

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA
PLANTA MANUFACTURERA DE SUTURAS Y
DISPOSITIVOS MÉDICOS**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADA POR

Bach. SANCHEZ MALPARTIDA, DIEGO LUIS

Asesor: Ing. DE OLAVE BUENO, DARIO LIONEL

LIMA-PERÚ

2018

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi familia, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a también a todas las personas que me acompañaron en todo el proceso de mi investigación. Gracias a todos.

AGRADECIMIENTOS

De primera intención, quiero dar una profunda gratitud, las enseñanzas de mi asesor Ing. Darío de Olave, y cada uno de mis docentes de la Facultad de Ingeniería, quienes día a día demuestran ejemplo de trabajo, quienes muy serviciales tuvieron que sobrellevar las interrogantes sugeridas a lo largo del trabajo de campo, forjaron mi preparación profesional y por tanto la culminación de este trabajo.

A la institución que contribuyó desinteresadamente de una u otra manera con la elaboración de esta investigación.

Al Ing. Jorge Rivera por sus consejos y apoyo mientras fue Jefe del área donde se realizó la investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL Y PROBLEMAS ESPECÍFICOS	3
1.2 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	4
1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: ESPACIAL Y TEMPORAL	5
1.4 IMPORTANCIA	5
1.5 HIPÓTESIS	6
1.6 DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	7
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	8
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	8
2.2 MARCO TEÓRICO	13
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	35
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.3 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	36
3.5 INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS	36
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.7 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	38
CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD	39
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO	39
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LA REALIDAD	45
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO	45
5.2 ANÁLISIS DE LA REALIDAD OBJETO DE ESTUDIO	56
CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN	76
6.1 PROPUESTA PARA EL ÁREA DE ETIQUETADO	76
6.2 PROPUESTA PARA EL ÁREA DE ACONDICIONADO	92
6.3 RESUMEN DE PROPUESTAS DE MEJORA	110
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
ANEXOS	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistemas Productivos.....	26
Figura 2: Enfoque estratégico de los sistemas productivos	28
Figura 3: Mapa de procesos fabricación, comercialización y servicio de esterilización	47
Figura 4: Flujo de proceso productivo de suturas.....	51
Figura 5: Lay Out de planta de suturas	57
Figura 6: Diagrama de bloques del proceso productivo de la fabricación de suturas.....	58
Figura 7: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fabricación de Suturas	59
Figura 8: Diagrama de Análisis del Proceso del Área de Etiquetas	60
Figura 9: Diagrama de Flujo del Área de Etiquetas.....	61
Figura 10: Flujo de Recorrido del Área de Etiquetas	62
Figura 11: Diagrama de Pareto	72
Figura 12: Diagrama de Ishikawa.....	73
Figura 13: Diagrama de Ishikawa.....	74
Figura 14: Diagrama de Pareto	81
Figura 15: División del Arte en 3 Sectores.....	83
Figura 16: Campos variables del arte	84
Figura 17: Campos a observar	84
Figura 18: Gráfico Comparativo de Tipos de Merma.....	89
Figura 19: Gráfico de Indicador de Mermas.....	89
Figura 20: Gráfico de Nivel de Productividad.....	90
Figura 21: Especificaciones técnicas del sensor FGS-D	95
Figura 22: Dimensiones-Tipo de cable.....	95
Figura 23: Dimensiones-Tipo de conector.....	96
Figura 24: DOP proceso actual vs DOP proceso con sensor Fotoeléctrico.....	98
Figura 25: Sutura actual.....	100

Figura 26: Sutura propuesta.....	101
Figura 27: Operaciones de Enrollado de la Sutura Versión 1.....	103
Figura 28: Operaciones de Enrollado de la Sutura Versión 2.....	104
Figura 29: Operaciones de Enrollado de la Sutura Versión 3.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	7
Tabla 2: Productos más importantes	44
Tabla 3: Descripción del puesto supervisor de producción y plásticos	54
Tabla 4: Descripción del puesto operario de producción y plásticos	55
Tabla 5: Producción en área de engaste - Sutura Absorbible Natural	63
Tabla 6: Producción en área de engaste - Sutura no absorbible	64
Tabla 7: Producción en área de acondicionado-Sutura absorbible natural	65
Tabla 8: Producción en área de Acondicionado-Sutura absorbible sintética.....	66
Tabla 9: Producción en área de encajado-Bolsa termoencogible	67
Tabla 10: Producción en área de encajado- Bobina Bob	68
Tabla 11: Matriz de frecuencia por tipo de merma.....	72
Tabla 12: Control de Mermas Diario	79
Tabla 13 Control de Producción Diario	79
Tabla 14: Indicadores de Merma	80
Tabla 15: Causas de merma	80
Tabla 16: Observación del Campo.....	85
Tabla 17: Control del Número Impresiones Diarias (noviembre)	87
Tabla 18: Control de Mermas Diario (noviembre)	87
Tabla 19: Control del Número Impresiones Diarias (diciembre)	87
Tabla 20: Control de Mermas Diario (diciembre)	88
Tabla 21: Indicadores de Merma Por Tipo	88
Tabla 22: Indicador de Productividad en área de etiquetas	90
Tabla 23: Ahorro por reducción de merma de etiquetas.....	91
Tabla 24: Indicador de tiempo de ciclo en el área de etiquetas	91
Tabla 25: Estimación de costos	97

Tabla 26: Cálculo Del Ahorro Por Etiqueta (Caja) Extra En CDC	100
Tabla 27: Cálculo Del Ahorro Por Nuevo Diseño De Hoja-Eqt.....	101
Tabla 28: Cálculo Del Ahorro Por Optimización Del Diseño Del Soporte.....	102
Tabla 29: Método actual utilizando Therbligs	105
Tabla 30: Método mejorado utilizando Therbligs	105
Tabla 31: Cuadro resumen.....	105
Tabla 32: 17 movimientos fundamentales (Therbligs).....	106
Tabla 33: Análisis De Mejora Del Diseño Del Soporte De Sutura 2 (continúa)	107
Tabla 33: Análisis De Mejora Del Diseño Del Soporte De Sutura 2	108
Tabla 34: Incremento de productividad por propuestas de mejora.....	110
Tabla 35: Número de operarios por área	110
Tabla 36: Incremento de productividad por área	110

RESUMEN

El principal objetivo de esta investigación fue mostrar una mejora de la productividad en el proceso de producción de una Planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos.

Este estudio se enmarcó dentro de las investigaciones exploratorias y experimentales ya que por medio del análisis, observación, comparación y descripción de las variables se reconoce la productividad dentro de la planta en estudio, el cual no era adecuado y generaba gastos innecesarios para la empresa.

Esta investigación contribuirá con ideas respecto a la forma correcta de abordar el incremento de productividad en una planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos; así como también se describirá el incremento de la productividad en una planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos, lo cual permitirá diseñar estrategias para lograr el incremento de la productividad de la empresa en estudio.

En la presente investigación se llegó a la conclusión de que, al implementar el control de impresión de etiquetas y mermas, mejorar el método de revisión de etiquetas, automatizar el conteo de suturas y optimizar el diseño del soporte de sutura se logrará incrementar la productividad; pero nunca dejando de lado la adecuada capacitación y control del personal y de las mejoras implementadas.

Palabras Claves: Productividad, Sutura, dispositivos médicos, rendimiento, procesos.

ABSTRACT

The main objective of this research is to show an improvement in productivity in the production process of a manufacturing plant for sutures and medical devices.

This study is part of the descriptive and experimental research that through the analysis, observation, comparison and description of the variables the productivity within the study plant is recognized, which is not adequate and generates unnecessary expenses for the company.

This research contributes ideas with regard to the correct way to approach the increase of productivity in a manufacturing plant of sutures and medical devices; As well as describing the increase in productivity in a manufacturing plant of sutures and medical devices, which are designed strategies to achieve improvement in productivity of the company under study.

In the present investigation it was concluded that by implementing the control of label printing and shrinkage, improving the label revision method, automating the suture counting and optimizing the design of the suture support will increase the productivity of the hand of work and raw material; but never leaving aside the adequate training and control of the personnel and improvements implemented.

Key Words: Productivity, Suture, medical devices, performance, processes.

INTRODUCCIÓN

La marcha dinámica de la industria moderna se manifiesta en una incesante mejora de los productos y de las técnicas de fabricación, y consecuentemente, en el aumento de la complejidad de los mercados y de sus condiciones de competencia. Estos fenómenos, causa y resultado a la vez del progreso general, son comunes a la industria de todos los países y su desarrollo, diverso, complejo y de acelerado ritmo, impone a los dirigentes de la industria un continuo examen de los productos, de la producción y de la productividad, vigilancia indispensable para la existencia misma de sus empresas. Es preciso que las tareas de la producción y los aspectos de la productividad se mantengan en ritmo y eficacia acordes con el adelanto general, y en esta inspección la condición primera es poder determinar a tiempo que actividades se apartan de la tendencia y pueden conducir a una situación difícil. Para ello, quienes ocupan puestos directivos en todos los niveles de la industria deben disponer de información adecuada y oportuna; de ahí que sea indispensable mejorar los métodos de investigación de modo que pueda advertirse a tiempo toda causa posible de deficiencia.

En el presente trabajo abordamos el problema de productividad en una planta manufacturera de suturas, buscando incrementarla a través de propuestas de mejoras en las áreas críticas.

En capítulo I se desarrolló el planteamiento e identificación del problema general, así como los problemas específicos que permiten comprender la justificación e importancia de la investigación.

Ya definido el problema se procede al desarrollo del objetivo principal y los específicos los cuales son las metas a lograr en la investigación y así responder la pregunta de investigación y resolver los problemas identificados.

En el capítulo II se desarrolló la base teórica relacionada con la investigación con el fin de explicar el contenido relevante y permita dar soporte a los objetivos de la investigación. Además, se desarrolla una revisión detallada de antecedentes que permite una mejor comprensión de la investigación realizada. Estos antecedentes están relacionados tanto con el objetivo general como específicos.

En el capítulo III se desarrolló el diseño metodológico a realizar en la investigación donde se precisó los pasos y procedimientos utilizados con el fin de tener parámetros de manera adecuada la investigación.

En los capítulos IV y V se desarrolla la descripción y análisis de la realidad mediante las herramientas de ingeniería. Este análisis permite formular apreciaciones que sirvió de premisa para contrastar las hipótesis.

En el capítulo VI con base en el análisis realizado en el anterior capítulo se procede a dar una propuesta de solución que permite reducir los riesgos en la operación de equipos y maquinarias para una aseguradora en el Perú. Finalmente se contrasta las hipótesis y las premisas sobre las cuales se basaron y se permite formular las conclusiones y estas a su vez han sido la base para las recomendaciones, que se espera ayuden y contribuyan al ser implementadas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y Formulación del Problema General y Problemas Específicos

La productividad ha constituido un aspecto relevante en el ámbito de la ingeniería y de la gestión. Por productividad entendemos el volumen de producción que puede obtenerse con una combinación de recursos productivos que, con frecuencia, están referidos a la unidad de tiempo. Cuanto mayor sea la producción obtenida para la misma cantidad de recursos, mayor será la productividad; así pues, la productividad, implica obtener una producción dada con el mínimo empleo de recursos productivos (Cuatrecasas, 2017).

La productividad va de la mano con el trabajo realizado en la planta y el tiempo con el que se obtienen resultados; el aumento de la productividad requiere mayor inversión, pero esta a su vez generará mas ingresos económicos, ya que se podría bajar los costos al optimizar el sistema productivo.

El problema de la presente investigación es la baja productividad que se tiene en la planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos, así como el crecimiento anual de 20% de la empresa, para incrementar la productividad se tendrá que revisar los procesos de producción, posteriormente identificar si el problema de la baja productividad es por la mano de obra o por los desperdicios. Se tiene ver en qué etapa se pierde tiempo y recursos, una vez identificado el problema se tendrá que utilizar una estrategia para poder elevar la productividad.

Para esta investigación, se tomarán los datos de producción de los años 2014, 2015 y 2016, para analizar de qué manera se puede mejorar el proceso y poder incrementar la productividad.

1.1.1 Formulación del Problema General

¿De qué manera se puede incrementar la productividad en el proceso de producción de una Planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos?

1.1.2 Formulación de los Problemas Específicos

- ¿De qué manera se puede reducir el porcentaje de mermas o desperdicios del área de etiquetas y acondicionado, en el proceso de producción de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos?
- ¿De qué manera se puede reducir el tiempo de ciclo del área de etiquetas y acondicionado, en el proceso de producción de Suturas de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos?

1.2 Objetivo General y Específicos

1.2.1 Objetivo General

Incrementar la productividad en el proceso de producción de una Planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Reducir el porcentaje de mermas o desperdicios del área de etiquetas y acondicionado, en el proceso de producción de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos.
- Reducir el tiempo de ciclo del área de etiquetas y acondicionado, en el proceso de producción de Suturas de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos.

1.3 Delimitación de la Investigación: Espacial y Temporal

La investigación comprende la planta ubicada en la ciudad de Lima.

La investigación comprende la data del 2014, mediados del año 2015 y 2016.

La investigación se limita a los procesos del área de Producción. La investigación analiza y propone recomendaciones de solución a los problemas indicados en el acápite de problema.

El investigador tiene acceso a la información de la empresa, sin embargo, no está libre de limitaciones de obtención de datos del sistema de información.

Además, el investigador tiene dedicación a tiempo parcial para la realización de la investigación y por espacio de aproximadamente 18 meses, y es Bachiller de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma

1.4 Importancia

Esta investigación es necesaria para la empresa, porque se ha planteado la visión de brindar soluciones innovadoras que cumplan con mejorar la productividad de la planta.

Como también es conveniente para la gerencia que percibirá un mayor control en la fabricación del producto. También la presente investigación es conveniente para el personal involucrado en la labor, para mejorar la satisfacción en la realización de su trabajo y su aporte efectivo en el control de costos.

Finalmente, la presente investigación es conveniente para la Universidad Ricardo Palma, dado que tiene como parte de sus fines la investigación científica y la extensión universitaria en beneficio del país.

Así como también a futuros tesis que deseen incrementar sus conocimientos y sus criterios de investigación, en aras de que la misma sea un aporte a la comunidad y sea tomada como modelo base de fuente para investigaciones similares.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

Si, se reduce el porcentaje de merma y se reduce el tiempo de ciclo en el área de etiquetas y acondicionado, entonces habrá un incremento en la productividad.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- a) Si, se mejora el método de revisión de etiquetas y se optimiza el diseño de soporte de suturas en el área de etiquetas y acondicionado, entonces habrá una reducción del porcentaje de merma en el proceso de producción de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos.

- b) Si, se automatiza el proceso de conteo de suturas, se mejora el método de revisión de etiquetas y se optimiza el diseño del soporte de suturas en el área de etiquetas y acondicionado, entonces habrá una reducción en el tiempo de ciclo del proceso de producción de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos.

1.6 Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables

En la tabla 1 se muestran y describen las diferentes variables utilizadas en el trabajo de investigación.

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Indicadores
Productividad (Pv)	La productividad puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo en que se lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano.	$Pv = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Recursos}}$
% Merma (%M)	El porcentaje que representan los desperdicios frente a la producción total.	$\%M = \frac{\textit{merma}}{\textit{Total producido}}$
Tiempo de Ciclo	Conjunto ordenado de etapas elementales a realizar por un puesto en una unidad de producto que se ejecuta en un tiempo a determinar, estas etapas en las que se puede descomponer el ciclo deberán ser significativas y bien diferenciadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Promedio hora inicial del proceso. • Promedio hora final del proceso

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes del Estudio de Investigación

León (2010) realizó la tesis “*Aumento de la productividad del área de empaque de laboratorios elmor mediante el estudio de tiempos*” deseando mejorar el desempeño del área productiva, específicamente del área de empaque, por donde circulan todos los productos que se elaboran en la planta y que representa un cuello de botella dentro del proceso productivo, ya que es el final de la línea de fabricación de los productos. La presente tesis analiza, mediante el estudio de tiempos, las paradas de los equipos pertenecientes a 4 líneas del área de empaque que poseen alimentación directa de los productos provenientes de la unidad de líquidos y sólidos, con el fin de evaluar las causas que generan retrasos. Para ello se utilizó una metodología de trabajo que incluye 4 fases: evaluación de los procesos actuales, edición de tiempos de procesos actuales, modelo alternativo de ejecución de procesos, evaluación de factibilidad del modelo alternativo. Se utilizó el indicador de eficiencia general de equipos (OEE) y se obtuvo que ninguna de las 4 líneas logra alcanzar actualmente una eficiencia del 60%. La causa de la baja eficiencia radica en los retrasos que generan las paradas no planificadas de los equipos. Se recomienda mejorar el programa de mantenimiento de las maquinas, mejorar la inspección de los insumos de empaque y monitorear de forma permanente los tiempos de parada de los equipos.

Las conclusiones obtenidas en dicha tesis fueron las siguientes:

Las paradas no planificadas son la principal causa de retrasos durante la ejecución de los procesos. Los índices obtenidos con el indicador OEE para las cuatro líneas que poseen alimentación directa revelan que la eficiencia general de los equipos no alcanza siquiera el 65% (45%, 48%, 59% y 49% para las líneas 3, 4, 5 y 9 respectivamente) el cual es el mínimo valor aceptable de eficiencia, por lo que la planta está operando a un nivel inaceptable teniéndose muchas pérdidas económicas debido a los recursos invertidos en el proceso (salarios de los empleados, servicios como agua, luz, teléfono).

