinen bien y dando variaciones en el panel de control. La empresa no posee un plan de mantenimiento preventivo lo que genera que cuando el calentador u otra pieza del horno no funciona se deba parar la producción.

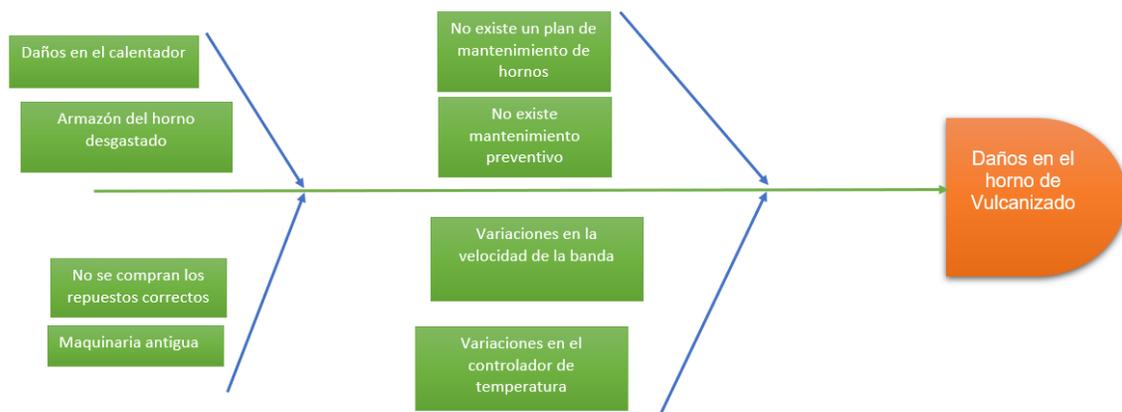


Figura 41. Espina de pescado, Daños en el horno de vulcanizado

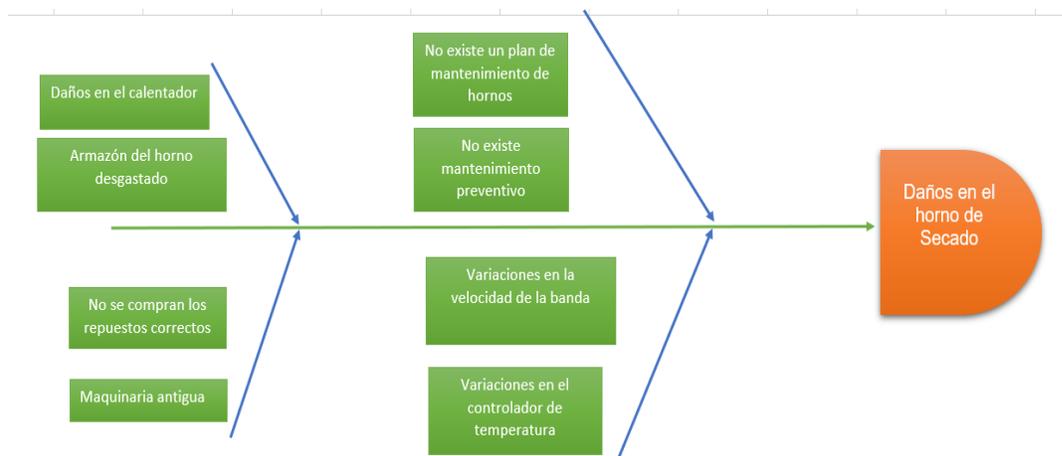


Figura 42. Espina de pescado, Daños en el horno de secado

Este horno recibe 2.400 guantas luego de que salen del clorinado su función es secar por completo los guantes para ir directamente al área de inflado. Sufriendo un problema semejante al otro horno con su calentador e involucrando al departamento de mantenimiento cada semana.

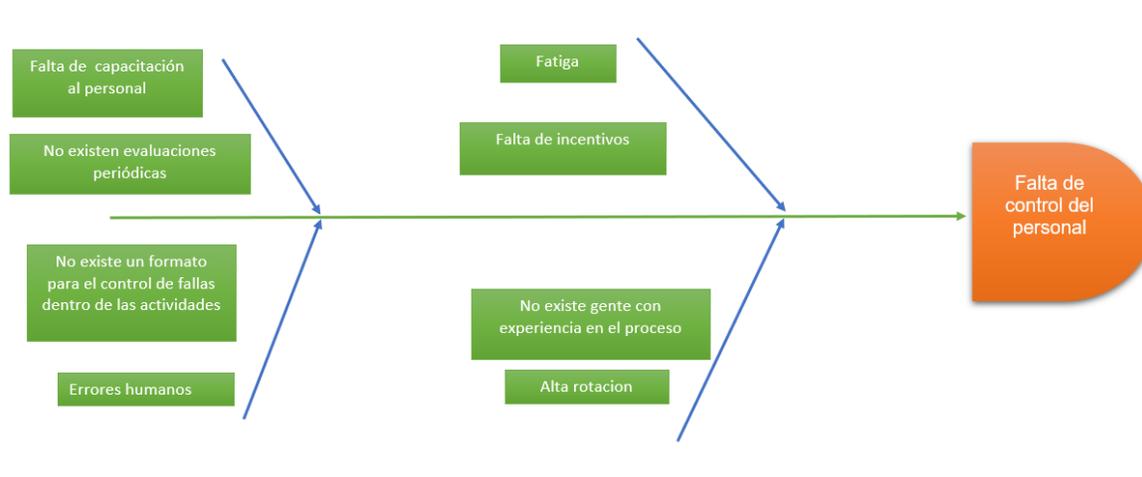


Figura 43. Espina de pescado, Falta de control del Personal

El personal pierde mucha concentración sobre todo lo que es bordillos y clasificación de guantes por no estar atentos a su trabajo, también muchos de ellos no reciben una capacitación correcta lo que puede generar problemas en el proceso.

4.3. Identificación de Desperdicios (MUDA)

La empresa posee indicadores de los desperdicios en cada uno de sus procesos, enfocándose al trabajo de titulación en la planta número 4 se posee un control del látex que se utiliza semanalmente y sus desperdicios en el proceso. Los datos recopilados son del año 2019 desde la semana 1 (enero) hasta la semana 52 (diciembre), teniendo en cuenta que la empresa no tuvo producción de guantes por dos meses durante la semana 19 a la 26.

La organización en este control de desperdicios tiene los siguientes indicadores:

- KG M.P Utilizada
- KG desperdiciado
- Porcentaje de desperdicios

La fórmula para encontrar el porcentaje de desperdicios simplemente es dividir los Kg desperdiciados para los Kg utilizados, se considera observar la semana que supera los 2% de desperdicios en el año 2019 posee 8 semanas con un porcentaje mayor a dos.

Tabla 20.

Identificación de desperdicios (1)

DESPERDICIO LATEX			
SEMANA	KG MP UTILIZADA	KG DESPERDICIO	PORCENTAJE DESPERDICIO
1	870.00	2	0.23%
2	3678.00	11.5	0.31%
3	4756.00	11.45	0.24%
4	4556.00	16.5	0.36%
5	3868.00	129	3.34%
6	4343.00	7.5	0.17%
7	3880.00	9	0.23%
8	2831.00	70	2.47%
9	3501.00	169	4.83%
10	1770.00	78	4.41%
11	3665.00	11.6	0.32%
12	5545.00	123	2.22%
13	3326.00	12	0.36%
14	2981.00	7	0.23%
15	3370.00	8.5	0.25%
16	3378.00	62	1.84%
17	3455.00	8.5	0.25%
18	1989.00	7.5	0.38%
19	0.00	0	0.00%
20	0.00	0	0.00%
21	0.00	0	0.00%
22	0.00	0	0.00%
23	0.00	0	0.00%
24	0.00	0	0.00%
25	0.00	0	0.00%
26	0.00	0	0.00%

Tabla 21.

Identificación de desperdicios (2)

27	2734.00	18	0.66%
28	4077.00	81	1.99%
29	3375.00	30.5	0.90%
30	2740.00	17	0.62%
31	675.00	53	7.85%
32	4376.00	12	0.27%
33	4260.00	25	0.59%
34	3111.00	8	0.26%
35	4162.00	8	0.19%
36	3316.00	39	1.18%
37	3569.00	12	0.34%
38	29120.00	53	0.18%
39	3535.00	26	0.74%
40	24875.00	8	0.03%
41	2464.00	6	0.24%
42	3848.80	202	5.25%
43	37049.00	7	0.02%
44	3366.00	78	2.32%
45	12625.00	10	0.08%
46	5808.00	12	0.21%
47	5479.00	69	1.26%
48	5465.00	74	1.35%
49	3144.00	30	0.95%
50	5388.00	16	0.30%
51	4731.00	19	0.40%
52	3626.00	14	0.39%
PROMEDIO	2480.97	30.12	1.21%

4.4. VSM Actual

Después de haber obtenido los datos de los tiempos de ciclo de cada actividad, se prosiguió a realizar el VSM actual del proceso de elaboración de guantes calibre 25 con un pedido mensual de 92.000 pares de guantes.

Tabla 22.

Actividades del proceso

Cod.	Actividad

1	Colocar moldes en banda sumergidora
2	Sumergir y levantar en coagulante
3	Sumergir y levantar en tina de pintura
4	Sumergir y levantar en coagulante 2
5	Sumergir y levantar en tina de pintura 2
6	Bordes y seguidamente traslado (6moldes) ha área correctiva
7	Área correctiva
8	Proceso del horno
9	Retirado del horno y pelado de guantes (6 moldes)
10	Traslado de guantes al lavado clorinado (2 tachos)
11	Lavado Clorinado (Embolo 2 tachos)
12	Secador (Embolo)
13	Colocar guantes en la caja movil
14	Inflado de Guantes y colocacion en gaveta
15	Clasificado (Tipo A, B, C)
16	Empaque Primario
17	Empaque Secundario
18	Empaque Terciario
19	Etiquetado

En la siguiente tabla se mostrará la demanda mensual de guantes con el tiempo disponible y la demanda diaria:

Takt Time

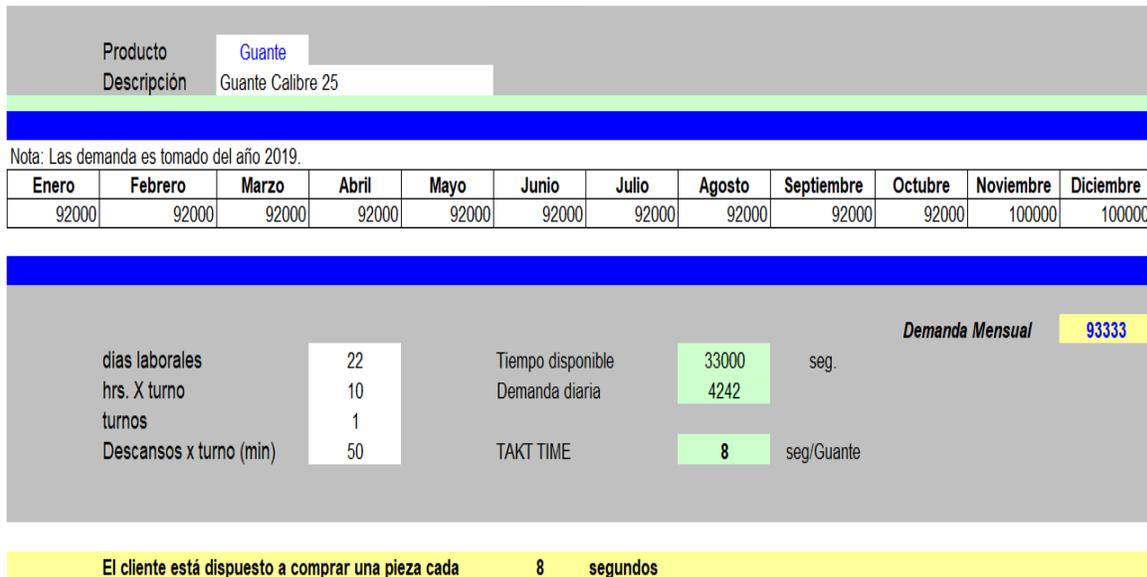


Figura 44. Takt Time

Como se muestra en la tabla se puede observar una demanda lineal dentro los meses de enero a octubre teniendo un incremento en los dos últimos meses del año. La empresa de productos de limpieza trabaja 22 días al mes con un turno de 10 horas, los trabajadores poseen 50 minutos de descanso en los que se considera la media hora de almuerzo y 20 minutos de pausas activas, la imagen nos muestra que se pose un promedio mensual de la demanda de 93.333 pares de guantes. Como TAKT time se posee 8 segundos, esto nos quiere decir que cuando ya se empaque un par cada 8 segundos debe salir otro.

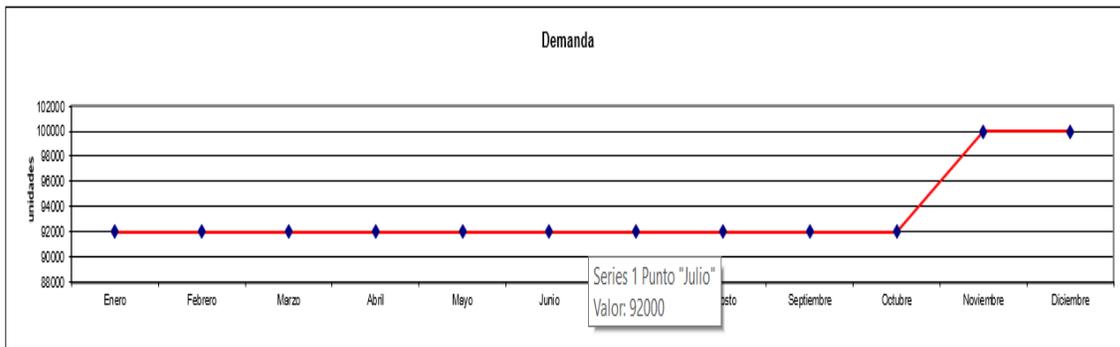


Figura 45. Gráfico de la demanda actual

La empresa de productos de limpieza Recibe pedidos semanales por parte del centro de distribución, los tiempos tomados son del batch mínimo para el funcionamiento de la maquinaria 2.400 pares. El centro de distribución se comunica con el Jefe de planta para averiguar la cantidad de látex que se posee, si la planta posee el látex suficiente se procede a la producción del producto si esto no pasa el CD informara a los proveedores por llamada telefónica o correo, en este caso si el proveedor es nacional se obtendrá el látex en 3 días laborables, en cambio si el proveedor es internacional este se demorara un mes en entregar el requerimiento.

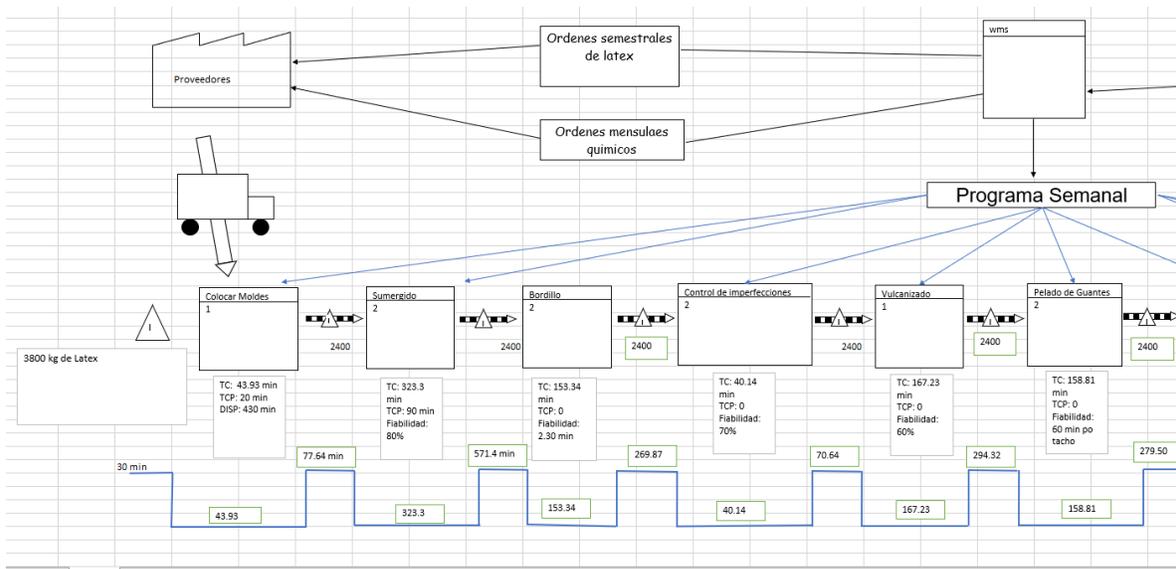


Figura 46. VSM Actual

Semanalmente la fábrica ocupa 3.800 kg de latex la primera actividad es colocar moldes en donde un solo operario debe preparar los moldes en las maquinas sumergidoras, después pasará por las tinas de coagulante y latex, en la zona de bordillo solo puede estar un máximo de 48 pares de guantes y hay dos operarios realizando la actividad, los guantes pasan por un área de control de calidad la cual entran 1130 guantes donde dos operarios realizan este control y pasa por el horno de vulcanizado el cual tiene una capacidad máxima de 102 moldes un total de 816 guantes se debe tomar en consideración que tanto como el horno y la banda no están funcionando a su máxima capacidad. La siguiente actividad es el pelado de guantes cuando los guantes salen del vulcanizado un operario pela del molde y otro los coloca en tachos para pasar a la siguiente actividad en total de los dos tachos deben estar 2.400 pares de guantes. Por el problema de la banda y el calentador para obtener esta cantidad de guantes se tiene un tiempo de 1258 minutos. Generado aquí un cuello de botella ya que si no se pose esta cantidad de producto no se puede pasar a las siguientes actividades.