Los problemas de espacio, inasistencia del personal (14% de ausentismo), calidad de los insumos y labores de mantenimiento son los puntos débiles del área. Las líneas no están diseñadas ni para hacer el proceso de forma eficiente ni para adaptarse a las necesidades y capacidades de los trabajadores que en ellas laboran. Las metas de producción deben ajustarse a la realidad de los procesos (disminuir la meta de producción) o realizar cambios a corto plazo que permitan mejorar el desempeño del área, la cual es la solución más racional que puede tomar la alta gerencia: mejorar el aprovechamiento de los recursos.

En función de las observaciones realizadas en el área de empaque y de los estudios y análisis efectuados, se recomienda la implementación permanente del estudio de tiempos mediante la instalación de equipos de monitoreo en las líneas de empaque, haciéndole conocer al personal los resultados obtenidos en cada jornada

Debe realizarse mensualmente el monitoreo del desempeño del personal y su capacitación acerca de los procedimientos de trabajo, tanto de operarios, operadoras y mecánicos, con el fin de realizar una revisión constante de los procedimientos de producción establecidos y evaluar su vigencia en función de la realidad del proceso. Con la capacitación frecuente del personal se favorece la mejora continua del proceso y el mantenimiento o aumento de los niveles de producción en función de la reducción de las paradas no planificadas en el área de empaque. Tal reducción genera por sí sola el aumento de la productividad.

Instalación de equipos de monitoreo en las líneas de empaque, haciéndole conocer al personal los resultados obtenidos en cada jornada; ellos pueden asociar su experiencia con dichos resultados y reconocer cuáles son las fallas que surgen en el proceso y que afectan negativamente la productividad. (Leon, 2010, p.64)

Ramos y Vento (2013) elaboraron la tesis *“Propuesta de mejora en el área de producción de sólidos para un laboratorio farmacéutico”* que tuvo como finalidad mejorar la productividad del área de fabricación de sólidos en un laboratorio

farmacéutico. Se desarrolla un análisis detallado de las distintas causas y restricciones que afectan el flujo de producción de sólidos, identificando las rutas críticas de fabricación y sus deficiencias. En el análisis se detectó 4 restricciones principales: el desbalance de cargas en el amasado, el alto tiempo de secado del granulado en la ruta de lecho estático, la falta de juegos de punzones en tableteadoras y los tiempos excesivos de preparación y limpieza de tableteras. Para eliminar estas restricciones se utilizan herramientas como el balance de cargas y capacidades, la implementación del Sistema de Cribado en el proceso de secado del granulado, la adquisición de juegos de punzones buscando la máxima utilización de los equipos y la reducción del tiempo de limpieza a través del uso de la herramienta SMED.

Las conclusiones finales de esta investigación fueron:

El incumplimiento de lotes demandados en el área de fabricación de sólidos llevo a analizar las diferentes restricciones que se tienen en la línea de fabricación de sólidos. Las causas más significativas encontradas en el estudio fueron: el desbalance en las cantidades de mezclas en kilos en la fase de amasado, el tiempo de fabricación excesivo en el proceso de granulación y compresión como también la subutilización de equipos durante el tableteado. El balance de cargas y la implementación del granulador húmedo en el proceso de granulación optimizan el uso de los equipos, generando un ahorro de 60% en el tiempo de amasado como parte del proceso de granulación húmeda en lecho estático. Igualmente, en la granulación en lecho fluido se logra un ahorro de 25% en el tiempo de amasado.

El sistema de cribado en la Estufa Seraming permite reducir el tiempo de fabricación de un granulado de 27 a 10 horas. Esta mejora otorga la posibilidad de realizar un doble turno en esta ruta de fabricación e incrementar en 22 lotes más la capacidad de fabricación de la planta a futuro.

La adquisición de nuevos punzones para la tableteadora Sejong mejora la utilización de los equipos nuevos y la reducción del tiempo de limpieza de las tableteadoras, permite tener mayor disponibilidad para tabletear 5'644,800 unidades adicionales. Esta producción adicional representa S/. 282,240.00 nuevos soles tomando igualmente el costo unitario mínimo de producción.

(Ramos y Vento, 2013, p.75)

Rego (2010) en su tesis de pregrado *“Análisis y propuestas de mejoras en el proceso de compactado en una empresa de manufactura de cosméticos”* que tiene como objeto brindar a las empresas manufactureras criterios para el incremento de la productividad. El estudio se basa en la elaboración de compactos, pero se aplica a cualquier tipo de estudio de producción. Se muestra la situación de una empresa y las operaciones asociadas en los procesos productivo, luego se establecen puntos a corregir o mejorar para la optimización de los procesos y se maximicen los beneficios de la empresa.

Guaraca (2015) realizó la tesis *“Mejora de la productividad en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, de la fábrica de frenos automotrices Egara s.a”* el objetivo del desarrollo de esta tesis fue mejorar la productividad en la sección de pastillas de freno en la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A, con la menor inversión, manteniendo la misma infraestructura, mediante la optimización de los medios de producción. Para esto se identificó las actividades que limitan la productividad en el proceso de prensado de pastillas, realizando un curso grama hombre máquina. Se pudo ver que le principal limitante es el método actual que permite que más del 50% del ciclo de prensado de pastillas, la prensa esta parada. Esto se da porque el ciclo antiguo necesitaba que termine el ciclo de máquina y con la prensa parada se iba descarando y cargando cada uno de los pisos de la prensa.

Las conclusiones fueron las siguientes:

La forma de trabajo de la empresa en la parte de manufactura de compactos no es la adecuada, pues como se observó genera en su proceso exceso de mermas por máquinas mal calibración y porque los trabajadores no están bien capacitados, esto a su vez origina grandes pérdidas económicas tanto en la producción como en las ventas.

Según lo estudiado se observa que la empresa en el área de compactos tiene una producción promedio mensual de 2,287084.8g al cual si le quitamos sólo el costo de producción (0.026 S/. /g) se obtiene S/.855,369.72 mensual de ganancia sin considerar los gastos por mermas. Este valor es ideal, pero es a

lo que se quisiera llegar al menos lo más cerca posible, por esta razón que lograr disminuir las mermas en el proceso es de gran importancia.

Como se observa al evaluar las mermas en los diferentes procesos por los que pasa el polvo compacto se obtiene como pérdida en mermas un total S/. 201,235.30 asociado a las pérdidas por ventas, es decir a la utilidad hallada en el punto anterior (S/.855,369.72) hay que quitarle estos S/. 201,235.30 quedando un total de S/. 654,134.42, como se puede apreciar disminuye considerablemente la utilidad por concepto de mermas.

Del punto anterior llevado a niveles porcentuales se tiene un total aproximado del 17.75% de merma generada mensual lo cual como se visto es excesivo y se tiene que trabajar para la disminución del mismo. Asimismo, se aprecia la pérdida en ventas por concepto de merma equivale al 23.53% del total es decir este porcentaje es lo que la empresa deja de ganar por excesos en la merma. (Guaraca, 2015, p.90)

Condori (2007) realizó la tesis de pregrado *“Evaluación y propuesta de un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fábrica de perfumes”* que presenta la evaluación y propuesta de un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fabricación de perfumes; el tema abarca la descripción actual de la empresa y su sistema productivo, la evaluación del sistema actual y el planteamiento de una metodología para una mejor planificación del sistema productivo. Además, esta tesis busca aprovechar y mejorar los procesos aplicados como también mostrar la real aplicación de un sistema de planificación, generando nuevas alternativas de mejorar la manera de organización en la gestión de la planta, siendo fundamental contar con la información fiable concerniente a la planificación y control de la producción, métodos, diferencias y términos utilizados para la planificación con el MRP II y otros sistemas.

Las conclusiones la investigación fueron:

De acuerdo a la explicación del sistema actual se observan diversos puntos deficientes, como es la necesidad de un mayor control en el cumplimiento de los procedimientos establecidos, así como una mejor comunicación entre la planificación y la programación; es decir, una mejor coordinación en las

diversas áreas. Se requiere una mejor organización en la planificación, programación y la gestión de la planta.

La constante comunicación con el cliente debe ser aprovechada para la generación de mejoras. No solo en acciones correctivas sino preventivas, como es el caso de tener presente si habrá un cambio brusco en la demanda para una mejor prevención en los recursos y capacidades.

Se deben tomar en cuenta ciertos puntos de la filosofía JIT, útiles para la empresa como, por ejemplo, para una mejor identificación del personal con la empresa, estableciendo políticas de promoción y evaluación del personal para puestos vacantes, primando en ella antigüedad, experiencia y calificaciones a lo largo de tiempo trabajado, logrando así integrar al trabajador, considerando sus opiniones.

Si bien la empresa cuenta con certificación ISO 9001, no está de más recordar y poner en práctica, la mejora continua, logrando así el mejor manejo de la organización y de los procesos; poniendo estandarizar los procesos. Así mismo, la planificación del mantenimiento preventivo de los equipos, para evitar futuros atrasos en la producción. (Condori, 2007, p.95)

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Productividad

La productividad puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo en que se lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano.

Independientemente del tipo de sistema de producción económico o político, la definición de productividad sigue siendo la misma. El concepto básico de productividad es siempre la relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos.

La productividad es un instrumento comparativo para gerentes y directores de empresa, ingenieros industriales, economistas y políticos. Compara la producción en diferentes niveles del sistema económico, con los recursos consumidos.

Un error muy común consiste en confundir la productividad con la eficiencia.

Eficiencia significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible. Por su parte, productividad está cada vez más vinculada con la calidad del producto, de los insumos y del propio proceso.

El mejoramiento de la productividad no consiste únicamente en hacer las cosas mejor; es más importante hacer mejor las cosas correctas. El proceso de producción es un sistema social complejo, adaptable y progresivo. Las relaciones recíprocas entre trabajo, capital y el medio ambiente social y organizacional son importantes en tanto están equilibradas y coordinadas en un conjunto integrado.

El principal interés del ingeniero industrial es realizar un análisis cuantitativo, conocer cómo deben operar para su buen funcionamiento los diferentes departamentos dentro de la empresa, cómo deben relacionarse para que juntos incrementen la productividad.

Existen dos categorías principales de factores de productividad; externos e internos. Los factores externos son los que quedan fuera de control de la empresa determinada, y los factores internos son los que están sujetos a su control.

Para ocuparse de todos esos factores se requieren diferentes instituciones, personas técnicas y métodos. El primer paso para mejorar la productividad consiste en identificar los problemas que se plantean en esos grupos de factores. Los gobiernos pueden mejorar la política fiscal, crear una mejor legislación del trabajo, proporcionar mejor acceso a los recursos naturales, mejorar la infraestructura social, la política de precios, etc. Pero las organizaciones no pueden hacerlo por sí mismas. Los factores externos tienen interés para una empresa porque la comprensión de esos factores puede inducir a la adopción de ciertas medidas que modificarían el comportamiento de una empresa y su productividad a largo plazo. A continuación, se sugiere el cuadro integrado de los factores que constituyen una fuente importante de mejoramiento de la productividad.

Como algunos factores internos se modifican más fácilmente que otros, es útil clasificarlos en dos grupos; duros y blandos, los factores duros incluyen los productos, la tecnología, el equipo y la materia prima, mientras que los factores blandos incluyen la fuerza de trabajo, los sistemas y procedimientos de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo.

2.2.1.1 FACTORES DUROS

Producto

El valor de uso del producto se puede perfeccionar mediante la mejora del diseño y de las especificaciones. La supresión de las divisiones que separan la investigación, la comercialización y la venta serán convertidas en un factor importante de la productividad. El factor volumen en particular aporta una mejor noción de las economías de escala por medio del aumento del volumen de producción. Por último, el factor costo/beneficio se puede realzar mediante el aumento de los beneficios logrados con el mismo costo para la obtención de un mismo beneficio.

Planta y equipo

Estos elementos desempeñan un papel central en todo programa de mejoramiento de la productividad mediante:

- Un buen mantenimiento
- El funcionamiento de la planta y el equipo en las condiciones óptimas.
- El aumento de la capacidad de la planta mediante la eliminación de los estrangulamientos y la adopción de medidas correctivas.
- La reducción del tiempo parado y el incremento del uso eficaz de las máquinas y capacidades de la planta disponibles.

La productividad de la planta y el equipo se puede mejorar prestando atención a la utilización, la antigüedad, la modernización, el costo, la inversión, el equipo producido internamente, el mantenimiento y la expansión de la capacidad, etc.

Tecnología

Se puede lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etc., mediante una mayor automatización y tecnología de la información. La automatización puede asimismo mejorar la manipulación de los materiales, el almacenamiento, los sistemas de comunicación y el control de calidad.

Material y energía

Como aspectos importantes de la productividad de los materiales podemos mencionar los siguientes:

- Rendimiento del material: producción de productos útiles o de energía por unidad de material utilizado. Depende la selección del material correcto, su calidad, el control del proceso y el control de los productos rechazados.
- Uso y control de desechos y sobras.

- Perfeccionamiento de los materiales mediante la elaboración inicial para mejorar la utilización en el proceso principal.
- Empleo de materiales de mayor calidad a menor precio.
- Sustitución de las importaciones.
- Mejoramiento del índice de rotación de las existencias para liberar fondos vinculados a las existencias con el fin de destinarlos a usos más productivos.
- Mejoramiento de la gestión de las existencias para evitar que se mantengan reservas excesivas.
- Promoción de las fuentes de abastecimiento.

Factores externos

Entre los factores externos cabe mencionar las políticas estatales y los mecanismos institucionales, la situación política social y económica; el clima económico, la disponibilidad de recursos financieros, energía, agua, medios de transporte, comunicaciones y materias primas. La dirección de la empresa ha de entender y tomar en consideración estos factores al planificar y ejecutar los programas de productividad, teniendo presente todos los lazos sociales, políticos, económicos y organizativos que existen entre los consumidores, los trabajadores, las direcciones de las empresas y las autoridades públicas y los diferentes grupos de presión entre las instituciones y la infraestructura organizativa.

Los ajustes estructurales, los cambios económicos, la competitividad industrial, los cambios demográficos y sociales, los recursos naturales, la mano de obra, la tierra, la energía y la materia prima son algunos de los factores que podemos intervenir de una forma indirecta para el cumplimiento del más grande objetivo que se tiene dentro de la empresa; “incrementar la productividad”.

2.2.1.2 FACTORES BLANDOS

Personas

Todas las personas que trabajan en una organización tienen una función que desempeñar como trabajadores, ingenieros, gerentes, empresarios y miembros de los sindicatos. Cada función tiene un doble aspecto; dedicación y eficacia.

La dedicación es la medida en que cada persona se consagra en su trabajo. Las personas difieren no sólo en su capacidad, sino también en su voluntad para trabajar. Es importante estimular y mantener la motivación y se debe tomar en cuenta los factores siguientes:

- Se debe constituir un conjunto de valores favorables al aumento de la productividad, para provocar cambios en la actitud de los directores, gerentes, ingenieros y trabajadores.
- Para mejorar la productividad del trabajo se puede utilizar los siguientes criterios, métodos y técnicas esenciales; salarios y sueldos; formación y educación; seguridad social (pensiones y planes de salud, recompensas, planes de incentivos participación o codeterminación, negociaciones contractuales, actividades con respecto al trabajo, etc.).

Organización y sistemas

Los principios de la buena organización, como la unidad de mando, la delegación y el área de control, tienen por objeto prever la especialización y la división del trabajo y la coordinación dentro de la empresa. Una organización necesita funcionar con dinamismo y estar orientada hacia objetos y debe ser objeto de mantenimiento, reparación y reorganización de cuando en cuando para alcanzar nuevos objetivos.

Métodos de trabajo

El mejoramiento de los métodos de trabajo constituye el sector más prometedor para mejorar la productividad. Las técnicas relacionadas con los métodos de trabajo tienen como finalidad lograr que el trabajo manual sea más productivo mediante el mejoramiento de la forma en que se realiza, los movimientos humanos que se llevan a cabo, los instrumentos utilizados, la disposición del lugar de trabajo, los materiales empleados y la maquinaria utilizada. El estudio del trabajo, la ingeniería industrial, y la formación profesional son los principales instrumentos para mejorar el método de trabajo.

Estilos de dirección

A la dirección se le atribuye 75% de los aumentos de la productividad, puesto que es responsable del uso eficaz de todos los recursos sometidos al control de la empresa. Los estilos y las prácticas de dirección influyen en el diseño organizativo, las políticas del personal, la descripción del puesto de trabajo, la planificación y el control operativo, las políticas de mantenimiento y compras, los costos de capital, los sistemas de elaboración de presupuestos y las técnicas de control de los costos.

2.2.2 CONCEPTOS DE PRODUCTIVIDAD

- Hacer MÁS con MENOS
- Hacer MÁS con lo MISMO
- Hacer lo MISMO con MENOS

ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

$$**Productividad = \frac{Producción}{Recursos}**$$

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Es la actitud derivada de la aplicación de la ingeniería a todos los factores involucrados en la producción y distribución de productos y servicios incluyendo el factor humano.

INGENIERÍA DE MÉTODOS

Es la parte de la ingeniería industrial que analiza los métodos de trabajo o procesos para determinar el método o procesos más efectivos sin desperdicio de materiales, tiempo o esfuerzo y con objeto de lograr que cada tarea sea más sencilla, fácil, rápida y segura.

ESTUDIO DEL TRABAJO

Es el conjunto de técnicas de la simplificación del trabajo y de la medición del mismo por medio de los cuales se asegura el mejor aprovechamiento posible de los recursos humanos y materiales con que se lleva a cabo una tarea determinada.

OBJETIVO DE LA SENCILLEZ

- Hacer más fácil el trabajo de enseñanza y aprendizaje.
- Reducir el grado de habilidad necesaria (para que mayor número de personas puedan hacer el trabajo, multifuncionalidad).
- Disminuir los desplazamientos (del operario, de la materia prima, de maquinaria).
- Reducir el tiempo de ejecución del trabajo.
- Aumentar la comodidad del obrero (ruido, vibraciones, ventilación, iluminación, mobiliario).