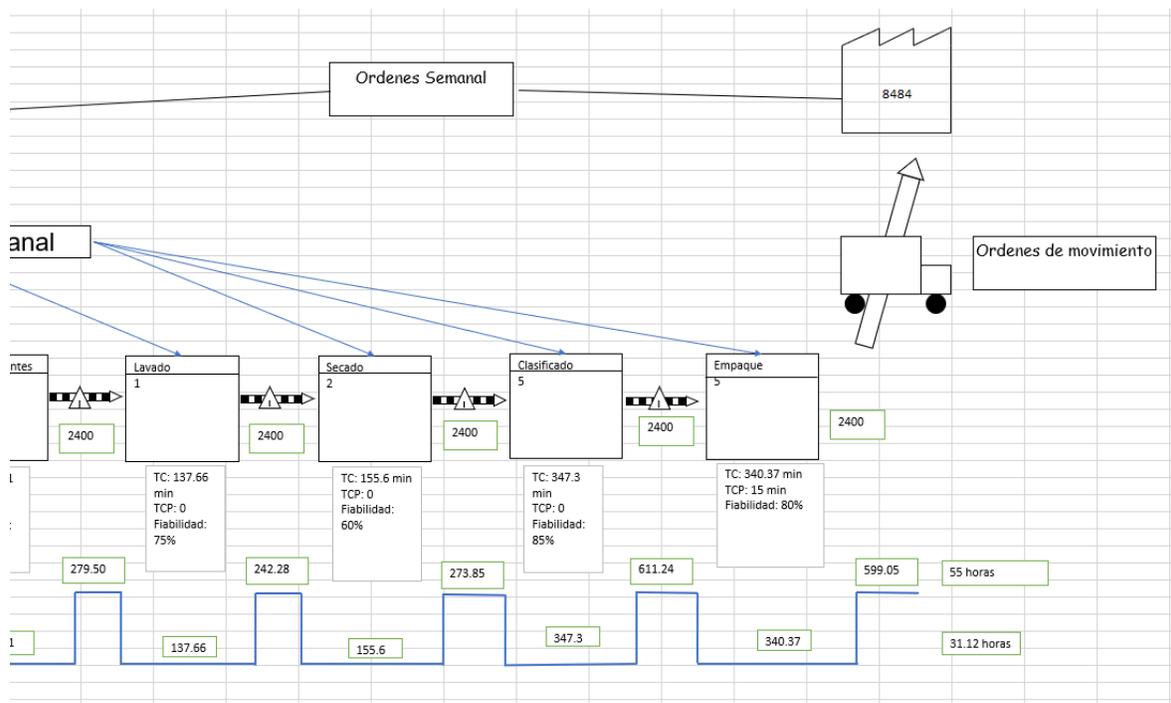


Figura 47. VSM Actual

Después del pelado los guantes pasan al lavado donde un operario se encarga de esta actividad debido a que la maquina ya posee 15 años y no se puede exigir un mayor ritmo de trabajo en esta actividad posee un tiempo de 2 horas con 30 minutos. Cuando esta actividad concluye los guantes pasan al secado y después al clasificado de guantes donde están dos operadores inflando y descartando los guantes con agujero y 3 personas en el clasificado de tipos de guantes para pasar al empaque final.

Como se observa en el VSM la planta puede producir 2.400 pares de guantes en 3 días de trabajo, esto nos indica que en 5 días solo se tiene la capacidad de realizar 4.000 pares o 8.000 guantes individuales. Teniendo una producción mensual de 35.200 guantes. Teniendo un faltante de 56,800 guantes por este motivo la empresa debe maquilar una gran cantidad de guantes ya que solo posee el 38,2% de

capacidad. Todo el proceso encuentra dos grandes problemas la velocidad y el calentador del horno principal la cual rige el ritmo de los procesos.

4.5. Análisis de Capacidad del Proceso enfocada a la calidad

En este estudio se enfocará en encontrar las perdidas por millón producidas, los defectos por oportunidad, y el nivel sigma en el cual el proceso está trabajando debido a la poca capacidad de producción la organización no se puede dar el lujo de tener tantos desperdicios.

Cálculo de los defectos por unidad:

$$DPU = \frac{d}{U}$$
$$DPU = \frac{2237}{92337}$$
$$DPU = 0,024$$

d= Número de defectos

U= Productos ya revisados

En este cálculo se toman los defectos sobre los productos ya revisados. Esto significa, que cada par de guante tiene 0.024 defectos.

Cálculo de los defectos por oportunidad:

$$DPO = \frac{d}{U \times O}$$

$$DPO = \frac{2237}{92337 \times 6}$$

$$DPO = \frac{2237}{554002}$$

$$DPO = 0,004$$

Este dato indica que de 554.002 guantes se fabrican 2237 con algún tipo de defecto.

Cálculo de las oportunidades por millón:

$$DPMO = 1\,000\,000 \times DPO$$

$$DPMO = 1\,000\,000 \times 0,004$$

$$DPMO = 4000$$

De un millón de guantes fabricados se espera tener 4000 con algún tipo de defectos esto significa que no se posee un proceso six sigma, ya que para esto se requiere tener 3.4 DPMO como máximo.

Con los datos ya obtenidos se prosigue a calcular la fórmula de Yield para obtener el nivel sigma con el cual se está realizando del proceso de elaboración de guantes calibre 25.

$$\begin{aligned} \text{Yield} &= e^{-DPU} \\ \text{Yield} &= (2,7183)^{-0,024} \\ \text{Yield} &= 0,97 \end{aligned}$$

Nivel sigma a largo plazo

$$\begin{aligned} &DISTR.NORM.ESTAND.INV(YIELD) \\ &DISTR.NORM.ESTAND.INV(0,97) \\ &Z_L = 1,88 \end{aligned}$$

Nivel sigma a corto plazo

$$\begin{aligned} Z_c &= Z_y + 1,5 \\ Z_c &= 1,88 + 1,5 \\ Z_c &= 3,4 \end{aligned}$$

Tabla 23.

Nivel Yield

Calidad de corto plazo (suponiendo un proceso centrado)				Calidad de largo plazo con un movimiento de 1.5σ		
Índice C_p	Calidad en sigmas Z_c	% de la curva dentro de especificaciones	Partes por millón fuera de especificaciones	Índice Z_L	% de la curva dentro de especificaciones	PPM fuera de especificaciones
0.33	1	68.27	317 300	-0.5	30.23	697 700
0.67	2	95.45	45 500	0.5	69.13	308 700
1.00	3	99.73	2 700	1.5	93.32	66 807
1.33	4	99.9937	63	2.5	99.379	6 210
1.67	5	99.999943	0.57	3.5	99.9767	233
2.00	6	99.9999998	0.002	4.5	99.99966	3.4

Cuando se obtiene el resultado al aplicar la fórmula del nivel sigma a corto plazo se obtiene una calidad sigma de 3,4. Teniendo en cuenta un porcentaje de la curva dentro de las especificaciones de 99.73.

Se puede observar con los datos obtenidos que a pesar de que el proceso no puede cumplir con las demandas solicitadas por el mercado, trabaja con un nivel sigma sumamente aceptable con esto la empresa evita también perder la poca producción que se obtiene del proceso. Con esto los clientes crean un vínculo de confianza al producto y a sus controles de calidad para tener un producto con las especificaciones requeridas.

4.6. Balanceo de Líneas

Para realizar el balanceo de las líneas y tener el número preciso de los operarios fue necesario tener el tiempo de cada actividad del proceso en las cuales involucre trabajo manual, utilizando dos fórmulas imprescindibles estas son:

- índice de Producción: La fórmula utiliza la producción sobre la jornada laboral en este caso 10 horas de trabajo.

$$IP = \frac{Producción}{Jornada Laboral}$$

$$IP = \frac{4800}{600}$$

$$IP = 8$$

- Número teórico de Operarios: Para la utilización de esta fórmula es necesario aplicarla a cada actividad del proceso para obtener el número de operarios por actividad.

$$NTO = \frac{TE \times IP}{Eficiencia}$$

$$NTO = \frac{TE \times 8}{70}$$

TE: Tiempo estándar de cada actividad.

IP: índice de Producción.

Eficiencia: La eficiencia que esta el proceso.