OBJETIVOS DE LA FACILIDAD

- Lograr el mínimo esfuerzo humano.
- Reducir la fatiga (visión, posición, etc.)
- Lograr que los trabajos sean lo más fácil de ejecutar.

OBJETIVOS DE LA RAPIDEZ

- Aumentar la eficiencia, pero sin prisas.
- Realizar más producción en menos tiempo.
- Reducir la mano de obra innecesaria.

OBJETIVOS DE LA SEGURIDAD

- Reducir los peligros y las condiciones inseguras.
- Ordenar las áreas de trabajo.
- Eliminar prisas o precipitaciones.

“SIEMPRE HAY UN MÉTODO MEJOR”

El estudio del trabajo tiene como objetivo identificar y analizar los problemas del trabajo, desarrollar métodos mejores e implantar las modificaciones resultantes.

La PRODUCTIVIDAD es el grado de eficiencia logrado por una explotación. Es el resultado entre resultados y esfuerzos, entre productos obtenidos y medios empleados, relación de la cantidad producida y la cantidad de tiempo de trabajo. En resumen, es hacer más con menos.

Recursos con una dirección para obtener bienes y productos.

Manufactura Servicios

$$P = \frac{\text{Manufactura Producción}}{\text{Recursos}} = \frac{\text{Servicios Beneficio}}{\text{Costo}}$$

¿Cómo reducir el denominador?

- En cuanto a suministros:
 - a) Evitando desperdicios.
 - b) Evitando el mal uso de materiales.
- En cuanto a la fuerza de trabajo:
 - a) Evitando tiempo ocioso
 - b) Suprimiendo maniobras innecesarias.
 - c) Evitando el mal uso de la capacidad.
- En cuanto medios de producción
 - a) Reduciendo tiempos de paro.
 - b) Evitando el desgaste prematuro.
 - c) Cuidando las características físicas o económicas.

Mantenimiento 5:1 (5 correctivos equivalen a 1 preventivo)

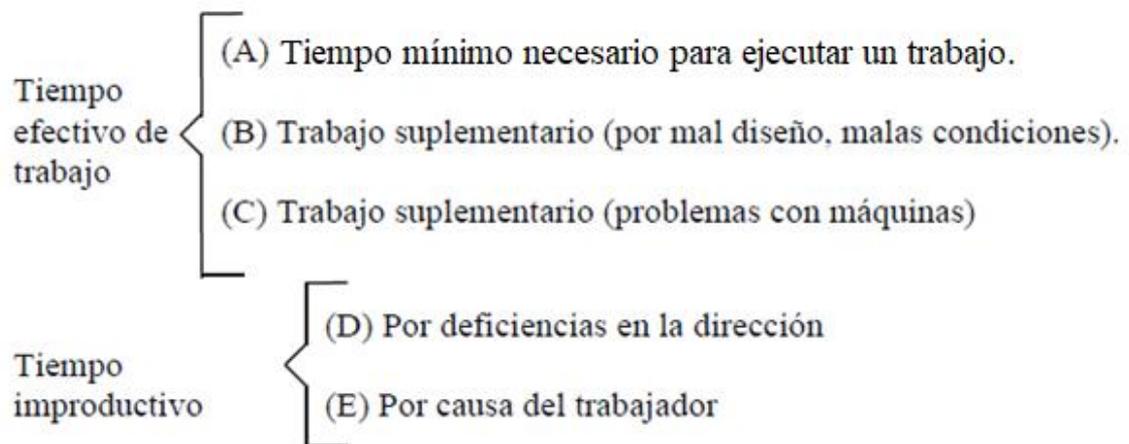
¿Cómo aumentar el numerador?

- Modificando el catálogo de la producción (productos obsoletos, mala calidad, disminución en ventas, etc.)
- Utilizando subproductos o desperdicios
- Evitando rechazos y devoluciones.
- Evitando la pérdida de ventas.

LAS M'S MÁGICAS

- Mano de obra.
- Money. (Dinero)
- Materiales.
- Maquinaria.
- Métodos.
- More. (Otros)

TIEMPO DE TRABAJO



A = Contenido de trabajo básico. (No hay tiempo improductivo).

B = Trabajo en exceso debido a deficiencias en la planeación y especificaciones del mismo.

C = Trabajo en exceso debido a métodos ineficientes o al mal funcionamiento de la misma área.

D = Trabajo en exceso debido a mala organización.

E = Tiempo improductivo por ineficiencia del trabajador.

F = Tiempo improductivo debido a accidentes e incidentes (dirección o trabajador).

Causas:

B1: Mala planeación que no permite el uso de equipo adecuado.

B2: Mala normalización que impide utilizar los métodos más adecuados para el trabajo.

B3: Fijación incorrecta de normas de calidad, exageraciones en las especificaciones ocasionando trabajo de más.

C1: Usar maquinaria o herramienta inadecuada.

C2: Proceso mal ejecutado o ejecutado en condiciones incorrectas.

C3: Mala disposición de la maquinaria o equipo, lo que ocasiona trabajo innecesario.

C4: Por métodos de trabajo, por desconocimiento de trabajo por parte del operario.

D1: Variedad excesiva de productos o materiales utilizados en el proceso.

D2: Falta de normalización, cambio o modificaciones al diseño impiden una adecuada capacitación.

D3: Mala planificación del trabajo o en la recepción de materiales provocan inactividad en las máquinas o equipo.

D4: Constantes averías provocan inactividad y descontrol en la planta.

E1: Ausencias, retrasos e inactividad del trabajador.

E2: Hacer labores en forma descuidada, lo que genera tiempo improductivo por tener que desechar o repetir el trabajo.

F1: Accidentes o incidentes pueden generar ausencias por incapacidad, ausencias temporales o breves interrupciones.

F2: Enfermedades no profesionales* provocan ausencias justificadas, pero en muchos casos no se puede suplir a las personas.

*Una enfermedad no profesional es aquella que se contrae sin que tenga relación con su trabajo, por ejemplo: una gripa.

2.2.3 Principios de Economía de Movimientos

Forma una base o un código para mejorar la eficiencia y reducir la fatiga en el trabajo manual.

2.2.3.1 Uso del Cuerpo Humano

Las dos manos deben de empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo.

Las dos manos no deben de estar ociosas al mismo tiempo, excepto durante periodos de descanso.

Los movimientos de los brazos deben hacerse en direcciones opuestas y simétricas, y esta operación debe ser simultánea.

Los movimientos de la mano y el cuerpo deben ser confinados a la clasificación más baja con la cual sea posible realizar el trabajo satisfactoriamente.

El momentum (efecto palanca) debe emplearse para ayudar al trabajador siempre que esto sea posible y debe reducirse a un mínimo si debe ser superado por un esfuerzo muscular.

Los movimientos de las manos, suaves, continuos y curvado deben preferirse por sobre los movimientos de línea recta que incluyen cambios de dirección repentinos y agudos.

Los movimientos balísticos son más rápidos, más fáciles y más exactos que los movimientos restringidos o controlados.

Se debe de acomodar un trabajo para permitir un ritmo fácil y natural siempre que sea posible. Las fijaciones del ojo deben ser tan escasas y tan cercanas una de la otra como sea posible.

2.2.3.2 Acomodo del Lugar de Trabajo

Debe de existir un lugar definido y fijo para todas las herramientas y materiales. Las herramientas, los materiales y los controles se deben localizar cerca del lugar de uso. Los depósitos de alimentos por gravedad y los recipientes que se deben de utilizar para despacho de material deben estar cerca del lugar de uso.

Se deben de utilizar las entregas parciales siempre que sean posibles. Los materiales y las herramientas se deben de localizar para permitir la mejor secuencia de movimientos.

Se deben de tomar providencias de condiciones adecuadas para ver. La buena iluminación es el primer requerimiento para la percepción visual satisfactoria. La altura de lugar de trabajo y de la silla deben preferiblemente arreglarse de tal manera que se tengan alternativas para sentarse y permanecer de pie en el trabajo sea fácilmente posible.

Se deberá proporcionar una silla del tipo y altura para permitir una buena postura cada trabajador.

2.2.3.3 Diseño de las Herramientas y Equipo

Se debe evitar que las manos realicen todo aquel trabajo que pueda hacerse en forma más ventajosa por una guía, una instalación o un dispositivo operado con el pie. Se deberán combinar dos o más herramientas siempre que sean posible.

Las herramientas y los materiales se deben de colocar con anticipación siempre que sea posible. La carga se deberá distribuir de acuerdo con las capacidades inherentes de los dedos, donde cada dedo realice un movimiento específico, tal como en la mecanografía.

Palancas, barras y manubrios se deben de localizar en posiciones tales que el operador pueda manipularlos con un cambio mínimo de la posición del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica (Letona, 2011).

2.2.4 Duración en una producción en línea (Tiempo de Ciclo)

2.2.2.1 Definición

Conjunto ordenado de etapas elementales a realizar por un puesto en una unidad de producto que se ejecuta en un tiempo a determinar, estas etapas en las que se puede descomponer el ciclo deberán ser significativas y bien diferenciadas.

Cuando se trabaja a ciclo, el proceso queda sincronizado de manera que en cada momento cada uno de los operarios trabaja sobre una unidad de producto, transcurrido el tiempo del ciclo, cede su producto al puesto siguiente, al mismo tiempo que recibe uno nuevo del puesto anterior.

El valor del ciclo se puede mostrar así:

$$\text{Ciclo} = \text{jornada/producción}$$

El concepto de unidad de producto no tiene por qué referirse a un solo producto físico, algunas veces conviene trabajar sobre dos o más productos al mismo tiempo para aumentar el rendimiento (Garcia, 1998).

2.2.2.2 Tiempo Real, Tiempo Asignado

El operario no siempre dedica todo el ciclo a añadir valor al producto, puede ser que parte del mismo lo emplee en esperas, paradas por falta de tareas, falta de materiales, interferencias, etc., por esta razón, existen dos tipos de tiempo diferentes:

- a) Tiempo real: es la duración del trabajo duro, es decir, el tiempo que teóricamente ha de dedicar el operario al trabajo productivo.
- b) Tiempo asignado: surge como consecuencia de que en muchos casos resulta imposible conceder tareas que ocupen por completo la jornada del operario, debido a la necesidad de planificar y sincronizar su trabajo con el de otros puestos precedentes o consecuentes, suelen aparecer breves periodos improductivos durante el ciclo. Se hace necesario en tal caso “asignar” un tiempo superior al “realmente” necesario para efectuar el trabajo puramente productivo, en la gran mayoría de las empresas, los suplementos por fatiga, necesidades personales, etc., van incluidos, total o parcialmente en este tiempo (Garcia, 1998).

2.2.5 Automatización

La automatización se define como el funcionamiento automático de una máquina o conjunto de máquinas, encaminado a un fin determinado, lo cual permite realizar con poca intervención del hombre una serie de trabajos industriales o administrativos o de investigación. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano (Schmitt, 1983).

La automatización es un sistema, proceso o pieza de equipo que actúa y se regula por sí misma. Aun cuando con mucha frecuencia se piensa que la

automatización es necesaria para obtener ventaja competitiva, lo cierto es que tiene tanto ventajas como desventajas. Por lo tanto, la decisión de adoptar la automatización tiene que ser examinada cuidadosamente. (Krajewski, y Ritzman, 2000, p.102)

Es una estrategia para detectar y corregir problemas de producción; incluye dos mecanismos: uno que detecta las anomalías o defectos y otro que detiene la máquina o el proceso de modo automático cuando se detecta una anomalía o defecto. Las máquinas pueden diseñarse para reconocer anomalías o defectos y detenerse automáticamente cuando encuentre uno. En consecuencia, la máquina puede operar por sí misma y los trabajadores pueden ejecutar otras tareas (Noori, y Radfors, 1997).

2.2.6 Producción

2.2.4.1 Definición

El área productiva o de fabricación es el proceso de mayor generación de valor agregado en cualquier organización. Los sistemas productivos han sido el eje de los procesos de desarrollo de las empresas de manufactura e industria alrededor del mundo. Hoy por hoy, suele subestimarse el alcance de los sistemas productivos en el proceso de obtener una ventaja competitiva, dado a que distintos factores y prácticas de vanguardia como la innovación, la optimización de los flujos logísticos y la implementación de nuevos sistemas de información están dando resultados muy positivos. No obstante, los sistemas de producción son totalmente susceptibles de ser optimizados en materia de innovación, flexibilidad, calidad y costo, además de ser integrados a funciones tan importantes como la participación en el diseño y el mejoramiento continuo del producto, lo cual es totalmente compatible con las nuevas tendencias de orientar las organizaciones hacia un cliente mucho más exigente.

El desarrollo de los sistemas de producción está estrechamente ligado con el desarrollo de la ingeniería industrial misma, y se encuentran históricamente en la evolución de los sistemas productivos de una producción artesanal (El más alto nivel de calidad y que representaba altos costos operativos) a una producción seriada (a causa de la segunda guerra mundial) en la cual

primaba la fabricación repetitiva y de altos volúmenes, desde entonces la producción se ha convertido en el área más disciplinar de esta ingeniería y su desarrollo moderno redonda en los más afamados y eficientes sistemas productivos de la actualidad que permiten la implementación de flujos continuos de fabricación e incluso de la personalización masificada. (Peña, 2007).

2.2.4.2 Recursos de un Sistema Productivo

Los sistemas productivos cuentan con la participación de múltiples actores, todos ellos sin importar la naturaleza de las organizaciones a las que pertenezcan son susceptibles de la toma de decisiones en aras de aumentar la eficiencia de los procesos, por ende la productividad depende de la optimización de los mismos, lógicamente dependiendo del contexto competitivo de las organizaciones (ver figura 1).

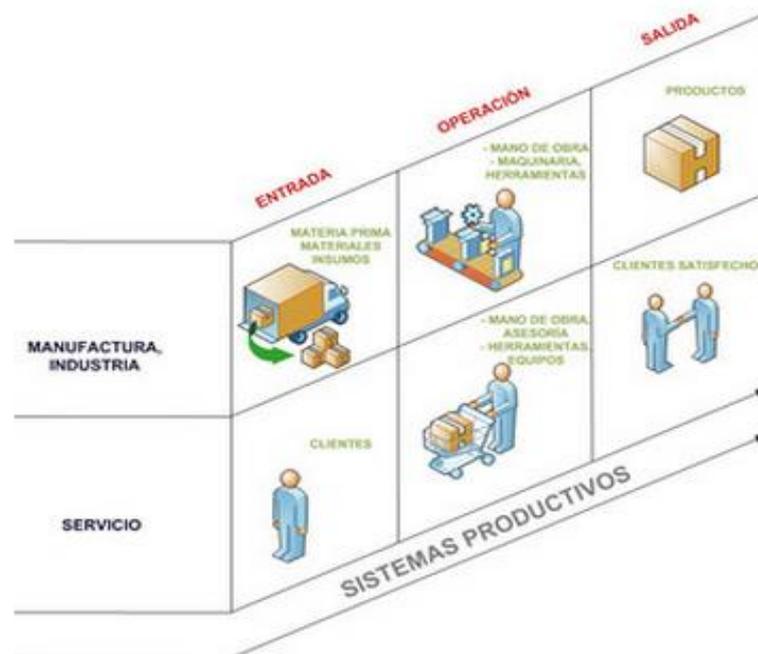


Figura 1: Sistemas Productivos

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/>

2.2.4.3 Enfoque Estratégico de los Sistemas Productivos

El enfoque estratégico de un sistema de producción o transformación determina la metodología (forma) de generación de bienes o servicios, que cumplan claramente con las necesidades planteadas por el cliente y los parámetros de calidad establecidos para el producto, enmarcado en la optimización de los recursos de acuerdo a la estrategia de la organización y a su enfoque competitivo.

Existen a grandes rasgos cuatro enfoques estratégicos de procesos productivos, y la mayoría de los sistemas de producción de la actualidad se pueden identificar con estos enfoques o como mínimo con una variación de los mismos. Estos enfoques son:

- Enfoque en el proceso
- Enfoque repetitivo
- Enfoque en el producto
- Personalización Masiva (Mass Customization)

De una manera muy acertada suele asociarse el enfoque estratégico de los sistemas productivos como una decisión dependiente de factores muy estrechos al mismo como lo son el volumen de producción y la flexibilidad en materia de variedad del producto o el portafolio de servicios, tal como lo muestra la figura 2.