Tabla 24.

Balanceo de líneas

Operaciones	Tiempo estandar min	No. Operarios no real	No. Operarios real
Colocar moldes en banda sumergidora	0,8787	0.09	1
Sumergir y levantar en coagulante	1,619	0.17	
Sumergir y levantar en tina de pintura	2,021	0.44	1
Sumergir y levantar en coagulante 2	1,27	0.25	
Sumergir y levantar en tina de pintura 2	1,32	0.23	1
Bordes y seguidamente traslado (6moldes) a area correctiva	3,06	0.34	1
Area correctiva	1,73	0.19	1
Proceso del horno	41,8		
Retirado del horno y pelado de guantes	162.72	32	17
Traslado de guantes al lavado clorinado (2 tachos)	8,06	0.9	1
Lavado Clorinado (Embolo 2 tachos)	130,89		
Secador (Embolo)	155,62		
Colocar guantes en caja movil	4,57	0.48	1
Inflado de Guantes y colocacion en gaveta	8,47	0.96	1
Clasificado (Tipo A,B,C)	30,80	3.52	4
Empaque Primario	0,86	0.09	
Empaque Secundario	9,99	0.99	
Empaque Terciario	2,055	0.2	1
Etiquetado	0,19	0.22	1
		Total de personas	31

En la actualidad, el proceso cuenta con 21 personas después de haber hecho el balanceo se observa el número de operarios que necesita cada actividad, teniendo como resultado 31 operarios para el proceso. La colocación de guantes en los tachos es la actividad donde más se requiere personal, es decir, al proceso le falta 10 personas, pero, en consecuencia, a la infraestructura donde se encuentra el proceso no es posible colocar tantos operarios en la actividad de pelado de guantes la cual requiere 20 personas por lo que se ha decidido distribuir al personal de acorde a las limitaciones de la planta.

Tabla 25.

Balanceo de líneas

Operaciones	Tiempo estandar min	No. Operarios no real	No. Operarios real
Colocar moldes en banda sumergidora	0,8787	0.09	1
Sumergir y levantar en coagulante	1,619	0.17	
Sumergir y levantar en tina de pintura	2,021	0.44	1
Sumergir y levantar en coagulante 2	1,27	0.25	
Sumergir y levantar en tina de pintura 2	1,32	0.23	1
Bordes y seguidamente traslado al area correctiva	3,06	0.34	2
Area correctiva	1,73	0.19	2
Proceso del horno	41,8		
Retirado del horno y pelado de guantes	162.72	32	4
Traslado de guantes al lavado clorinado (2 tachos)	8,06	0.9	1
Lavado Clorinado (Embolo 2 tachos)	130,89		
Secador (Embolo)	155,62		
Colocar guantes en caja movil	4,57	0.48	2
Inflado de Guantes y colocacion en gaveta	8,47	0.96	4
Clasificado (Tipo A,B,C)	30,80	3.52	5
Empaque Primario	0,86	0.09	
Empaque Secundario	9,99	0.99	
Empaque Terciario	2,055	0.2	6
Etiquetado	0,19	0.22	2
		Total de personas	31

Ya realizando completamente el balance se puede ver en la imagen como deberían estar distribuidos los operarios por cada actividad, logrando optimizar cada puesto de trabajo. Igualmente, aumentar una segunda estación en el pelado de guantes y una segunda estación en el inflado, aumentando cinco personas más en la clasificación para poder reducir los tiempos y tener en si un proceso sumamente eficiente.

5. CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA

5.1. VSM Futuro

Se prosiguió como una de las propuestas de mejora a realizar el VSM a futuro donde se logra observar varios cambios los cuales serán explicados a continuación en donde se representará por sección al VSM futuro.

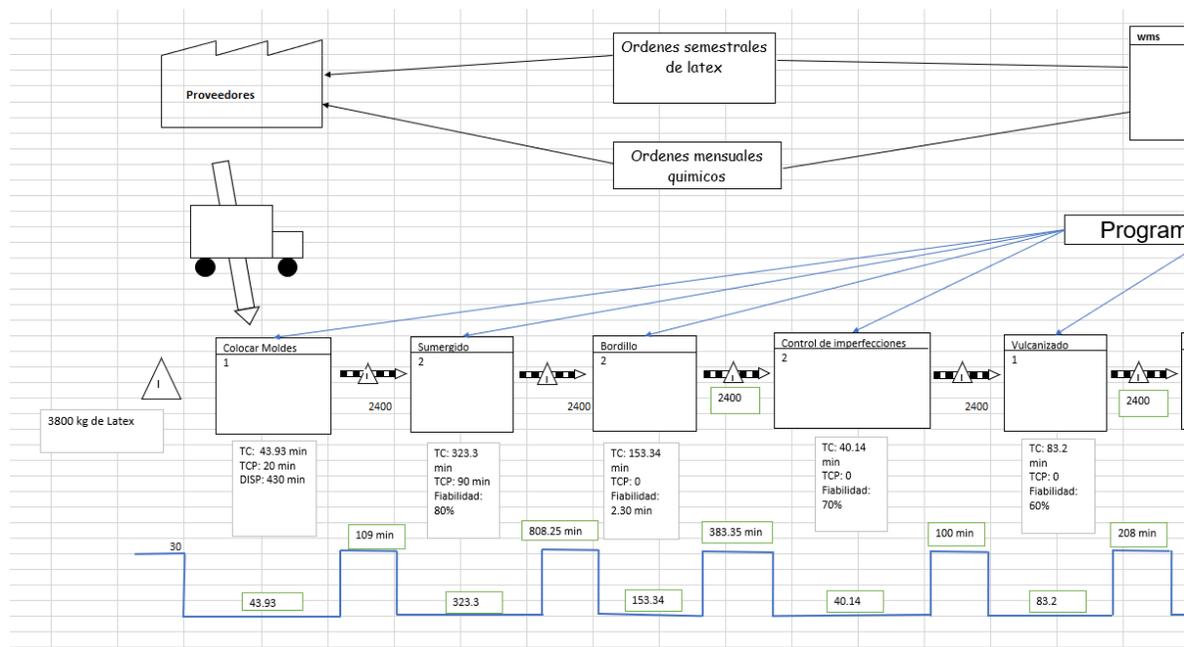


Figura 48. VSM Futuro

Se toma la decisión de reducir los pedidos semanales a la cantidad de 6000 pares, esto debido a los tiempos de cada actividad los cuales permiten esta capacidad de producción. Se mantiene las ordenes de látex y productos químicos con la única variación que el guarda almacén de fábrica 4 deberá avisar con una semana de

anticipación la falta de material para que no se pare la producción y evitar demoras en las entregas o con las metas propuestas por la organización.

En el proceso de vulcanizado con la adquisición de un nuevo calentador se consigue reducir a la mitad del tiempo indicado en el VSM actual. Debido a que la banda pasaría de moverse 0.88 m/min a 1.6 m/m. De esta manera se eliminará el cuello de botella más notable del proceso.

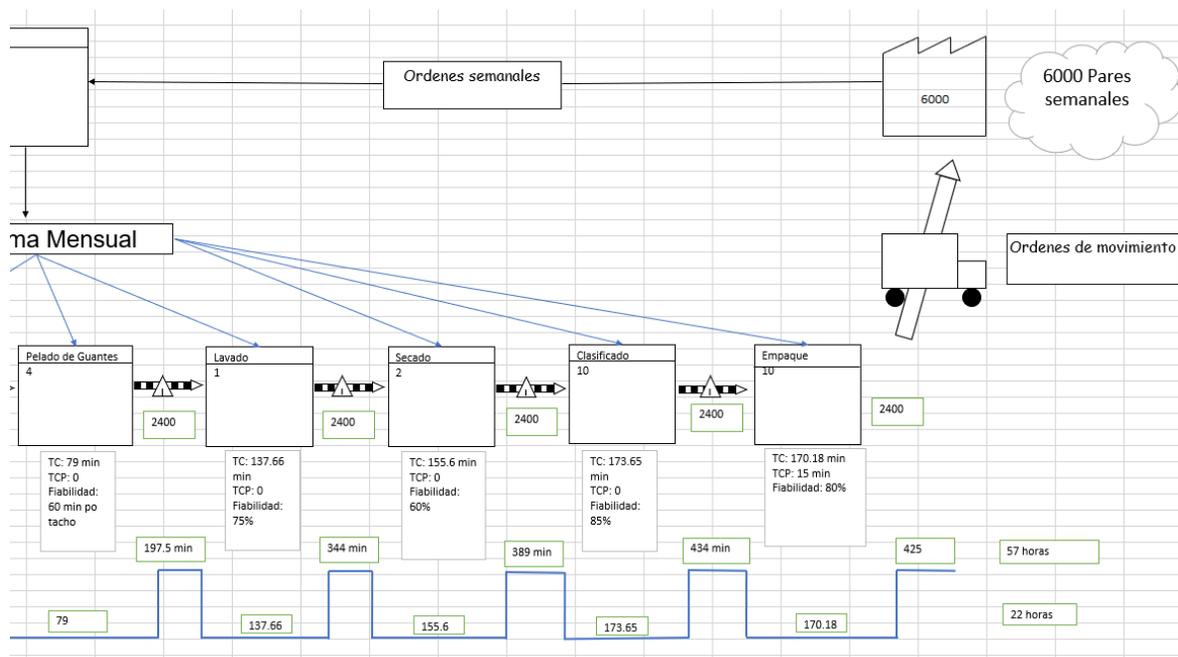


Figura 49. VSM Futuro

En el pelado de guantes se aumentó una línea más para poder cumplir con los nuevos ritmos del horno logrando disminuir el tiempo de esta actividad a la mitad. En las dos últimas actividades tanto en el clasificado como en el empaque se aumentó el doble de personal para evitar la creación de un nuevo cuello de botella y poder satisfacer la demanda. El incremento de personas en estas actividades se