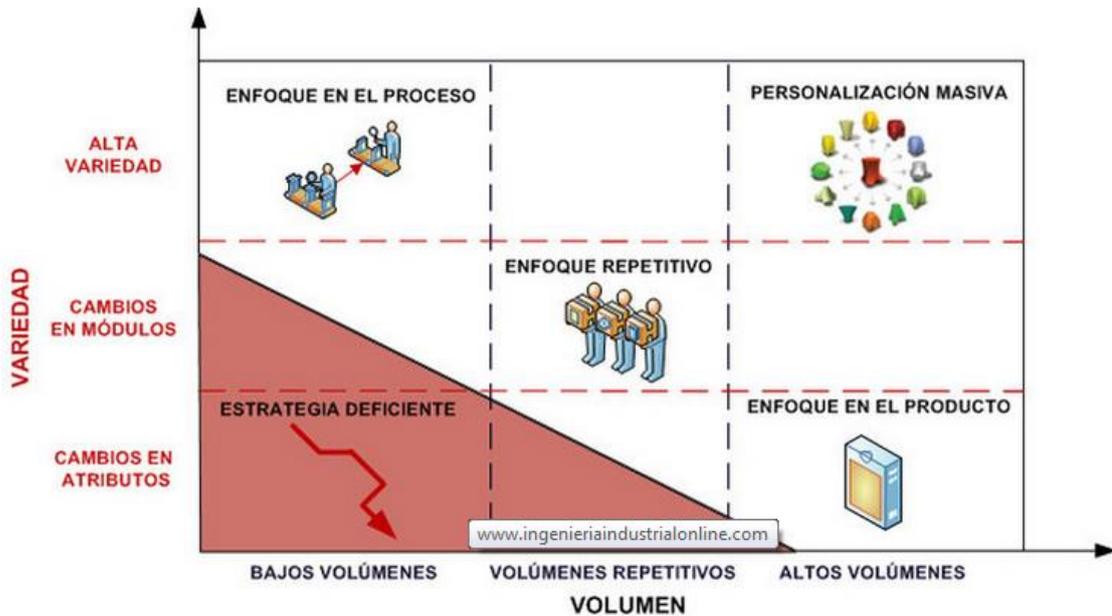


Figura 2: Enfoque estratégico de los sistemas productivos

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/enfoque-estrat%C3%A9gico-de-los-sistemas-productivos/>

2.2.4.4 Indicadores de los Sistemas de Producción

La existencia de indicadores de gestión en un sistema de producción es de vital importancia para la implementación de procesos productivos, dado que permite la ejecución de ciclos de mejora continua, además de funcionar como parámetros de viabilidad de procesos. La productividad se define como la eficiencia de un sistema de producción, es decir, el cociente entre el resultado del sistema productivo (productos, clientes satisfechos - Ventas) y la cantidad de recursos utilizados; esta es una definición aritmética, dado que en la práctica se utiliza el término productividad, como una variable que define que tanto nos acercamos o alejamos del objetivo principal de un sistema. Dentro de un sistema productivo existen tantos índices de productividad como existan recursos, pues que todos ellos son susceptibles de funcionar como un indicador de gestión tradicional (Salazar, 2017).

2.2.4.5 Partes y Funciones

Se puede reconocer dos niveles: un nivel estratégico, que se refiere a los objetivos a largo plazo para los que se diseña el subsistema y un nivel táctico y operativo, vinculado con el mediano, corto y muy corto plazo, aquí hay que contar con los organismos y funciones que permiten realizar:

- La planificación de la producción y la capacidad (a mediano plazo).
- La programación de la producción y la capacidad (a corto plazo).
- La ejecución de la producción (a muy corto plazo).

Esto implica otra tarea fundamental:

- La planificación y control de inventarios, tanto en materias primas como materiales de proveedores, de elementos en curso e fabricación y de productos terminados.

2.2.4.6 Tipos de Producción

En primer término, se distingue el tipo de producción continua, llamada también de proceso, y el tipo de producción de artículos discretos, esta distinción no es totalmente excluyente, pues existen tipos que son intermedio, ya que la producción es continua, pero no es del tipo de proceso, la producción discreta se puede catalogar como:

- Producción en serie: cuando se producen artículos en forma bastante continua, pero cambian los modelos.
- Producción en stock: cuando el objetivo es mantener determinadas cantidades de los diferentes modelos en inventario, con el objetivo de garantizar la satisfacción de la demanda.
- Producción sobre pedido: es cuando se fabrica únicamente lo que ha sido solicitado por el cliente.
- Producción única: cuando los pedidos son de una o muy pocas unidades, con pocas probabilidades de repetición idéntica

2.2.4.7 El Campo de la Administración de la Producción

Podemos decir que, la Administración de la Producción, también llamada Administración o Gerencia de Operaciones, puede ser definida como “el diseño, la operación y el mejoramiento de los sistemas de producción que crean los bienes o servicios primarios de la compañía”.

Ese papel gerencial, distintivo y propio de la Administración de la Producción se expresa sobre todo en el tipo de decisiones estratégicas (a largo plazo), tácticas (a mediano plazo) y operativas (de corto plazo) que se toman.

2.2.5 Empaque

2.2.5.1 Definición

Se determina como un sistema, puesto que cada empaque está constituido por dos o más elementos como: el recipiente, la tapa, el liner, la etiqueta, el sello de seguridad, grapas, cinta pegante, entre otros.

El empaque, envase y el embalaje están íntimamente ligados al medio de transporte y al equipo de manipulación, en algunas oportunidades los sistemas de envase, empaque y embalaje se confunden en su concepción, bien sea por los elementos que lo componen o por el destino de elaboración, por lo tanto, es conveniente aclarar los siguientes conceptos a continuación:

- Sistema de empaque: es un recipiente de estructura flexible como bolsas o costales en uno o varios materiales, con o sin impresos gráficos, para la exhibición y promoción de uno o varios productos líquidos, sólidos o gaseosos, estando o no en contacto directo con el contenido, destinados a la distribución comercial y facilitación al usuario final. Para algunos productos el empaque se constituye en embalaje.
- Sistema de envase: es un recipiente de estructura rígida como cajas, botellas, frascos y tarros, con o sin impresión gráfica, que pueden contener uno o varios productos líquidos, sólidos o

gaseosos, para proteger sus características intrínsecas, estando o no en contacto directo con el contenido, su diseño está destinado a la distribución comercial y facilitación al consumidor final (Sanchez, 2017).

2.2.5.2 Funciones del Empaque

Se puede dividir en tres niveles y se debe de desarrollar mínimas funciones básicas de: protección, comercialización y una función social:

- Función de protección: se deben considerar los materiales que resguarden apropiadamente el producto de acuerdo con sus características durante las diferentes fases, como: empaque primario (contiene al producto en su presentación individual, botellas, enlatados), empaque secundario (agrupa varias muestras de empaques primarios, su función es resguardar en cantidades, cajas de cartón, canastas), empaque terciario (se utiliza con el fin de integrar cantidades uniformes del producto, tolvas, tarimas) y empaque cuaternario los contenedores.
- Función comercial: facilita la exhibición del producto, y estimula la sensibilidad directa y subliminalmente en el consumidor, logrando que sus características y beneficios lleven al comprador a tomar su decisión a favor de nuestro producto.
- Función social: es conveniente que sea de manera breve, hacer mención de la participación de los sistemas de empaque y embalaje en la participación de la calidad de vida en una sociedad, de su desarrollo económico, de forma similar su participación en la protección al Medio Ambiente es indudable, pues de la óptima utilización de sus materiales, de un proceso responsable, del uso correcto de los empaques y de un post-uso correctamente planificado, dependerá en gran parte la conservación de la naturaleza, de tal manera que la utilización de los recursos naturales que se haga hoy en día, no comprometa la

utilización a que tienen derecho los habitantes del mañana, es decir Desarrollo Sostenible (Sanchez, 2017).

2.2.5.3 Parámetros Adecuados del Sistema de Empaque

Un productor o exportador, debe ante todo tener en consideración este procedimiento destinado a obtener los más adecuados sistemas de empaque y embalaje, que dependiendo de su capacidad económica y deseo de hacer las cosas con calidad integral.

La experiencia capitalizada por exportadores que han logrado un excelente posicionamiento, sin dejar de analizar a aquellos que también han encontrado fracasos, lleva a recomendar los siguientes pasos:

- Conozca bien su producto:
- Analice del mercado destino.

2.2.6 Métodos de Producción

Un método de producción es aquel sistema que proporciona una estructura que agiliza la descripción, la ejecución, y el planteamiento de un proceso industrial, estos métodos son los responsables de la producción de bienes y servicios en las organizaciones, de la misma manera los métodos de producción tienen la capacidad de involucrar las actividades y tareas diarias de adquisición y consumo de recursos. En este caso vamos a involucrar dos tipos de métodos, que son producción por pedido, por lotes y continua, se hará una breve explicación de ambas.

- a. Producción por pedido (caso de la empresa): este método es utilizado por la empresa que produce solamente después de haber recibido un pedido de sus productos, sólo después del contrato de un determinado producto, la empresa lo elabora.
- b. Producción por lote: este método que usan las empresas que producen una cantidad limitada de un producto cada vez, al aumentar

las cantidades más allá de las pocas que se fabrican al iniciar la compañía, el trabajo puede realizarse de esta manera.

- c. Producción continua: este método es el empleado por las empresas que producen un determinado producto, sin cambios por un largo período, el ritmo de producción es acelerado y las operaciones se ejecutan sin interrupción

2.2.7 Programación de la Producción

La programación de producción es la gestión y distribución de recursos, eventos y procesos para crear bienes y servicios. Una empresa ajusta su programa de producción basándose en la disponibilidad de recursos, órdenes de clientes y eficiencias. El objetivo de la programación de producción es equilibrar las necesidades de los clientes con los recursos disponibles mientras opera de la forma más rentable. (Da Silva, Manzanilla, Torres, y Rodriguez, 2014, p.3)

2.2.8 Control de la Calidad

Son todos los mecanismos, acciones, herramientas realizadas para detectar la presencia de errores, la función del control de calidad existe como una organización de servicio, para conocer las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia, Como tal, la función consiste en la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada (Garcia, 2017).

2.2.9 Layout de Máquinas

Los layout o distribuciones de planta, en términos generales, pueden tener una vida útil no mayor a 5 años, esto es debido al aumento o disminución en la demanda de ciertos productos, los cambios en los diseños, la tecnología, los estándares, los procesos y demás variables asociadas a una organización. Este escenario obliga a diseñar un nuevo layout que integre de forma sistemática, las

características de los productos, los volúmenes de producción y los procesos productivos necesarios (Moncayo, Lara Sepúlveda, y Córdoba Nieto, 2010).

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

Aplicada, ya que tiene por objetivo generar conocimiento con la aplicación directa en el sector productivo; este tipo de estudio presenta un gran valor agregado por el uso del conocimiento proveniente de la investigación básica. De esta manera, se genera riqueza por la diversificación y progreso del sector productivo. (Lozada, 2014)

Exploratoria, esta investigación contribuirá con ideas respecto a la forma correcta de abordar el incremento de productividad en una planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos.

Longitudinal, la presente investigación abarcará el estudio en una planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos al o largo de los años 2014, 2015 y 2016.

3.2 Diseño de la Investigación

Experimental, se refiere a “elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias (Canahuire Montafur, Endara Mamani, y Morante Rios, 2015). Se utilizarán los siguientes métodos:

- Bibliográficos.
- Levantamiento y Análisis de datos.
- Diagrama de Ishikawa.
- Diagrama Pareto.
- DOP.

3.3 Enfoque de la Investigación

Cualitativo; ya que se usará la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación.

Cuantitativo; se considera la utilización de estadística (representaciones gráficas) para la presentación de los resultados con base en la medición numérica y el análisis estadístico.

3.4 Población y Muestra

La población será todas las suturas producidas desde la creación de la empresa, y la muestra será la producción de los años 2014, 2015 y 2016. Se tomarán los registros del sistema de información de la empresa.

3.5 Instrumentos y Herramientas

- **Diagrama de Macro procesos:** Es una representación gráfica que permite mostrar todos los procesos que implica el brindar un producto o servicio. Es una herramienta de gran utilidad para los responsables de la organización a los efectos de clarificar como se desarrolla la misión, si se cumple con los objetivos planteados y si se da respuesta a las demandas que recibe por parte de los usuarios/clientes del servicio.

Procesos estratégicos: Engloba los procesos de planificación, toma de decisiones y despliegue de planes y políticas de la empresa.

Procesos claves u operativos: Aquellos que componen el saber hacer y el negocio de la empresa.

Procesos de apoyo: Son aquellos que brindan soporte y recursos a los procesos claves.

- **Diagrama de flujo:** Es una representación gráfica de la secuencia de pasos que se realizan para obtener un cierto resultado. Este puede ser un producto, un servicio, o bien una combinación de ambos.
- **Diagrama de Operaciones del Proceso:** Es una representación de las operaciones o áreas de los procesos con el propósito de análisis las operaciones con el fin de identificar oportunidades para combinar, simplificar y mejorar las operaciones de producción
- **Indicadores:** Los indicadores son aquellos parámetros que se establecen en los momentos y situaciones apropiadas a lo largo del proceso con el fin de evaluar y vigilar su desarrollo de tal manera que se pueda cuantificar sus aspectos más relevantes y definir objetivos a alcanzar luego de la implementación del proyecto de mejora. Todos los indicadores deben cumplir con la formulación SMART (por sus iniciales en inglés: Specific - específico, Measurable - medible,

Achievable - alcanzable, Relevant - relevante, Tangible- tangible), para que pueda contribuir en la mejora del proceso (Olcese, 2008).

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Técnicas de análisis de Datos

Análisis Cuantitativos

- ✓ **Gráficas de control:** Para realizar el control de calidad de procesos.
- ✓ **Análisis de Pareto:** es una técnica para estudiar fuentes de problemas y las prioridades relativas de sus causas.
- ✓ **Distribución de frecuencias y representaciones gráficas:**
 - **Histogramas:** son medios gráficos para representación de la distribución de frecuencias.
 - **Polígonos de frecuencia:** al igual que el histograma, son gráficas que permiten obtener una imagen rápida de las principales características de los datos de una distribución de frecuencias.
 - **Gráficas de barras:** son formas distintas de representar los datos de una investigación.
 - **Diagrama de dispersión:** son diagramas de correlación para analizar el grado de correlación positiva o negativa que pueda existir entre dos indicadores o variables,

Análisis Cualitativos

- ✓ **PHVA – Plan – Hacer- Verificar- Actuar Ciclo Deming**

Es una herramienta de análisis que permite gestionar un proceso o tarea de manera que se cumpla el ciclo de gestión del mismo desde el planeamiento hasta la mejora, ayuda en el análisis para identificar aspectos que no se planearon, no se hicieron, no verificaron y no se mejoraron, o al menos no adecuadamente.
- ✓ **Diagrama de causa/efecto o diagrama de Ishikawa (espina de pescado):** Es una representación gráfica de las relaciones múltiples de causa-efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso.

En teoría general de sistemas, un diagrama causal es un tipo de diagrama que muestra gráficamente las entradas, el proceso, y las salidas de un sistema (causa-efecto), con su respectiva retroalimentación (*feedback*) para el subsistema de control.

Con respecto a los instrumentos, se procederá, inicialmente, recopilando data histórica, revisión de base de datos de la empresa, entre otros; para posteriormente desarrollar tablas dinámicas, cuadros estadísticos, entre otras herramientas de la Ingeniería Industrial.

3.7 Identificación de variables

- Productividad.
- % de merma.
- Tiempo de ciclo

CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD

4.1 Descripción de la Empresa Objeto de Estudio

4.1.1 Descripción General de la Empresa

UNILENE fabrica y comercializa dispositivos médicos de reposición periódica para mejorar la calidad de vida de las personas. Su Planta de suturas es reconocida a nivel global por la calidad del producto y el desarrollo de tecnología para la manufactura de agujas, hecho inédito en la región.

El permanente interés por mejorar la eficacia de los productos que fabrican para uso en intervenciones quirúrgicas, emergencias respiratorias, esterilización a baja temperatura y otras especialidades quirúrgicas, los ha llevado a buscar la mejora e innovación continua, cumpliendo con los requisitos de las Buenas Prácticas de Manufactura y los estándares de calidad internacional de las Normas ISO 9001 e ISO 13485; así como la obtención de la autorización de la FDA para comercializar nuestras suturas quirúrgicas absorbibles en el mercado norteamericano. Además, las suturas cuentan con la certificación CE como resultado de la calidad del producto.

La organización de UNILENE está sustentada en el enfoque de procesos, en donde sus colaboradores contribuyen con sus competencias para eslabonar funciones en Comercialización, Producción, Aseguramiento de la Calidad y Administración, dando origen a un sistema basado en la productividad y eficiencia empresarial, con énfasis en el Servicio al Cliente. (UNILENE, 2016)

4.1.2 Visión

Consolidar nuestra presencia nacional e internacional brindando productos de calidad como un aporte de soluciones a la salud de las personas.

Alcanzar prestigio mundial. Generar bienestar a nuestros colaboradores y la sociedad en general.

4.1.3 Misión

Contribuir a mejorar la salud de las personas brindando dispositivos médicos seguros de calidad.

4.1.4 Certificaciones Internacionales

Certificación CE 1023 suturas quirúrgicas:

Unilene cuenta con la certificación CE 1023 en la fabricación de suturas quirúrgicas, así como la autorización 510 k del FDA – USA para comercializar suturas quirúrgicas en dicho país. Además, está certificada en Buenas Prácticas de Manufactura –BPM. Cuenta con el ISO 9001, así como el ISO 13485, comprobando que ha implementado un sistema de gestión que tiene como objetivo la satisfacción de sus clientes y además demuestra su capacidad para el diseño y desarrollo, producción, instalación y servicio de post venta de dispositivos médicos. (UNILENE, 2016)

4.1.5 Servicios brindados por la empresa

4.1.5.1 Esterilización por óxido de etileno

UNILENE, es una empresa, especializada en prestar servicio de esterilización a baja temperatura por Óxido de Etileno, con capacidad de atender hasta 3,500 litros diarios. Hecho aprobado en la certificación internacional ISO 9001 para su sistema de gestión de procesos. Además, está reconocida por la autoridad sanitaria de salud.

a) Características

Es un tipo de esterilización química, basada en el uso de un agente esterilizante denominado Óxido de Etileno. Se utiliza en el área médica desde hace más de 60 años y es un método de esterilización recomendado como ideal para aquellos elementos que no pueden esterilizarse con las técnicas tradicionales de calor y/o vapor.

Es el método más apropiado para la esterilización del instrumental quirúrgico delicado, instrumentos ópticos, muchos materiales plásticos y otros materiales costosos o termosensibles. (UNILENE, 2016)

b) Materiales que se pueden esterilizar

- Plásticos
- Gomas sensibles
- Instrumental óptico
- Material Eléctrico
- Instrumentos delicados
- Implantes
- Prótesis

c) Parámetros usados en las esterilizaciones

- Concentración del gas: 560mg/L
- Temperatura: 45° C.
- Humedad: Mayor a 40% de humedad relativa.
- Tiempo de exposición: 12 horas de gasificación, 4 horas de ventilación.

d) Controles del proceso

El sistema cuenta con documentación, la cual certifica no solo códigos de falla sino también el perfil del proceso, indicando el tiempo, la humedad relativa exacta, verificación a través de un indicador biológico de esterilidad del producto (individual por carga) y también una avanzada técnica propia de verificación de trazas de óxido de etileno la cual certifica que los materiales están aptos para ser entregados a nuestros clientes y ser así utilizados por los usuarios y pacientes de las instituciones. (UNILENE, 2016)

Para garantizar la adecuada esterilización de los productos suministrados por la central se utilizan una serie de controles:

- Control físico del esterilizador: registro gráfico del ciclo que documenta que el esterilizador ha alcanzado el vacío, la temperatura, humedad y presión adecuados.

- Control del producto:
- Indicador químico externo del paquete: documenta en cada paquete el correcto funcionamiento del esterilizador.
- Indicador químico interno del paquete: documenta que el agente esterilizante ha penetrado en el interior del paquete. Se utiliza en cada ciclo dentro de un paquete de prueba que se abre en la central al finalizar el ciclo para así poder liberar el material sin esperar los resultados del indicador biológico.
- Control de carga (garantía de la eficacia del proceso):
- Indicador biológico: documenta la eliminación de vida microbiana (esporas de bacilo *Stearotermóphilus* o *subtilis*) de los objetos esterilizados. Requiere 24-48 horas para verificar el crecimiento (-) de la espora, aunque se están introduciendo otras de lectura rápida que verifican el crecimiento en 1- 4 horas.

Antes de almacenar el material estéril se deja enfriar para evitar condensaciones y se comprueba que los envoltorios mantienen su integridad, que los controles químicos externos son correctos y que el paquete está identificado.

4.1.5.2 Servicio de empaque en manga mixta

Se cuenta con la experiencia en acondicionar productos de la clase de material médico en sobres de empaque de grado quirúrgico, de cualquier forma y tamaños.

Adicionalmente, se puede incorporar información mediante una impresión automática de datos esenciales para la comercialización, en sistema Ink Jet de alta velocidad. (UNILENE, 2016)

4.1.6 Productos ofrecidos

4.1.6.1 Productos con su propia marca

La capacidad instalada de la planta de producción de UNILENE y la experiencia de más de quince (15) años en gestionar procesos de fabricación de suturas y diversos materiales médicos con supervisión de entidades sanitarias reguladoras y certificadoras internacionales, nos permite ofrecer la fabricación de productos con su propia marca, respetando las especificaciones del cliente y cumpliendo con las normas de salud del mercado de destino.

UNILENE, está en condiciones de suministrar con su Propia Marca (Privada):

- Suturas quirúrgicas
- Mallas de polipropileno
- Cera para hueso
- Tubos de aspiración
- Cartuchos de óxido de etileno para esterilización
- Equipos para esterilización con óxido de etileno

4.1.6.2 Suturas semi terminadas para fabricantes

Nuestra especialidad, es la producción de Suturas semi terminadas dando soluciones rápidas a los fabricantes de suturas, usted solo recibe nuestra sutura con aguja en bulk, le pone la etiqueta de identificación de la sutura con su marca propia y luego puede proceder con la esterilización y el encajado final.

UNILENE, ofrece productos semi terminados como:

- Poliglactin Antibacterial con aguja, estéril, en BULK
- Poliglactin 910 con aguja, estéril, en BULK
- Ácido Poliglicólico con aguja, estéril, en BULK
- Seda Negra Trenzada con aguja en BULK
- Nylon Monofilamento con aguja en BULK
- Catgut Crómico con aguja en BULK

- Catgut Simple con aguja en BULK

Todos los productos y servicios ofrecidos, pueden estar en condiciones de ESTÉRILES y NO ESTÉRILES, de ser el caso que el proceso de esterilización pueda ser realizado en el país de destino. (UNILENE, 2016).

A continuación, en la tabla 2, podrán ver los productos mas importantes que se comercializan actualmente en la empresa.

Tabla 2: Productos más importantes

<p>Suturas Quirúrgicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Absorbibles: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Catgut Crómico. ✓ Catgut Simple. ✓ Poliglactin. ✓ Ácido Poliglicolico. ✓ Ácido Poliglicolico Antibacterial. ✓ Polidioxanona. ✓ Poliglecaprone. 2. No Absorbibles: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Nylon Azul Monofilamento. ✓ Nylon Negro Trenzado. ✓ Seda Negra Trenzada. ✓ Polipropileno. ✓ Poliester. ✓ Lino Retorcido. ✓ Acero. <p>Materia Prima de Suturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Agujas quirúrgicas. ✓ Catgut cromico ✓ Catgut simple ✓ Nylon monofilamento ✓ Seda negra trenzada ✓ Sobres de Grado Quirúrgico ✓ Sobre Alupol ✓ Sobre Film F4 <p>Regeneración de Tejidos y Hemostasia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Apósito de Alginato de Calcio. ✓ Apósito Hidrocoloide. ✓ Hidrocoloide con Espuma. ✓ Esponja Hemostática de Colágeno. ✓ Apósito con Mecha. 	<p>Material Quirúrgico y Médico:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Malla de Polipropileno Quirúrgica. ✓ Malla de Polipropileno Quirúrgica Ligera. ✓ Clamp Umbilical. ✓ Hoja de Bisturí. ✓ Brazaletes Neonatal. <p>Terapia Invasiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cateter venoso central ✓ Cánula Yankauer. ✓ Sonda de aspiración endotraqueal. ✓ Tubo de Aspiración. <p>Oxigeno Terapia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Máscaras. ✓ Aerocámaras. <p>Esterilización por Óxido de Etileno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ampollas. ✓ Cartuchos. ✓ Manga Mixta. ✓ Bioseal. ✓ Equipos de Esterilización. ✓ Servicio de Esterilización. <p>Profilaxis y Prevención:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Guantes Quirúrgicos. ✓ Guantes de examinación. ✓ Preservativos. ✓ Test De Embarazo.
---	---

✓ Cera para huesos.	
---------------------	--

Fuente: www.unilene.com

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LA REALIDAD

5.1 Descripción de la Empresa Objeto de Estudio

5.1.1 Mapa de Procesos de la Empresa

Además de los típicos procesos de estratégicos y de apoyo de toda la organización, la empresa objeto de estudio cuenta con procesos operativos que son: la fabricación, el servicio de esterilización y la comercialización de productos de droguería. Además de las compras, recepción y dispensación, la fabricación se realiza con materiales naturales y otras con materias sintéticas, una vez haya entrado la materia prima de hebras (hilos) entregada por el área de dispensación en las presentaciones requeridas, se procede a realizar el engaste, este paso se repite las veces que sea necesario según el tamaño y tipo de aguja y hebra. Una vez realizado el engaste se procede a hacer la prueba de control de calidad antes que sea etiquetado y encajado, para pasar luego al almacenamiento para venta y distribución.

El servicio consiste en transporte para el recojo de lo que se va a esterilizar, recepción, esterilización propiamente y despacho para retorno al cliente.

Entre los materiales que se pueden esterilizar con el servicio son: plásticos, gomas sensibles, instrumental óptico, material eléctrico, instrumentos dedicadas, implantes, prótesis, entre otros.

El servicio de esterilización es un proceso operativo certificado con ISO 9001, está especializado en baja temperatura por óxido de etileno, con capacidad para atender hasta 3,500 litros diarios.

Los procesos se hacen en forma sistemática con documentación que acredita códigos de falla, perfil del proceso, tiempo, humedad, esterilidad, verificación de trazas de óxido de etileno con la que se certifican que los materiales estén aptos para ser entregados a los clientes.

Los controles se realizan para verificar el grado de esterilización alcanzada, indicador externo e interno de paquete, indicador biológico, control de carga y enfriamiento antes de almacenar para evitar condensaciones (ver figura 3).

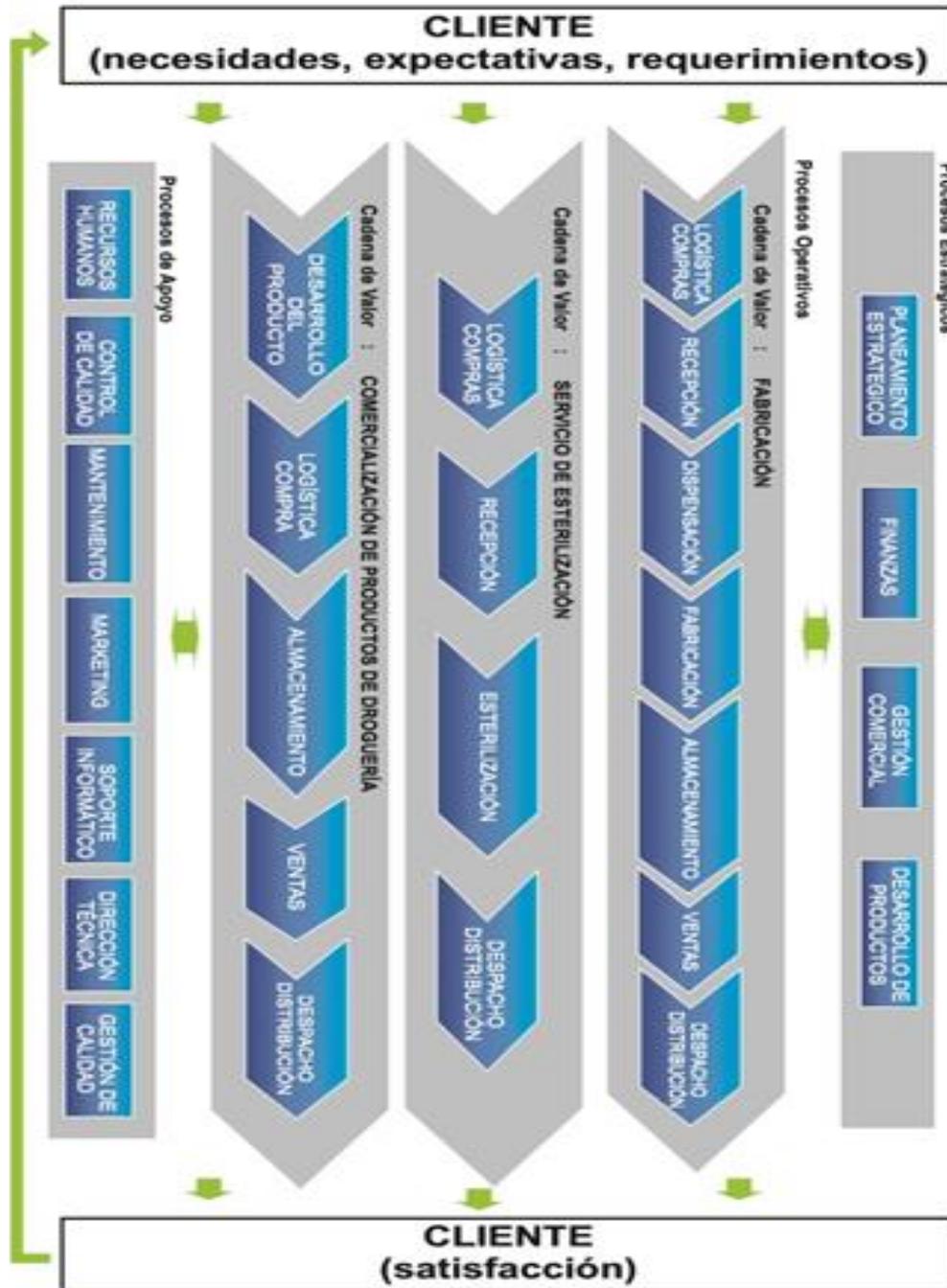


Figura 3: Mapa de procesos fabricación, comercialización y servicio de esterilización

Fuente: www.unilene.com

5.1.2 Proceso de Fabricación de Suturas Quirúrgicas

5.1.2.1 Engaste o Ensamble (aguja y hebra)

El flujo del proceso productivo consiste en un abastecimiento de la materia prima por logística – compras y recepción, al área de dispensación quienes

entregan la materia prima de aguja y hebras (hilos) en bolsas con cantidades según la solicitud de pedido emitida por el área comercial y la orden de producción emitida por la jefatura de producción.

Verificación: Se verifica la calidad del material, la correspondencia con la orden de compra y con los requerimientos establecidos por la ficha técnica de cada producto.

Engaste: Luego se procede a realizar el engaste, que es la unión hebra – aguja mediante presión, utilizando las máquinas engastadoras, que son similares a las máquinas de coser. La aguja se coloca entre 2 dados con dimensiones según el tipo de aguja que se va a engastar, luego se inserta la hebra en el agujero de la aguja y se procede a realizar el engaste pisando un pedal que se encuentra en la parte baja de la mesa de engaste, este paso se repite las veces que sea necesario según el tamaño y tipo de aguja y hebra.

Una vez realizado el engaste se procede a hacer la prueba o verificación de que el engaste este correctamente hecho. Se coloca la sutura entre los dados del biotensil, que es un instrumento que tiene una pesa para cada tipo de calibre de la hebra, cada biotensil debe estar calibrado de acuerdo a la norma USP. Toda sutura debe ser probada por el biotensil antes de poder pasar al siguiente sub proceso.

5.1.2.2 Acondicionado

Una vez entregado todo el material la primera operación que realizan las líneas de acondicionado es el enrollado de suturas, insertando la aguja en el soporte de opalina y luego enrollando la hebra en forma de 8 mediante el dispositivo en “U” para luego finalmente cerrar el soporte y obtener la sutura con su primer empaque.

En el caso de las suturas que son absorbibles, luego de la operación anterior se procede a ensobrar el soporte en un sobre de Alupol (si se tratara de una sutura sintética absorbible) o Sachet Film (si se tratara de una sutura natural absorbible).

5.1.2.3 Llenado de líquido preservante

Solo si fuera una sutura natural absorbible pasaría por la operación de llenado de líquido que se realiza mediante un dosificador que inyecta líquido preservante en una cantidad determinada, que hace que la sutura preserve sus propiedades durante mayor tiempo. Una vez inyectado el líquido se sella el sachet film para que no se derrame el líquido.

5.1.2.4 Etiquetado

Después de la operación anterior continuamos con el etiquetado, cogiendo el papel adhesivo con 12 etiquetas cada uno para luego colocar las etiquetas sobre el empaque de la sutura. Finalmente se procede a insertar el soporte dentro del sobre de grado quirúrgico para luego pasarlo por una selladora continua que deja nuestra sutura lista para el siguiente proceso.

5.1.2.5 Ensobrado

Una vez que la sutura sea etiquetada, es introducida en un sobre de grado quirúrgico o un sobre de grado médico, que no es más que un sobre que por un lado es de polietileno y por el otro es papel de grado quirúrgico. Estos sobres sirven para poder esterilizar efectivamente productos médicos. Una vez ensobrada la sutura se procede a hacer el conteo (manual) respectivo del lote.

5.1.2.6 Sellado

Luego del ensobrado y conteo se procede a sellar el sobre de grado quirúrgico usando una selladora continua (aplicando calor). Finalmente se colocan las suturas en grupos de 200 en bolsas de polietileno de 20 litros.

5.1.2.7 Esterilizado

Las suturas entran en los equipos Bio (equipos de esterilización), pasando el proceso de esterilización por 16 horas, 12 horas de esterilización y 4 horas de ventilación. En cada equipo Bio ingresan 6000 suturas por proceso.

5.1.2.8 Empacado

Este sub proceso tiene como entrada las suturas ya estériles, primero se etiquetan las cajas donde van a ir las suturas para luego ser armadas. Luego los trabajadores cuentan 12/24/36 suturas, dependiendo del tipo de pedido que sea, y proceden a ingresarlas a la caja. A continuación, envolvemos la caja mediante una bobina bob y las apilan en grupos. Finalmente, las cajas de suturas son colocadas dentro de un cartón para su almacenamiento.

5.1.2.9 Almacén de Productos Terminados

Todo producto debe ser almacenado durante 14 días de cuarentena para garantizar que llegue al cliente con las especificaciones requeridas.

5.1.2.10 Control de Calidad

El Control de calidad en proceso: las suturas engastadas pasan por 5 pruebas que son hechas a suturas recolectadas durante el proceso de engaste, estas son:

- Longitud de la hebra.
- Diámetro de la hebra.
- Tamaño y forma de la aguja.
- Tensión de la hebra.
- Tensión.

Control de calidad de etiquetas: antes de imprimir el número total de etiquetas primero se imprime un primer tiraje que es revisado por el área de control de calidad que revisa que tengo el color, lote, fecha de expira, y especificaciones correctas. Control de calidad de Producto terminado: una vez se termine de fabricar todo el pedido se recoge una muestra de encajado para su posterior análisis.

5.1.2.11 Flujo del Proceso Productivo de Suturas Quirúrgicas

En la Figura N°4, se muestra el proceso de producción de suturas dentro de la empresa UNILENE, se observan que los procesos estratégicos y los procesos de apoyo influyen en el correcto desarrollo de la producción de suturas y dispositivos médicos, al existir esta relación se obtiene una mejor y ordenada producción, llevando un control adecuado del mismo.