justifica debido a que en la actualidad en el área de clasificado solo pueden cumplir con el 50% de la demanda diaria, volviéndose un nuevo cuello de botella si no se realiza este incremento. Con el nuevo VSM se logra reducir el tiempo de producción de 2.400 pares en tres días a dos, logrando cumplir semanalmente los 6.000 pares, logrando realizar mensualmente 52.800 guantes reduciendo el faltante a 39.200 guantes. Teniendo la capacidad de generar el 57% de la demanda mensual por parte de los clientes y reducir la maquila de 56.800 guantes mensuales a 39.200 guantes.

5.2. Teoría de Restricciones (TOC)

5.2.1. Identificar la restricción

La mayoría de las personas consideran que este es uno de los pasos más fáciles del TOC, debido a que si se identifica mal la restricción, como consecuencia los siguientes pasos estarán equivocados y tendrán una mala aplicación. Siempre se debe hacer la pregunta, que problema complica más el desempeño de todo el sistema y no decir cuál de las actividades me molesta más (Limon, 2018).

Tal como sugiere la teoría no se deberá llevar siempre por la actividad que más tiempo posea sino la que cause más complicaciones en el proceso, a lo largo del trabajo de titulación se han podido identificar varias actividades que poseen grandes restricciones para el proceso entre las que más afectan están:

- El pelado de guantes (Vulcanizado)

- Clorinado (Lavado de guantes)

Todas estas actividades están relacionadas directamente con el horno de vulcanizado el cual siempre presenta problemas durante el mes de trabajo por lo cual esta actividad ralentiza a todas las actividades que lo prosiguen, estos problemas son causados en si por el calentador del horno ya que este no logra tener la temperatura adecuada 160 grados Celsius por lo cual la banda debe ir a una velocidad menor para que los guantes se cocinen de la mejor manera.

5.2.2. Explotar la restricción

En este paso existe una regla sumamente importante no se debe invertir dinero, este punto trata de buscar diferentes maneras de trabajar con la restricción para incrementar su desempeño Si se logra ganar un minuto a una actividad es ganar un minuto a todo el sistema, se deberá aplicar una lluvia de ideas y cada idea deberá ser considerada (Limon, 2018).

En este paso se deberá implementar controles de mantenimiento preventivo para todo el sistema del horno especialmente en su calentador y no esperar a que este falle para realizar un cambio de alguna pieza. Esto nos permitirá a que no se pare la línea de producción como lo hacen en la actualidad permitiendo a la empresa generar una mayor cantidad de guantes como se explicó en el VSM a futuro, debido a que si el calentador está en toda su capacidad la velocidad del horno aumentara a 1,6 m/min. En la actualidad debido a los problemas y sobre todo a la falta de mantenimiento preventivo por parte del departamento asignado a esta tarea, la banda se desplaza a una velocidad de un metro cada 1:12 minutos.

5.2.3. Subordinar el sistema a la restricción

Este paso es sumamente controversial ya que se pide trabajar al ritmo del eslabón más lento, muchas organizaciones consideran esto como suicidio laboral. Pero lo que en verdad trata no es de trabajar al ritmo de la restricción, sino de procesar más trabajo de lo que la restricción pueda procesar (Limon, 2018).

En la actualidad la organización está trabajando al ritmo de la restricción y es por esto por lo que no se logra cumplir con los pedidos solicitados mensualmente ya que la empresa debería cumplir con pedidos de 92.338 guantes y solo en 22 días laborales lograr cumplir con 35.200 guantes, De tal manera que existe un faltante de 57138 guantes, esta cantidad restante es maquilada por un proveedor.

5.2.4. Elevar la Restricción

De seguro cuando se haya ejecutado de manera correcta los puntos del 1 al 3 el sistema ya nos esté dando mejores resultados y que esto genere un impacto positivo en los indicadores financieros del sistema, aquí es el momento donde se deberá invertir económicamente para elevar la restricción, de esta manera se mejora lo suficiente. Aquí aparecerá una nueva incertidumbre si eliminar o aniquilar del todo la restricción que se pose debido a que no todo el sistema puede seguir ese nuevo ritmo (Limon, 2018).

Como la propuesta de este proyecto de titulación la organización deberá hacerse de un nuevo calentador para el horno de vulcanizado, con ayuda del departamento

de mantenimiento hacer planes de control al calentador y evitar los daños semanales con esto, el calentador podrá trabajar a los 160 grados de temperatura y los moldes estarán completamente secos para el pelado, lo que genera la reducción del tiempo en el horno produciendo más guantes como se lo explica en el VSM Futuro ya que se podrá cumplir en 22 días los 105.600, eliminando de manera completa el maquilado, el cual genera un desembolso de 55.000 USD mensuales.

5.2.5. Regresar al primer paso

Después de haber logrado los 4 pasos anteriores, se deberá indagar si existe una nueva restricción en el proceso. El cual tendrá un tratamiento con los 5 pasos, pero con otro enfoque (Limon, 2018).

Después de realizar dichos pasos se deberá indagar si existe un nuevo eslabón débil del proceso (cuello de botella). Debido a la pandemia todo se queda como una propuesta que podrá adaptar la organización en su proceso, pero viendo el VSM a futuro los posibles cuellos de botella estarían en las siguientes áreas:

- Sumergidoras
- Control de imperfecciones antes del vulcanizado
- El pelado de guantes si no se aumenta otra estación, podría sobrecargar el proceso.
- Clasificación de guantes.

5.3. Análisis de costo beneficio

Los datos obtenidos para realizar el análisis para la compra de un nuevo horno para el proceso de vulcanizado fueron obtenidos por la gerente del departamento SIG (Sistemas integrados de Calidad) de la empresa, la cual controla el área de mantenimiento.

Los precios para tener en cuenta son los siguientes:

- Cámara de combustión del horno nuevo \$ 16.000
- Quemador nuevo \$1.500
- Precio de un nuevo horno incluido la cámara con el quemador \$20.000
- Año en la cual se compró el actual horno de vulcanizado 2000
- Precio del mercado del guante \$1,77
- Sueldo de los operarios en la línea de guantes \$400

Con los datos dados por la gerente se prosigue a obtener el valor de los guantes sin el IVA.

$$\text{Valor sin IVA} = \$1,77 / \$1,12$$

$$\text{Valor sin IVA} = \$1,58$$

La gerente del departamento SIG entregó el valor de 30 centavos americanos como la utilidad neta de los guantes calibre 25. Si se realiza la compra de un nuevo horno este tendrá 5 años de depreciación, teniendo una depreciación anual de 4000 USD, teniendo en cuenta que la empresa posee este periodo de tiempo para poseer la

cantidad de dinero necesario para adquirir un nuevo horno si es necesario en los siguientes 5 años. El nuevo horno según el departamento de compras y mantenimiento de la empresa puede generar mensualmente 109.714 guantes lo que representa 74.514 guantes extras en comparación a la capacidad actual (35.200) guantes. Teniendo una oportunidad de incrementar las ventas un 117.732 USD mensual, este valor se obtiene al multiplicar los guantes extras que puedo generar con el nuevo horno por el valor del guante sin IVA.

Se procede a calcular las ganancias de los 74.514 guantes extra que se puede producir por el precio neto y ver la ganancia mensual para observar en cuantos meses recuperaría la inversión del nuevo horno.

$$\text{Ganancia} = \text{Valor neto} \times 74.514 \text{ más que puedo producir}$$

$$\text{Ganancia} = \$0,30 \times 74.514$$

$$\text{Ganancia} = 22.354 \text{ USD}$$

Con el valor arrojado se demuestra que en un mes de trabajo se recupera la inversión del horno.