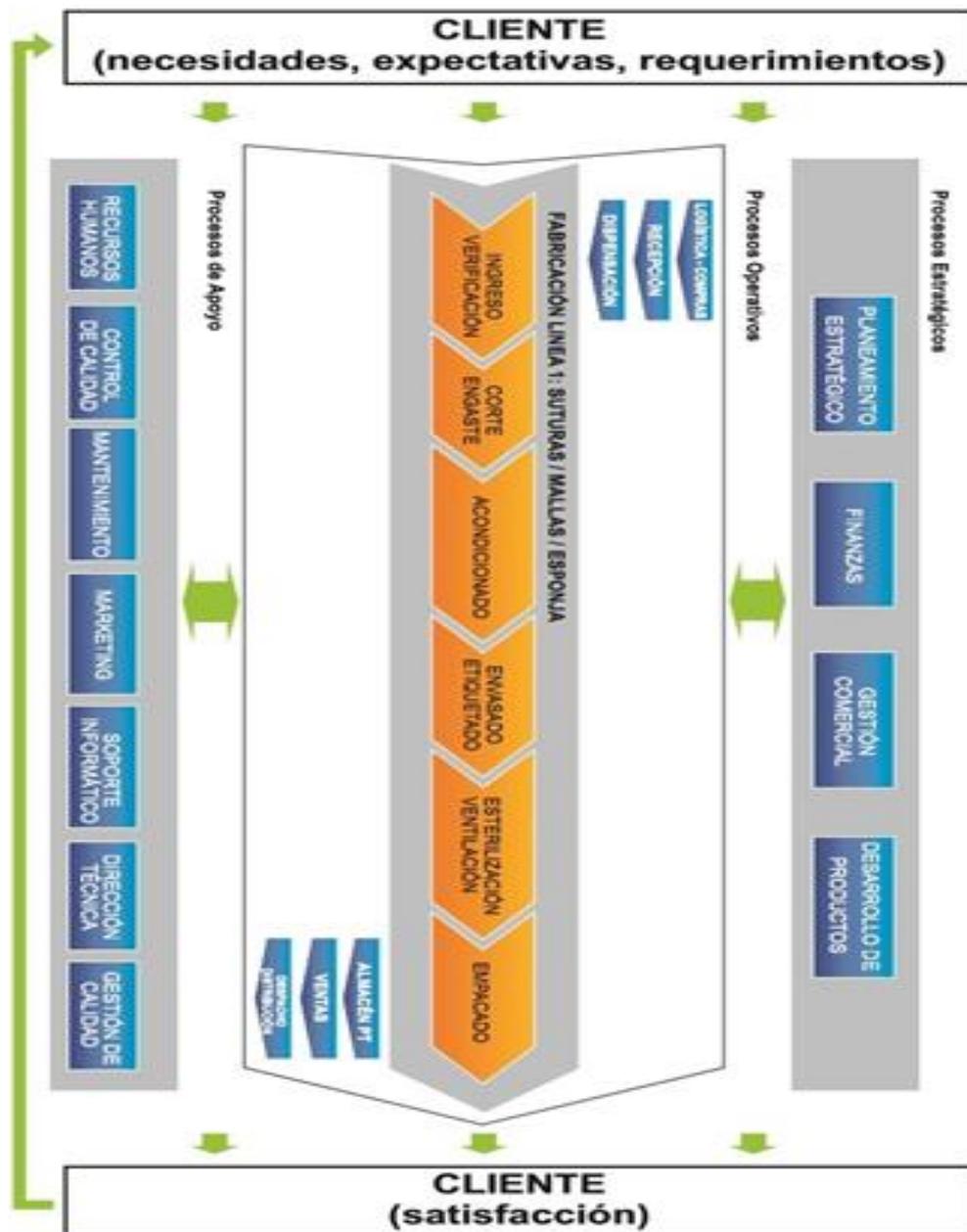


Figura 4: Flujo de proceso productivo de suturas

Fuente: www.unilene.com

5.1.3 Programación de la Producción

La programación de la producción empieza por la colocación por parte del área de ventas, de las órdenes de producción, que es en donde se registran las especificaciones del producto, al área de producción, para que realice la programación del trabajo.

Una vez recibida esta información, el Jefe de Planta es el responsable de elaborar un plan maestro de producción de alcance de una semana, asignando en este la máquina y el turno de trabajo en el cual se realiza la producción.

Por ultimo en base al plan maestro de producción, elabora diariamente un programa para cada estación de trabajo, y lo distribuye en sus áreas, para conocimiento de los operarios.

5.1.4 Fallas de Calidad en la Producción de las Suturas

Dentro del proceso de producción, los errores más recurrentes y conocidos que se pueden presentar son:

- Mal conteo en el número de productos de la orden.
- Error en el arte de las etiquetas
- Partículas o puntos negros en el empaque.
- Engaste con pliegues
- Manchas de impresión
- Texto poco legible

5.1.5 Programación de las Compras

En base a lo acordado de la reunión con las áreas de Ventas y Producción, se planifica las compras de los insumos, según lo requerido en el Plan Maestro de Producción. Y se hace el seguimiento de las materias primas faltantes mediante un formato compartido por producción – logística – ventas. Para el caso de las

agujas la decisión de compra se realiza mediante una fórmula que te indica cuanto comprar en determinado momento.

5.1.6 Calidad de la Materia Prima

La materia prima que ingresa al almacén es verificada para asegurarse que cumple con todos los requerimientos de calidad solicitados en la orden de compra y por las normas. Toda materia prima es asignada con un número de análisis para su futura trazabilidad.

El producto en proceso es analizado mediante un muestreo durante el proceso de fabricación de suturas.

El producto terminado o final pasa por un control de calidad al término de todo el proceso de producción. Y se toma una contra muestra para ser almacenada para futuros estudios del producto

5.1.7 Capacidad de Producción

Una limitación sobre la capacidad de la planta es la cantidad de producción que puede ser generada en un periodo establecido. Esta limitación en la cantidad se llama comúnmente capacidad de planta o capacidad de producción, esta se define como la máxima velocidad de producción que la planta puede lograr bajo condiciones dadas de operación. Estas condiciones de operación hacen referencia al número de turnos de trabajo por semana, horas por turno, nivel de mano de obra directa en la planta, etc. (Groover, 1997).

5.1.8 Puestos de Trabajo y Perfiles del Personal de Producción

A continuación, se muestran los perfiles del personal de producción, usados para el proceso de selección de personal, que asegura que las personas que ingresan al puesto cumplan con las habilidades necesarias para desempeñar correctamente el trabajo (ver tablas 3 y 4).

Tabla 3: Descripción del puesto supervisor de producción y plásticos

ÁREA: Gerencia PCP GRADO ORGANIZACIONAL: 5 (Supervisor)	
PRINCIPALES FUNCIONES DEL PUESTO:	
<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar al equipo de encargados de las áreas de producción y plásticos. • Coordinar la producción para la atención de los pedidos; • Conocer los procedimientos e instructivos generados para cada actividad y proceso; • Realizar sus actividades acorde a los procedimientos e instructivos de trabajo; • Velar por el cumplimiento de las normas establecidas por las Buenas Prácticas de Manufactura; • Mantener el orden y la limpieza en el área; • Apoyar en el control de los diferentes procesos de producción; • Apoyar en verificar y revisar los diferentes procesos de producción; • Verificar y supervisar las materias primas ingresadas a Producción respecto a la cantidad y calidad (aprobadas); • Verificar que las cantidades entregadas a Almacén de producto terminado sean las que corresponden; • Coordinar con el Jefe de PCP la atención de las licitaciones nacionales e internacionales; • Supervisar las operaciones que intervienen en la producción; • Asegurar instrucciones escritas sobre el tránsito y comportamiento en planta sean cumplidas en su totalidad; • Otras funciones designadas por el Jefe de PCP. 	
ES REEMPLAZADO POR: Jefe de PCP	
REPORTA AL: Gerente de PCP	
SUPERVISA EL TRABAJO DE: No aplica	
REQUISITOS DE COMPETENCIA DEL PUESTO	
Grado de instrucción:	Mínimo: Bachiller o egresado de Ingeniería Industrial, Mecánica o afines. Deseable: Estudios de especialización/ diplomado en producción o similares.
Conocimientos:	Nivel Avanzado de Project MS para el Control y Desarrollo de Producción y Proyectos de Fabricación; Conocimientos de Autocad; Herramientas de Gestión de Calidad; Control Estadístico de Procesos; Reingeniería de Procesos (deseable); Conocimientos de software Promodel o Arena (deseable); Conocimientos en BPM, BPA, ISO 9001, ISO 13485
Experiencia:	No menor a 2 años en el área de producción o afines

Habilidades Blandas	Comunicación Creatividad e Innovación Calidad y Excelencia Orientación a los resultados Tolerancia a la presión.
---------------------	--

Fuente: www.unilene.com

Tabla 4: Descripción del puesto operario de producción y plásticos

ÁREA: Gerencia PCP (Obrero)		GRADO ORGANIZACIONAL: 10	
PRINCIPALES FUNCIONES DEL PUESTO:			
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los procedimientos e instructivos generados para cada actividad y proceso; • Realizar sus actividades acordes a los procedimientos e instructivos de trabajo; • Cumplir con las normas establecidas de Buenas Prácticas de Manufactura; • Otras funciones designadas por el Supervisor de la Producción y/o Jefe de PCP. 			
ES REEMPLAZADO POR: Operario de Producción.			
REPORTA A: Encargada de Producción y plásticos			
SUPERVISA EL TRABAJO DE: No aplica			
REQUISITOS DE COMPETENCIA DEL PUESTO			
Grado de instrucción:	Mínimo: Primaria (concluida/no concluida)	Deseable: Secundaria (concluida / no concluida)	
Conocimientos:	Empíricos de Procesos de Producción.		
Experiencia:	Mínimo 6 meses en Plantas de manufactura, producción o áreas afines.		
Habilidades Blandas	Comunicación. Creatividad e Innovación. Calidad y Excelencia Destreza manual. Proactividad.		

Fuente: www.unilene.com

5.2 Análisis de la Realidad Objeto de Estudio

5.2.1 Análisis del Layout de la Planta

El término distribución de planta o layout de planta significa el replanteamiento de la disposición existente, el nuevo plan propuesto de distribución o el trabajo de hacer una distribución de planta. Por tanto, una distribución de planta puede entenderse como el trabajo en una instalación existente, un proyecto o una tarea (Platas y Cervantes, 2014).

Para lograr un orden en las áreas de trabajo de la planta, y que estas resulten económicas y seguras para la empresa y para los empleadores, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Mantener ordenado los pasillos por los que circulan los empleadores, salvaguardando su seguridad, y evitando posibles accidentes.
- Motivar a los empleadores
- Mejorar la ventilación en el lugar de trabajo.
- Evitar retrasos en el proceso productivo
- Maximizar el uso de los materiales, equipos y mano de obra; si la mano de obra es costosa, debe emplearse mejor su tiempo, en cambio si la mano de obra es barata, pero el equipo y los materiales son costosos, entonces se debe buscar el mejor aprovechamiento de estas.
- Debe existir un flujo continuo de la materia, para esto se debe reducir el tiempo que toma realizar algunas actividades, como transportar materiales de una etapa del proceso a otra.
- La supervisión debe ser continua, el supervisor debe tener un área amplia de visión para que de esta manera se identifique rápidamente el problema suscitado.

5.2.2 LAY OUT PLANTA

En la figura 5 se muestra el Lay Out de la planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos.

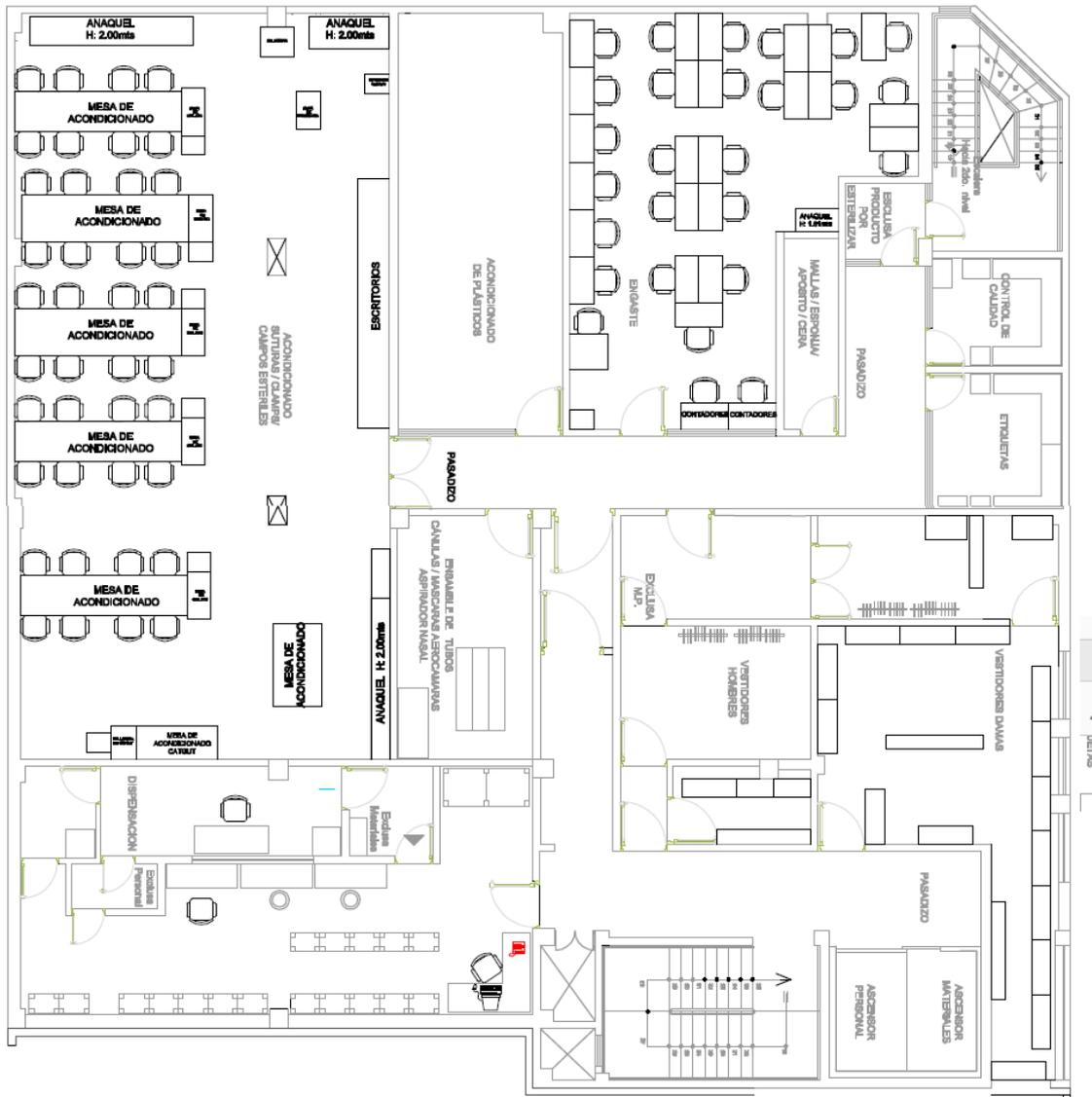


Figura 5: Lay Out de planta de suturas

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Diagrama de Análisis del Proceso Productivo de la Fabricación de Suturas

A continuación, se muestran los procesos para obtener sutura absorbible natural, sutura no absorbible y sutura absorbible sintética, de estos el proceso que requiere menos tiempo para obtener el producto es el de sutura absorbible, y el proceso para obtener sutura absorbible sintética es el que requiere más tiempo, ya que existe una operación más, la cual es el secado, esta operación requiere mucho más tiempo al ser una etapa importante en el proceso porque de esta dependerá de la calidad del producto final (ver figura 6).

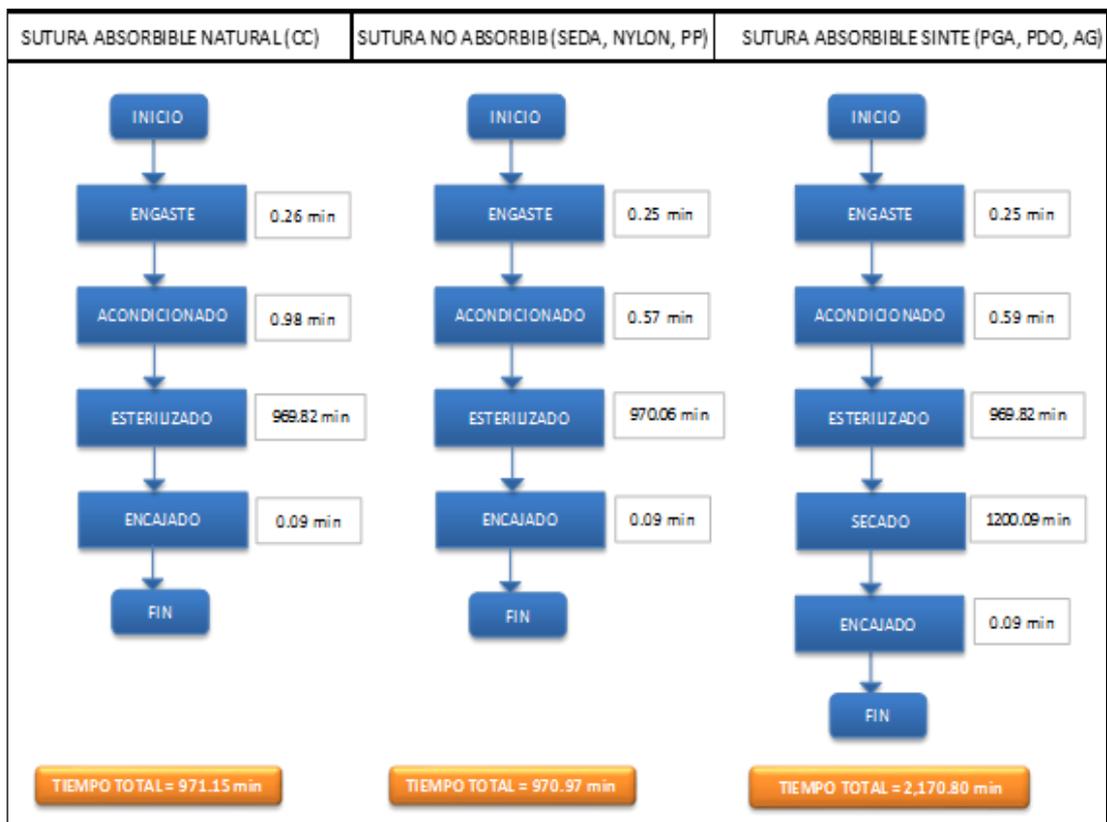


Figura 6: Diagrama de bloques del proceso productivo de la fabricación de suturas

Fuente: UNILENE

5.2.4 DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUTURAS

En la figura 7 se muestra el diagrama de operaciones del proceso de fabricación de suturas, con sus respectivas operaciones.

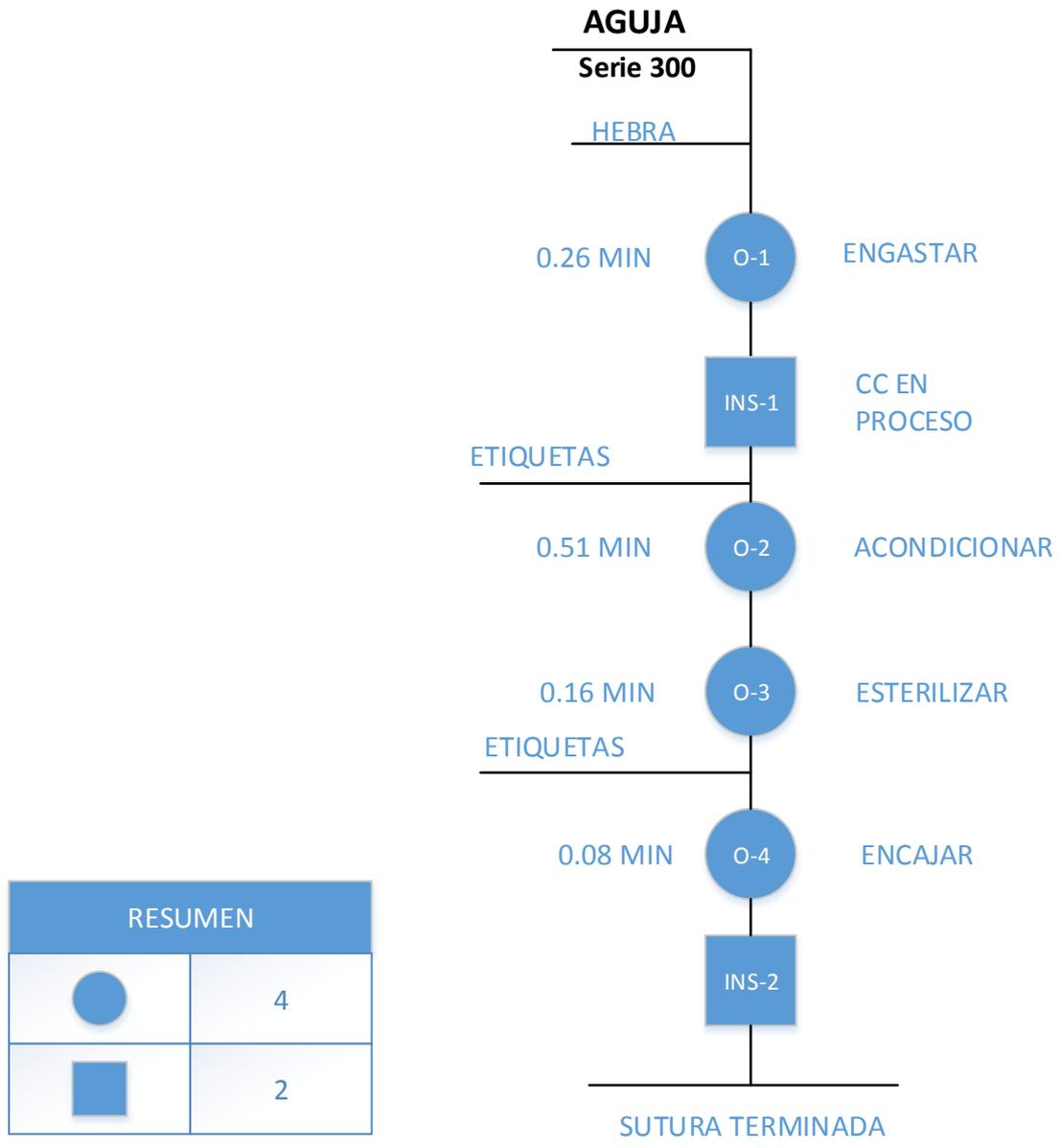


Figura 7: Diagrama de Operaciones del Proceso de Fabricación de Suturas

Fuente: Elaboración propia

5.2.5 DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DEL ÁREA DE ETIQUETAS

En el área de etiquetas se realiza el proceso de impresión de etiquetas, que se describe en la figura 8.

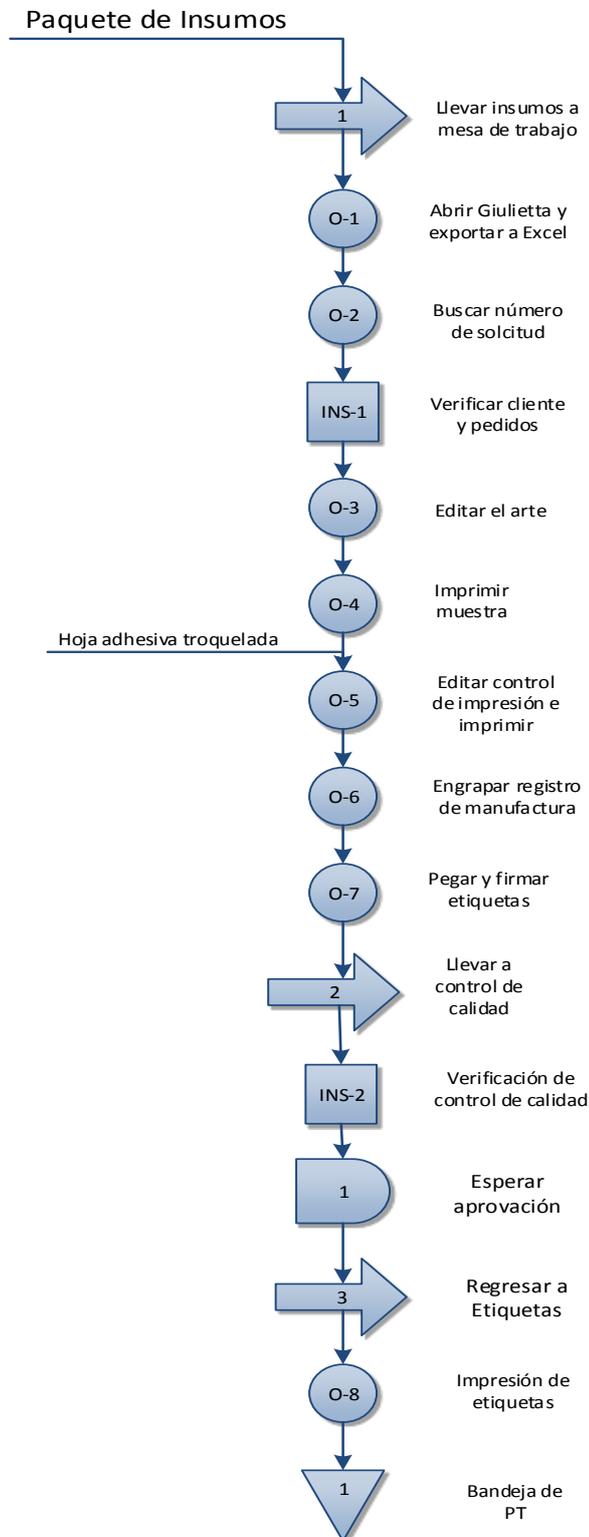


Figura 8: Diagrama de Análisis del Proceso del Área de Etiquetas

Fuente: Elaboración propia

5.2.6 DIAGRAMA DE FLUJO DEL ÁREA DE ETIQUETAS

En el diagrama de flujo del área de etiquetas (figura 9) se puede observar como el producto en proceso se mueve por las diferentes áreas del proceso de producción.

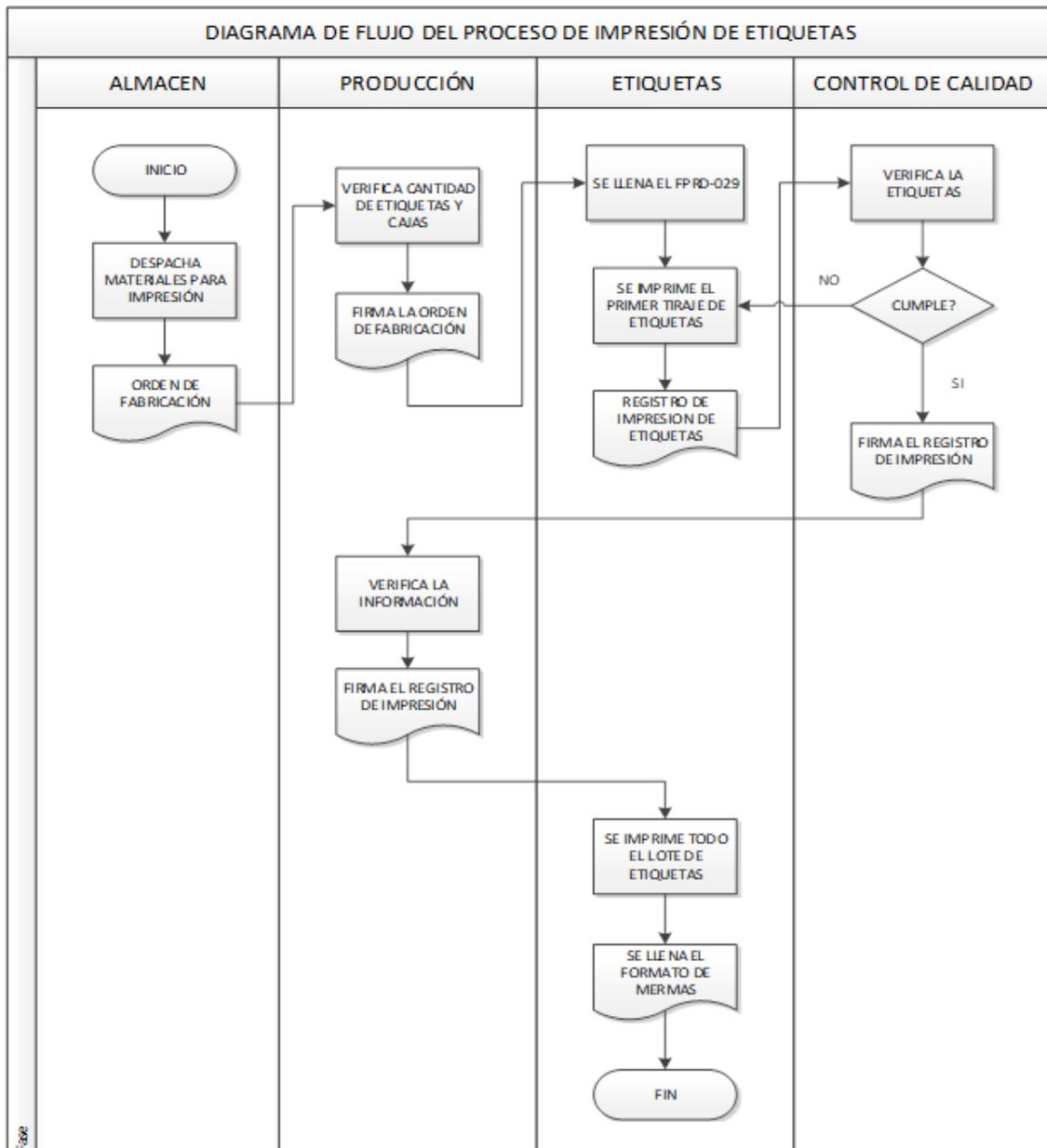


Figura 9: Diagrama de Flujo del Área de Etiquetas

Fuente: Elaboración propia

5.2.7 FLUJO DE RECORRIDO TRIDIMENSIONAL DEL ÁREA DE ETIQUETAS

En la siguiente figura 10 se muestra el flujo del recorrido de las etiquetas en los diferentes pisos del edificio.

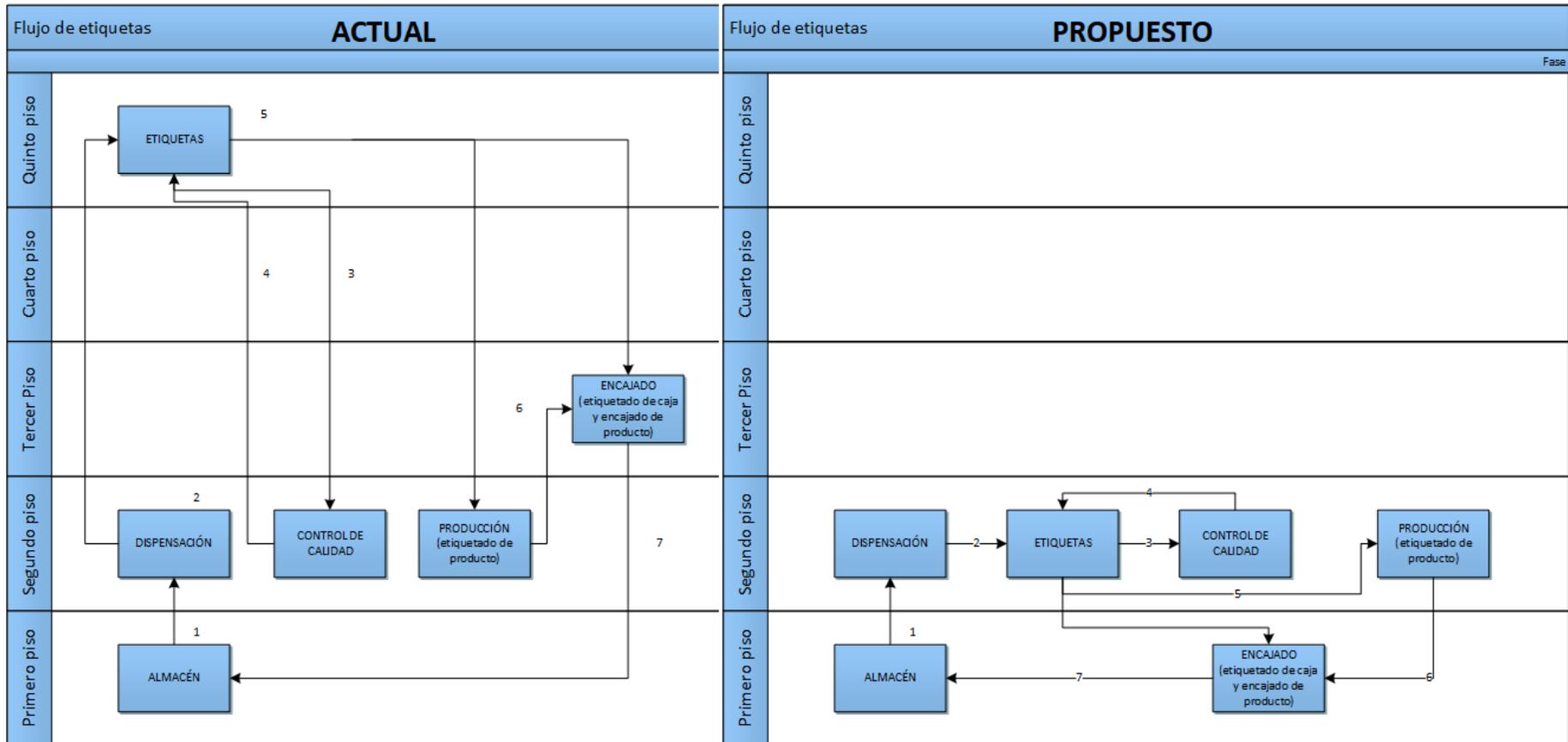


Figura 10: Flujo de Recorrido del Área de Etiquetas

Fuente: Elaboración propia

5.2.8 Estudio de Tiempos Área de Engaste

A continuación, se muestran las tablas 5 y 6 los estudios de tiempo del área de engaste.