- Sueldo básico en la república del Ecuador \$400

Valor por hora:

$$\$400/30 \text{ días} = 13,33$$

$$13.33/8 \text{ horas} = \$1,66$$

Como se menciona en el trabajo de titulación la empresa para cumplir con el requerimiento del cliente debía realizar dos horas extras diarias todos los días laborales del mes. Se prosigue a la obtención del cálculo de horas extras teniendo un recargo del 50%.

$$Hex = \$1,66 \times 1,50 \text{ recargo}$$

$$Hex = \$ 2.49$$

El valor obtenido se prosigue a multiplicarlo por las 21 personas que participan en el proceso de guantes.

$$Hex = \$2,49 \times 21$$

$$Hex = \$52,29$$

El valor obtenido representa a una sola hora extra de trabajo por lo cual se deberá multiplicar el valor por 2 para tener el resultado exacto.

$$Hex = \$52,29 \times 2$$

$$Hex = \$104.58$$

Con el valor de las dos horas de trabajo diarias de los 21 empleados se multiplica por los días laborales, en este caso por 22 que la empresa trabaja.

$$\text{Hex} = \$104.58 \times 22 \text{ días laborales}$$

$$\text{Hex} = \$2300.76$$

Este valor representa el pago de las dos horas extras que hace la empresa cada mes para cumplir con los requerimientos de los clientes. Teniendo en cuenta el nuevo horno la empresa está considerando tener un segundo turno de 10 horas que empezaría desde las 18:30 pm hasta las 5:00 a.m. se debe considerar ya como jornada nocturna la cual tendrá un recargo del 50%. Se tiene un resultado de 5,01 USD por las dos horas extras en la jornada nocturna, se prosigue a multiplicar el valor obtenido por las 15 personas que participarían de la jornada:

$$\text{Hexnoche: } 5,01 \text{ USD} \times 15 \text{ personas}$$

$$\text{Hexnoche: } 75.15 \text{ USD}$$

Se prosigue a multiplicar las horas extras en la noche por los 22 días laborables:

$$\text{Hexnoche: } 75,15 \text{ USD} \times 22 \text{ días laborables}$$

$$\text{Hexnoche: } 1653,3 \text{ USD mensuales}$$

Total, horas extras mensuales por las dos jornadas:

$$\text{HEXTMENSUAL: } 2.300,76 + 1.653,3 (\$)$$

$$\text{HEXTMENSUAL: } 3.954,06 \text{ USD}$$

Teniendo esta disponibilidad de gente la empresa tiene la capacidad de producir mensualmente un total de 105.600 guantes mensuales superando los pedidos mensuales de 92.000, eliminando la maquila y generando semanalmente 12000 guantes. Con esto se logra eliminar la maquila de la empresa la cual ronda entre los 55.000 USD mensuales, considerando que por las 15 personas adicionales que se deben contratar para cumplir con el turno de la noche se requiere de una inversión de 6000 USD mensuales, a este valor se le debe agregar el costo de horas extras del personal que suman 1.653,3 USD. Dando como total 7653.3 USD mensuales, por lo tanto, al eliminar la maquila y al aumentar este turno la empresa obtiene un ahorro de 47.346.7 USD Mensuales.

6. CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Al termino de las propuestas de mejora en la línea de producción de guantes, todas las propuestas a utilizar más el análisis económico se explicarán a continuación:

El proceso de elaboración de guantes arrojó un mapa de procesos en el cual se tiene 4 procesos estratégicos, 3 primarios y 6 secundarios los cuales brindan un apoyo entre sí para generar la mayor facilidad al momento de la creación del producto. Generando una visión más clara de las actividades que interactúan entre sí, dando un mayor valor al trabajo en equipo.

Se realizó un estudio de tiempos en donde se pudo obtener los puntos críticos en el proceso de elaboración de guantes, y brindar un tiempo estándar para cada actividad debido a que la empresa no tenía el estudio. El proceso el cual causa un mayor retraso en la línea es pelado de guantes siendo así el más crítico, debido a que en este proceso se demoran dos horas para completar 2400 pares, creando así uno de los cuellos de botella más importantes del proceso. Al momento de realizar la simulación en el programa Flex Sim se identificó que los problemas que carga el proceso de pelado están ligados al horno de vulcanizado el cual tiene varios problemas con el calentador y la cámara de combustión que no permite la óptima velocidad y temperatura del horno, por este motivo se crea un retraso en el pelado y siendo imposible la creación de una nueva área de pelado.

Con el estudio del tiempo estándar de cada actividad se tiene en cuenta que el proceso necesita un total de 30 horas para cumplir con el requisito de guantes 2400 pares. Se debe tener en cuenta que la empresa mensualmente tiene pedidos de 92.000 guantes los cuales pasan por el mismo proceso su única variación es el calibre y el color seleccionado.

Se realizó un diagrama de espina de pescado para observar de una manera más grafica los problemas que acontecen al proceso, sobre todo en la maquinaria ya que esta provoca semanalmente la para en la línea, debido a que no existe un control preventivo y simplemente esperan a que suceda el error para solucionarlo, en muchos casos la máquina se queda parada por semanas ya que no posee la pieza por falta de inventarios, esto ha generado que el calentador dañe la cámara de combustión. Por este motivo la banda se mueve a una velocidad de 0,88 metros por minuto, siendo la velocidad adecuada 1,6 m/min

A pesar de la lenta producción de la organización la empresa posee un nivel sigma 3,4, es decir que de los 35.200 guantes calibre 25 se tendrá un total de 95 guantes defectuosos evidentemente no toda esta cantidad será desechada ya que algunos pasaran a ser guantes tipo B de menor calidad, pero que pueden llegar al punto de venta.

Para finalizar, en la propuesta económica se explica la necesidad de realizar la compra de un nuevo horno para el vulcanizado de guantes, que tiene un costo de 20.000 USD, y nos permitirá aumentar la producción mensual a 105.600 guantes, eliminando así la maquila. La inversión total requerida será recuperada en un periodo aproximado de dos meses, ya que la empresa generará 74.514 guantes extras de la capacidad actual (35.200). Dando un ingreso adicional de 22.354 USD,

de igual manera se evita que la organización realice desembolsos de dinero mensuales para cubrir los guantes faltantes, teniendo un ahorro mensual de 47.346.7 USD. Lo que le permitirá dirigir estos recursos a nueva maquinaria, aumentar líneas de producción, realizar un estudio del mantenimiento preventivo o crear nuevos tipos de guantes.

6.2. Recomendaciones

Del estudio en las propuestas de mejora en la línea de producción se recomienda a la organización lo siguiente:

Hacer simulaciones de cada mejora dentro de la línea para tener en cuenta el tiempo de cada actividad y su recorrido de esta forma no se desperdiciará recursos ni tiempos de producción.

Implementar las propuestas del trabajo de titulación para que la empresa elimine la maquila del proceso de guantes y genere un producto de mejor calidad teniendo en cuenta que se deberá capacitar de mejor manera al personal.

Creación de un mantenimiento preventivo para cada máquina involucrada en el proceso de esta forma la empresa no tendrá que detener la línea. Siempre llevar un inventario de las piezas para solicitar con tiempo cada una de ellas evitando así tiempos muertos y reduciendo la cantidad de producción mensual.

Realizar un estudio de tiempos por lo menos cada 2 meses para controlar los tiempos estándar de cada actividad, logrando controlar a los operarios y estos cumplan con los objetivos establecidos.

Aumentar el personal en el proceso de guantes tal como se menciona en el balanceo de líneas teniendo un total de 37 personas en la línea por lo cual la empresa deberá

aumentar 13 personas a la nómina las cuales serán distribuidas en el pelado, inflado y control de calidad de los guantes.

Finalmente, realizar la compra de un nuevo horno para incrementar la producción de guantes reduciendo en si las horas extras y la maquila, para así tener una mejor gestión dentro del proceso y dirigir el dinero a nueva maquinaria o formulas ara la obtención de nuevo producto.

REFERENCIAS

- Andris Freivalds, B. W. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel . In B. W. Andris Freivalds, *Ingeniería Industrial de Niebel* (pp. 2-3). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Arbos, L. C. (2011). Gestión de la Calidad Total. In L. C. Arbos, *Gestión de la Calidad Total* (pp. 576-577). Madrid: Diaz de Santos .
- Berganzo, J. (2016, Noviembre 7). *Sistemas OEE*. Recuperado de Sistemas OEE: <https://www.sistemasoe.com/implantar-5s/>
- Castro, V. A. (2011). Elaboracion de hojas de trabajo estandarizadas SOS y hojas de elementos de trabajo JES, Aplicando en el area de preparacion de materiales . In V. A. Castro, *Elaboracion de hojas de trabajo estandarizadas SOS y hojas de elementos de trabajo JES, Aplicando en el area de preparacion de materiales* (pp. 54-55). Cuenca : Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca.
- Castro, V. A. (2011). Elaboracion de hojas de trabajo estandarizadas SOS y hojas de elementos de trabajo JES, Aplicando en el area de preparacion de materiales . In V. A. Castro, *Elaboracion de hojas de trabajo estandarizadas SOS y hojas de elementos de trabajo JES, Aplicando en el area de preparacion de materiales* (pp. 39-40). Cuenca: Univeridad Politecnica Salesiana Sede Cuenca .
- COREDI. (2016, Marzo 4). *SLIDESHARE*. Recuperado de SLIDESHARE: <https://es.slideshare.net/tomastobon/caracterizacin-de-procesos-59085738>
- Ddelgado, J. H. (2011). Desarrollo de una cultura de Calidad. In J. H. Ddelgado, *Desarrollo de una cultura de Calidad* (pp. 51-52). Monterrey: Mc Graw Hill.
- Delgado, J. H. (2011). Desarrollo de una cultura de calidad. In J. H. Delgado, *Desarrollo de una cultura de calidad* (pp. 136-142). Monterey: MC Graw Hill.

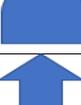
- estudiodeltrabajo2balancelienas*. (2012, Diciembre 16). Recuperado de *estudiodeltrabajo2balancelienas*:
<http://estudiodeltrabajo2balancelienas.blogspot.com/>
- Ingrande, T. (2017, Mayo 25). *Kailean*. Recperado de Kailean:
<http://kailean.es/estandarizar-trabajar-de-forma-organizada-y-controlada/>
- Juan Gregorio Arrieta, J. D. (2011). Aplicacion Lean Manufacturing en la industria Colombiana. . In J. D. Juan Gregorio Arrieta, *Aplicacion Lean Manufacturing en la industria Colombiana*. (pp. 1-2). Colombia : Latin Maerican and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- K, A. (2014, Mayo 16). *Crece Negocios*. Recuperado de Crece Negocios:
<https://www.crecenegocios.com/la-cadena-de-valor-de-porter/>
- Lemos, P. L. (2016). Herramientas para la mejora de la Calidad . In P. L. Lemos, *Metodos para la mejora cntinua y la solucion de problemas*. (pp. 69-72). Madrid : FC Editorial .
- Lemos, P. L. (2016). Herramientas para la mejora de la Calidad, Metodos Para la mejora continua y la solucion de problemas. In P. L. Lemos, *Herramientas para la mejora de la Calidad, Metodos Para la mejora continua y la solucion de problemas* (pp. 65-69). Madrid : FC Editorial .
- Limon, G. L. (2018, Mayo 31). *Teoria de restricciones sin restricciones*. Recuperado de Teoria de restricciones sin restricciones:
<https://www.toclatino.com/post/los-5-pasos-de-toc>
- Limpieza, M. (2018, Julio 12). *Europapress*. Recuperado de Europapress:
<https://www.europapress.es/comunicados/sociedad-00909/noticia-comunicado-productos-limpieza-industrial-aumentan-demanda-online-maxima-limpieza-20180712093454.html>
- Lopez, B. S. (2019, Junio 26). *Ingenieria Industrial* . Recuperado de Ingenieria Industrial : <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/>
- Lopez, B. S. (2019, Octubre 22). *Ingenieria industrial online.com*. Recuperado de Ingenieria industrial online.com:

- <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>
- Lopez, B. S. (2019, Octubre 29). *Ingenieria Industrial online.com*. Recuperado de Ingenieria Industrial online.com: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/capacidad-de-procesos/>
- Luis Fernando Agudelo, J. E. (2010). Gestion por Procesos . In J. E. Luis Fernando Agudelo, *Gestion por Procesos* (pp. 29-31). Medellin: Incotec.
- Luis Socconini, C. R. (2019). Lean SIX SIGMA sistema de gestion para liderar empresas. In C. R. Luis Socconini, *Lean SIX SIGMA sistema de gestion para liderar empresas* (pp. 37-40). Barcelona: Marge Books.
- Magretta, J. (2014). Para entender a Michael Porter. In J. Magretta, *Para entender a Michael Porter* (pp. 66-69). Mexico : Grupo Editorial Patria.
- Manuel Rajadel, J. L. (2010). Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad . In J. L. Manuel Rajadel, *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad* (pp. 33-35). Madrid: DIAZ DE SANTOS.
- Manuel Rajadell, J. L. (2010). Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad. In J. L. Manuel Rajadell, *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad* (pp. 48-50). Madrid: DIAZ DE SANTOS.
- Mauricio Lopez, G. M. (2011). Balanceo de lineas utilizando herramientas de manufactura esbelta. *El Buzon de Pacioli*, 4-5.
- Pastrana, C. (2014, Febrero 11). *IEBS*. Recuperado de IEBS: <https://www.iebschool.com/blog/teoria-restricciones-negocios-internacionales/>
- Perez, A. (2018, SEPTIEMBRE 17). *CEOLEVEL*. Recuperado de CEOLEVEL: <http://www.ceolevel.com/que-es-la-teoria-de-las-restricciones-o-toc>
- Pulido, H. G. (2014). Calidad y Productividad. In H. G. Pulido, *Calidad y Productividad* (pp. 20-21). Mexico: MC GRAW HILL EDUCATION.
- Raffino, M. E. (2020, Febrero 13). *Concepto.de*. Recuperado de Concepto.de: <https://concepto.de/gestion-de-calidad/>

- Restricciones, T. d. (2013, Noviembre 14). *Teoria de Restricciones*. Recuperado de Teoria de Restricciones: <http://teoriaderestriccion20132.blogspot.com/2013/11/origenes-de-la-teoria-de-la-restriccion.html>
- s.f. (2017, Noviembre 9). *Actioglobal*. Recuperado de Actioglobal: <https://actioglobal.com/es/que-es-el-takt-time/>
- S.L, I. (2018, Mayo 16). *INFAMON*. Recuperado de INFAMON: <https://blog.infaimon.com/herramientas-de-calidad-y-como-aprovecharlas-en-el-negocio/>
- Tafurth, C. (2011, Junio 11). *Quality Control Blog*. Recuperado de Quality Control Blog: <https://blog.asiaqualityfocus.com/es/termino-aql/>
- Velasco, J. A. (2012). Gestion por Procesos. In J. A. Velasco, *Gestion por Procesos* (pp. 43-44). Madrid : ESIC EDITORIAL .
- Wilson, J. (2017, Noviembre 09). *Jaboneria Wilson*. Recuperado de Jaboneria Wilson: <https://www.jaboneriawilson.com/index.php/es/>

ANEXOS

Anexo 1 – Toma de tiempos

Nº	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	TIPO		SIMBOLOGIA ASME			
			MECANICO	MANUAL				
1	Colocar moldes en banda sumergidora			X	X			
2	Sumergir y levantar en coagulante		X		X			
3	Sumergir y levantar en tina de pintura		X		X			
4	Sumergir y levantar en coagulante 2		X		X			
5	Sumergir y levantar en tina de pintura 2		X		X			
6	Bordes y seguidamente trasladado al area correctiva			X	X			
7	Area correctiva			X	X			
8	Proceso del horno			X	X			
9	Retirado del horno y pelado de guantes			X	X			
10	Traslado de guantes al lavado clorinado (2 tachos)			X	X			
11	Lavado Clorinado (Embolo 2 tachos)		X		X			
12	Secador (Embolo)		X		X			
13	Colocar guantes en caja movil			X	X			
14	Infiado de Guantes y colocacion en gaveta			X	X			
15	Clasificado (Tipo A,B,C)			X	X			
16	Empaque Primario			X	X			
17	Empaque Secundario			X	X			
18	Empaque Terciario			X	X			
19	Etiquetado			X	X			

TIEMPO DEL CRONOMETRO (SEG)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1900	1900	1800	2000	1950	1850	1900	1900	2000	1900
5100	3300	5700	3300	5400	3250	3300	3500	3300	3450
5100	4200	4200	5700	3300	4100	4200	4150	4200	4200
2650	2650	2700	2650	2600	2650	2650	2600	2700	2500
2650	2950	2750	2700	2750	2800	2700	2750	2750	2700
6650	6700	6850	7200	7000	6650	6750	7000	6500	6800
1707	1961	1892	1776	1823	1915	1846	1892	1938	1823
7920	7680	7920	7920	7920	7920	7920	7920	7920	7920
6600	4370	4400	6750	6550	6500	6600	6600	6650	6750
375	372	367	374	367	374	374	375	370	374
6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
7230	7230	7230	7230	7230	7230	7230	7230	7230	7230
207	205	206	206	207	207	208	206	207	207
3246	3264	3237	3246	3255	3246	3246	3246	3255	3237
11581	10080	12043	11520	10472	10472	12043	11581	12043	12043
9540	8940	8940	9540	8940	8940	9540	8940	9540	9540
2000	2100	2000	2100	1900	2000	1900	2000	2000	2100
600	800	560	480	540	560	580	800	600	540
100	87	85	87	100	87	90	100	87	85

TIEMPOS (min)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31.66666667	31.66666667	30	33.33333333	32.5	30.83333333	31.66666667	31.66666667	33.33333333	31.66666667
85	55	95	55	90	54.16666667	55	58.33333333	55	57.5
85	70	70	95	55	68.33333333	70	69.16666667	70	70
44.16666667	44.16666667	45	44.16666667	43.33333333	44.16666667	44.16666667	43.33333333	45	41.66666667
44.16666667	49.16666667	45.83333333	45	45.83333333	46.66666667	45	45.83333333	45.83333333	45
110.83333333	111.66666667	114.16666667	120	116.66666667	110.83333333	112.5	116.66666667	108.33333333	113.33333333
28.45	32.68333333	31.53333333	29.6	30.38333333	31.91666667	30.76666667	31.53333333	32.3	30.38333333
132	128	132	132	132	132	132	132	132	132
110	72.83333333	73.33333333	112.5	109.16666667	108.33333333	110	110	110.83333333	112.5
6.25	6.2	6.116666667	6.233333333	6.116666667	6.233333333	6.233333333	6.25	6.166666667	6.233333333
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5	120.5
3.45	3.416666667	3.433333333	3.433333333	3.45	3.45	3.466666667	3.433333333	3.45	3.45
54.1	54.4	53.95	54.1	54.25	54.1	54.1	54.1	54.25	53.95
193.0166667	168	200.7166667	192	174.5333333	174.5333333	200.716667	193.0166667	200.7166667	200.7166667
159	149	149	159	149	149	159	149	159	159
33.33333333	35	33.33333333	35	31.66666667	33.33333333	31.66666667	33.33333333	33.33333333	35
10	13.33333333	9.333333333	8	9	9.333333333	9.66666667	13.33333333	10	9
1.666666667	1.45	1.416666667	1.45	1.666666667	1.45	1.5	1.666666667	1.45	1.416666667

TIEMPO OBSERVADO		DESVIACION ESTANDAR	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	PROMEDIO VALIDO	Promedio Valido seg	VALORACION			TIEMPO BASICO
TIEMPO TOTAL OBSERVADO	TIEMPO MEDIO DEL CICLO						HABILIDAD	ESFUERZO	TOTAL VALORACION	
318.3333	31.83333	1.024393829	32.858	30.809	31.66666667	1,900.00	0.06	0.05	1.11	35.15
660	66	16.77649002	82.776	49.224	55.71428571	3,342.86	0.06	0.12	1.18	65.7429
722.5	72.25	10.68668855	82.937	61.563	77.5	4,650.00	0.06	0.12	1.18	91.45
439.1667	43.91667	0.966251507	44.883	42.950	43.92857143	2,635.71	0.06	0.12	1.18	51.8357
458.3333	45.83333	1.360827635	47.194	44.473	45.625	2,737.50	0.06	0.12	1.18	53.8375
1135	113.5	3.464992473	116.965	110.035	113.3333333	6,800.00	0.08	0.02	1.1	124.667
309.55	30.955	1.299146206	32.254	29.656	31.08611111	1,865.17	0.03	0.02	1.05	32.6404
1316	131.6	1.264911064	132.865	130.335	132	7,920.00	0.03	0	1.03	135.96
1029.5	102.95	15.79538337	118.745	87.155	110.4166667	6,625.00	0.06	0.1	1.16	128.083
62.03333	6.203333	0.051997151	6.255	6.151	6.225	373.50	0.03	0.05	1.08	6.723
1000	100	0	100.000	100.000	100	6,000.00	0.06	0.02	1.08	108
1205	120.5	0	120.500	120.500	120.5	7,230.00	0.03	0.02	1.05	126.525
34.43333	3.443333	0.014054567	3.457	3.429	3.44375	206.63	0.06	0.02	1.08	3.71925
541.3	54.13	0.137840488	54.268	53.992	54.14285714	3,248.57	0.06	0.05	1.11	60.0986
1897.967	189.7967	12.66495797	202.462	177.132	192.2185185	11,533.11	0.03	0.08	1.11	213.363
1540	154	5.270462767	159.270	148.730	172.625	10,357.50	0.03	0.12	1.15	198.519
335	33.5	1.229774646	34.730	32.270	33.0952381	1,985.71	0.06	0.1	1.16	38.3905
101	10.1	1.798833641	11.899	8.301	9.476190476	568.57	0.08	0.05	1.13	10.7081
15.13333	1.513333	0.108240701	1.622	1.405	1.688888889	101.33	0.06	0.02	1.08	1.824

Anexo 2 – Tabla de suplementos

cod	Actividad	Sexo	1. Suplementos constantes	
			Necesidades personales	Por fatiga
1	Colocar moldes en banda sumergidora	H	5	7
2	Sumergir y levantar en coagulante	H	5	7
3	Sumergir y levantar en tina de pintura	H	5	7
4	Sumergir y levantar en coagulante 2	H	5	7
5	Sumergir y levantar en tina de pintura 2	H	5	7
6	Bordes y seguidamente traslado (6moldes) a area correctiva	H	5	7
7	Area correctiva	H	5	7
8	Proceso del horno	H	5	7
9	Retirado del horno y pelado de guantes (6 moldes)	H	5	7
10	Colocar gauntes en tachos (2 tachos)	H	5	7
11	Traslado de guantes al lavado clorinado (2 tachos)	H	5	7
12	Lavado Clorinado (Embolo 2 tachos)	H	5	7
13	Secador (Embolo)	H	5	7
14	Colocar guantes en caja movil	H	5	7
15	Inflado de Guantes y colocacion en gaveta	H	5	7
16	Clasificado (Tipo A,B,C)	H	5	7
17	Empaque Primario	M	4	4
18	Empaque Secundario	H	5	7
19	Empaque Terciario	H	5	7
20	Etiquetado	H	5	7

2. Cantidades variables añadibles al suplemento básico por fatiga										
a) Supl. Por trabajar de pie	b) Supl. Por postura anormal	c) Lev. De pesos y uso de fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del aire	f) Tensión visual	g) Tensión auditiva	h) Proc. Complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía Física	
2	0	2	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	1	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	
2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
4	1	0	0	15	2	0	4	4	1	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	
2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	

TOTAL	INDICE
25	0.25
23	0.23
23	0.23
23	0.23
23	0.23
23	0.23
23	0.23
23	0.23
23	0.23
24	0.24
23	0.23
20	0.2
20	0.2
23	0.23
23	0.23
23	0.23
26	0.26
39	0.39
28	0.28
28	0.28
25	0.25

Anexo 3 – Tiempo Estándar

Cod.	Actividad	Tiempo Basico (min)	Tiempo Estandar		
			Coefficiente de descuento	Tiempo estandar/unidad	Tiempo de ciclo
1	Colocar moldes en banda sumergidora	35.15	1.25	43.9375	43.9375
2	Sumergir y levantar en coagulante	65.74	1.23	80.8602	124.7977
3	Sumergir y levantar en tina de pintura	91.45	1.23	112.4835	237.2812
4	Sumergir y levantar en coagulante 2	51.83	1.23	63.7509	301.0321
5	Sumergir y levantar en tina de pintura 2	53.83	1.23	66.2109	367.243
6	Bordes y seguidamente traslado (6moldes) a area correctiva	124.67	1.23	153.3441	520.5871
7	Area correctiva	32.64	1.23	40.1472	560.7343
8	Proceso del horno	135.96	1.23	167.2308	727.9651
9	Retirado del horno y pelado de guantes (6 moldes)	128.08	1.24	158.8192	886.7843
10	Traslado de guantes al lavado clorinado (2 tachos)	6.72	1.2	8.064	894.8483
11	Lavado Clorinado (Embolo 2 tachos)	108	1.2	129.6	1024.4483
12	Secador (Embolo)	126.52	1.23	155.6196	1180.0679
13	Colocar guantes en caja movil	3.71	1.23	4.5633	1184.6312
14	Inflado de Guantes y colocacion en gaveta	60.09	1.23	73.9107	1258.5419
15	Clasificado (Tipo A,B,C)	213.36	1.26	268.8336	1527.3755
16	Empaque Primario	198.519	1.39	275.94141	1803.31691
17	Empaque Secundario	38.39	1.28	49.1392	1852.45611
18	Empaque Terciario	10.7	1.28	13.696	1866.15211
19	Etiquetado	1.28	1.25	1.6	1867.75211