5.2.8.1 Sutura Absorbible Natural

Tabla 5: Producción en área de engaste - Sutura Absorbible Natural

ÁREA		ENGASTE																Fecha	30/07/2012		
PROCESO		1																Hora Inicio	8:30am		
TIPO		SUTURA ABSORBIBLE NATURAL																Hora Fin	12:30pm		
PRODUCTO		CC																			
Nº	NOMBRE TRAB	OPERAC	MAQUINA	NRO OBSERVACIONES										TPO	%	TPO	UNID/HR	TPO	%		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROM	SUPL	CAP	CAP	PROM	EFC		
1	Irma Huaylla	Unir hebra + aguja c/pegamento	PGEN - 03	0.08	0.07	0.13	0.08	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	1.13	0.08	718	0.11		
2	Alejandra Polo	Unir hebra + aguja c/pegamento	PGEN - 14	0.13	0.12	0.10	0.10	0.08	0.12	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	1.13	0.11	526			
3	Maritza Pozo	Unir hebra + aguja c/pegamento	PGEN - 19	0.15	0.15	0.10	0.17	0.10	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	1.13	0.15	412				
1	Irma Huaylla	Girar 90° + pisar pedal	PGEN - 03	0.12	0.12	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.08			0.10	1.13	0.12	518	0.07			
2	Alejandra Polo	Girar 90° + pisar pedal	PGEN - 14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03			0.03	1.13	0.03	1847				
3	Maritza Pozo	Girar 90° + pisar pedal	PGEN - 19	0.03	0.03	0.02	0.10	0.03	0.05	0.05	0.03			0.04	1.13	0.05	1249				
1	Irma Huaylla	Jalar + inspeccionar	PGEN - 03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02			0.02	1.13	0.02	2832	0.02			
2	Alejandra Polo	Jalar + inspeccionar	PGEN - 14	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02			0.02	1.13	0.02	3268				
3	Maritza Pozo	Jalar + inspeccionar	PGEN - 19	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01			0.01	1.13	0.02	3862				
1	Melina Bardales	Probar en biotensil	PGPE - 09	0.05	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	1.13	0.06	948	0.06			
2	Marlene Gobeá	Probar en biotensil	CDC - 002	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.04	1.13	0.04	1475				
3	Mirian Bautista	Probar en biotensil	CDC - 008	0.07	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07	1.13	0.08	727				
TOTAL MINUTOS PROCESO 1																	0.26				

Fuente: Elaboración propia

5.2.8.2 Sutura No Absorbible

Tabla 6: Producción en área de engaste - Sutura no absorbible

ÁREA		ENGASTE		Fecha		30/07/2012													
PROCESO		2		Hora Inicio		1:30pm													
TIPO		SUTURA NO ABSORBIBLE		Hora Fin		5:15pm													
PRODUCTO		SEDA, NYLON, PP																	
Nº	NOMBRE TRAB	OPERAC	MAQUINA	NRO OBSERVACIONES										TPO	%	TPO	UNID/HR	TPO	%
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROM	SUPL	CAP	CAP	PRO	M
1	Lizeth Ramos	Unir hebra + aguja c/pegamento	PGEN - 12	0.20	0.18	0.17	0.12	0.17	0.08	0.15	0.22	0.17		0.16	1.13	0.18	327	0.13	
2	Juana Sanchez	Unir hebra + aguja c/pegamento	PGEN - 17	0.10	0.08	0.07	0.13	0.10	0.12	0.10	0.08	0.07		0.09	1.13	0.11	562		
3	Julia Rivadeneira	Unir hebra + aguja c/pegamento	PGEN - 21	0.08	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08		0.08	1.13	0.10	629		
1	Lizeth Ramos	Girar 90°+ pisar pedal	PGEN - 12	0.07	0.08	0.01	0.07	0.02	0.08	0.05	0.05	0.05		0.05	1.13	0.06	1000	0.05	
2	Juana Sanchez	Girar 90°+ pisar pedal	PGEN - 17	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03		0.04	1.13	0.04	1448		
3	Julia Rivadeneira	Girar 90°+ pisar pedal	PGEN - 21	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03		0.03	1.13	0.04	1648		
1	Lizeth Ramos	Jalar + inspeccionar	PGEN - 12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02		0.02	1.13	0.02	2515	0.02	
2	Juana Sanchez	Jalar + inspeccionar	PGEN - 17	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	1.13	0.01	4344		
3	Julia Rivadeneira	Jalar + inspeccionar	PGEN - 21	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	1.13	0.01	4267		
1	Melina Bardales	Probar en biotensil	PGPE - 09	0.05	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		0.06	1.13	0.06	948	0.06	
2	Marlene Gobeia	Probar en biotensil	CDC - 002	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.05		0.04	1.13	0.04	1475		
3	Mirian Bautista	Probar en biotensil	CDC - 008	0.07	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07	0.10	0.08	0.07		0.07	1.13	0.08	727		
TOTAL MINUTOS PROCESO 1																	0.25		

Fuente: Elaboración propia

5.2.9 Estudio de Tiempos Área de Acondicionado

En las tablas 7 y 8, se muestran los estudios de tiempo del área de acondicionado para suturas absorbibles naturales y absorbibles sintéticas.

Tabla 7: Producción en área de acondicionado-Sutura absorbible natural

ÁREA		ACONDICIONADO											Fecha		24/09/2012	
PROCESO		1											Hora Inicio		8:30am	
TIPO		SUTURA ABSORBIBLE NATURAL											Hora Fin		12:30pm	
PRODUCTO		CC														
Nº	NOMBRE TRAB	OPERAC	MAQUINA	NRO OBSERVACIONES								TPO	%	TPO	UNID/HR	TPO
				1	2	3	4	5	6	7	8					
1	Liz Landeo	Enrollar en soporte		0.40	0.32	0.57	0.33	0.35	0.35	0.18	0.18	0.34	1.13	0.38	158	0.32
2	Irma Suaña	Enrollar en soporte		0.20	0.20	0.17	0.30	0.25	0.32	0.25	0.25	0.24	1.13	0.27	219	
3	Mariana Vargas	Enrollar en soporte		0.40	0.23	0.27	0.23	0.27	0.32	0.20	0.27	0.27	1.13	0.31	194	
1	Liz Landeo	Contar suturas		0.05	0.05	0.03	0.03	0.02	0.05	0.05	0.03	0.04	1.13	0.04	1370	0.04
2	Irma Suaña	Contar suturas		0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.03	0.03	0.05	0.05	1.13	0.06	1062	
3	Mariana Vargas	Contar suturas		0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	1.13	0.01	4720	
1	Liz Landeo	Ensobrar con sachet alupol		0.05	0.03	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.04	1.13	0.05	1249	0.05
2	Irma Suaña	Ensobrar con sachet alupol		0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	1.13	0.04	1517	
3	Mariana Vargas	Ensobrar con sachet alupol		0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	1.13	0.05	1118	
1	Lila Sotomayor	Colocar en dispositivo (1x5)		0.08	0.12	0.10	0.13	0.08	0.18	0.15	0.12	0.12	1.13	0.14	442	0.14
2	Heidy Agurto	Colocar en dispositivo (1x5)		0.15	0.08	0.12	0.15	0.13	0.13	0.13	0.10	0.12	1.13	0.14	429	
1	María Magan	Llenar liquido (1x5)		0.08	0.12	0.10	0.10	0.12	0.12	0.10	0.10	0.11	1.13	0.12	506	0.12
2	Sandy Trujillo	Llenar liquido (1x5)		0.12	0.12	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.12	0.11	1.13	0.12	483	
1	Carmen Farfán	Sellar a pedal (1x5)		0.10	0.10	0.08	0.10	0.12	0.12	0.14	0.12	0.11	1.13	0.12	483	0.13
2	Susy Mamani	Sellar a pedal (1x5)		0.13	0.12	0.14	0.12	0.13	0.15	0.12	0.10	0.13	1.13	0.14	421	
1	Liz Landeo	Etiquetar sachet transparente		0.03	0.08	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.03	0.05	1.13	0.06	988	0.06
2	Irma Suaña	Etiquetar sachet transparente		0.03	0.07	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.03	0.05	1.13	0.05	1180	
3	Mariana Vargas	Etiquetar sachet transparente		0.05	0.04	0.04	0.07	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	1.13	0.05	1118	
1	Liz Landeo	Ensobrar con SGQ		0.03	0.05	0.03	0.13	0.03	0.02	0.05	0.07	0.05	1.13	0.06	1036	0.06
2	Irma Suaña	Ensobrar con SGQ		0.07	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.05	0.04	1.13	0.05	1249	
3	Mariana Vargas	Ensobrar con SGQ		0.05	0.05	0.08	0.03	0.07	0.08	0.05	0.05	0.06	1.13	0.06	923	
1	Liz Landeo	Contar		0.05	0.05	0.03	0.03	0.02	0.05	0.05	0.03	0.04	1.13	0.04	1370	0.04
2	Irma Suaña	Contar		0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.03	0.03	0.05	0.05	1.13	0.06	1062	
3	Mariana Vargas	Contar		0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	1.13	0.01	4720	
1	Shirley Cervantes	Sellar en continua		0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	1.13	0.01	4248	0.02
2	Renan Vegazo	Sellar en continua		0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	1.13	0.02	3034	
3	Graciela Orbeozo	Sellar en continua		0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	1.13	0.03	1931	
TOTAL MINUTOS PROCESO 1															0.97	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Producción en área de Acondicionado-Sutura absorbible sintética

ÁREA		ACONDICIONADO										Fecha		25/09/2012		
PROCESO		3										Hora Inicio		8:30am		
TIPO		SUTURA ABSORBIBLE SINTETICA										Hora Fin		12:30pm		
PRODUCTO		PGA, PDO, AG														
Nº	NOMBRE TRAB	OPERAC	MAQUINA	NRO OBSERVACIONES								TPO	%	TPO	UNID/HR	TPO PRO M
				1	2	3	4	5	6	7	8	PROM	SUPL	CAP	CAP	
1	Nancy Campos	Enrollar en soporte		0.39	0.19	0.28	0.29	0.30	0.32	0.35	0.33	0.31	1.13	0.35	173	0.31
2	Edith Tenor	Enrollar en soporte		0.21	0.25	0.23	0.23	0.25	0.21	0.21	0.23	1.13	0.25	236		
3	Luz Moreno	Enrollar en soporte		0.30	0.27	0.31	0.29	0.32	0.27	0.33	0.30	1.13	0.34	178		
1	Nancy Campos	Ensobrar con sachet alupol		0.02	0.05	0.07	0.02	0.02	0.05	0.05	0.04	0.04	1.13	0.05	1327	0.05
2	Edith Tenor	Ensobrar con sachet alupol		0.04	0.04	0.07	0.03	0.05	0.07	0.05	0.04	0.05	1.13	0.06	1089	
3	Luz Moreno	Ensobrar con sachet alupol		0.03	0.05	0.03	0.09	0.03	0.02	0.05	0.07	0.05	1.13	0.05	1148	
1	Nancy Campos	Etiquetar sachet alupol		0.09	0.07	0.05	0.07	0.10	0.08	0.07	0.08	0.08	1.13	0.09	696	0.09
2	Edith Tenor	Etiquetar sachet alupol		0.05	0.07	0.08	0.05	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	1.13	0.08	772	
3	Luz Moreno	Etiquetar sachet alupol		0.10	0.08	0.10	0.07	0.10	0.08	0.08	0.07	0.09	1.13	0.10	625	
1	Nancy Campos	Ensobrar con SGQ		0.03	0.02	0.05	0.05	0.05	0.07	0.04	0.02	0.04	1.13	0.05	1287	0.05
2	Edith Tenor	Ensobrar con SGQ		0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.07	0.04	0.09	0.05	1.13	0.06	988	
3	Luz Moreno	Ensobrar con SGQ		0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.03	0.05	1.13	0.05	1148	
1	Nancy Campos	Contar		0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	1.13	0.03	2259	0.03
2	Edith Tenor	Contar		0.04	0.02	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03	0.02	0.03	1.13	0.03	1770	
3	Luz Moreno	Contar		0.04	0.03	0.03	0.02	0.04	0.05	0.02	0.04	0.03	1.13	0.04	1597	
1	Shirley Cervantes	Sellar en continua		0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.03	1.13	0.04	1699	0.03
2	Renan Vegazo	Sellar en continua		0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	1.13	0.03	2236	
3	Graciela Orbezo	Sellar en continua		0.02	0.04	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	1.13	0.03	1770	
TOTAL MINUTOS PROCESO 2															0.57	

Fuente Elaboración propia

5.2.10 Estudio de Tiempos Área de Encajado

Finalmente, se muestran las tablas 9 y 10 los estudios de tiempo del área de encajado.

Tabla 9: Producción en área de encajado-Bolsa termoencogible

ÁREA		ENCAJADO										Fecha		25/10/2012				
PROCESO		1										Hora Inicio		8:30am				
TIPO		BOLSA TERMOENCOGIBLE										Hora Fin		12:30pm				
CLIENTE		SUTUREX - VITAL																
Nº	NOMBRE TRAB	OPERAC	MAQUINA	NRO OBSERVACIONES										TPO	%	TPO	UNID/HR	TPO
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROM	SUPL	CAP	CAP	PROM
1	Mariela Contreras	Contar paquetes (1x24)		0.55	0.42	0.60	0.48	0.77	0.63	0.89	0.90			0.66	1.13	0.74	81	0.84
2	Noemi Sandoval	Contar paquetes (1x24)		0.94	0.77	0.64	0.94	0.73	0.89	0.80	0.69			0.80	1.13	0.90	66	
3	Rosa Noriega	Contar paquetes (1x24)		0.61	0.90	0.73	0.89	0.70	0.86	0.81	0.72			0.78	1.13	0.88	68	
1	Mariela Contreras	Encajar (1x5)		0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05			0.05	1.13	0.05	1148	0.06
2	Noemi Sandoval	Encajar (1x5)		0.06	0.03	0.05	0.07	0.08	0.05	0.03	0.03			0.05	1.13	0.06	1062	
3	Rosa Noriega	Encajar (1x5)		0.07	0.07	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08	0.05			0.07	1.13	0.07	817	
1	Mariela Contreras	Colocar bolsa a caja (1x24)		0.32	0.28	0.40	0.30	0.40	0.17	0.22	0.17			0.28	1.13	0.32	188	0.32
2	Noemi Sandoval	Colocar bolsa a caja (1x24)		0.27	0.33	0.39	0.17	0.20	0.48	0.33	0.43			0.33	1.13	0.37	163	
3	Rosa Noriega	Colocar bolsa a caja (1x24)		0.23	0.22	0.25	0.22	0.29	0.29	0.23	0.28			0.25	1.13	0.28	211	
1	Mariela Contreras	Recortar puntas de bolsa (1x24)		0.07	0.08	0.17	0.10	0.17	0.22	0.07	0.12			0.13	1.13	0.14	425	0.11
2	Noemi Sandoval	Recortar puntas de bolsa (1x24)		0.07	0.05	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05			0.07	1.13	0.07	817	
3	Rosa Noriega	Recortar puntas de bolsa (1x24)		0.10	0.09	0.09	0.08	0.11	0.10	0.11	0.11			0.10	1.13	0.11	538	
1	Yeny Morales	Armar filas de cajas (1x24)		0.08	0.05	0.05	0.10	0.05	0.07	0.08	0.08			0.07	1.13	0.08	759	0.08
2	Kelly Canayo	Armar filas de cajas (1x24)		0.07	0.05	0.05	0.07	0.07	0.05	0.07	0.10			0.07	1.13	0.07	801	
1	Yeny Morales	Termoencoger LEVE - FILA (1x24x10)		0.12	0.12	0.14	0.10	0.09	0.11	0.13	0.12			0.12	1.13	0.13	457	0.12
2	Kelly Canayo	Termoencoger LEVE - FILA (1x24x10)		0.09	0.09	0.10	0.11	0.09	0.09	0.10	0.09			0.10	1.13	0.11	559	
1	Yeny Morales	Termoencoger CAJA x CAJA (1x24)		0.18	0.12	0.17	0.25	0.15	0.20	0.13	0.12			0.17	1.13	0.19	322	0.19
2	Kelly Canayo	Termoencoger CAJA x CAJA (1x24)		0.27	0.20	0.25	0.12	0.10	0.12	0.15	0.12			0.17	1.13	0.19	319	
1	Cristian Hernandez	Posicionar fila Producto Terminado (1x24)		0.05	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.08	0.05			0.06	1.13	0.07	867	0.08
2	Kelly Canayo	Posicionar fila Producto Terminado (1x24)		0.08	0.09	0.08	0.08	0.05	0.07	0.05	0.09			0.07	1.13	0.08	720	
1	Cristian Hernandez	Colocar en caja para embalar (1x24x5)		0.09	0.12	0.09	0.09	0.10	0.08	0.12	0.09			0.10	1.13	0.11	545	0.11
2	Kelly Canayo	Colocar en caja para embalar (1x24x5)		0.07	0.09	0.15	0.12	0.07	0.09	0.10	0.12			0.10	1.13	0.11	524	
TOTAL MINUTOS PROCESO 2																	1.91	

Fuente Elaboración propia

Tabla 10: Producción en área de encajado- Bobina Bob

ÁREA		ENCAJADO										Fecha		25/10/2012		
PROCESO		2										Hora Inicio		2:00pm		
TIPO		BOBINA BOB										Hora Fin		5:15pm		
CLIENTE		CIRUGIA PERUANA														
Nº	NOMBRE TRAB	OPERAC	MAQUINA	NRO OBSERVACIONES								TPO PROM	%	TPO SUPL	UNID/HR CAP	TPO PROM
				1	2	3	4	5	6	7	8					
1	Rosa Noriega	Contar paquetes (1x24)		0.51	0.94	0.73	0.59	0.81	0.96	0.94	0.83	0.79	1.13	0.89	67	0.85
2	Ana Mena	Contar paquetes (1x24)		0.81	0.80	0.71	0.89	0.94	0.54	0.56	0.51	0.72	1.13	0.81	74	
3	Erika Villegas	Contar paquetes (1x24)		0.59	0.89	0.74	0.58	0.70	0.98	0.85	0.63	0.75	1.13	0.84	71	
1	Rosa Noriega	Encajar (1x5)		0.04	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.05	0.05	1.13	0.06	1062	0.07
2	Ana Mena	Encajar (1x5)		0.08	0.05	0.09	0.09	0.08	0.08	0.10	0.09	0.08	1.13	0.09	644	
3	Erika Villegas	Encajar (1x5)		0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.07	0.04	0.05	0.05	1.13	0.05	1148	
1	Rosa Noriega	Armar filas de cajas (1x24)		0.05	0.13	0.10	0.07	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	1.13	0.10	616	0.07
2	Ana Mena	Armar filas de cajas (1x24)		0.04	0.05	0.05	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	1.13	0.05	1148	
3	Erika Villegas	Armar filas de cajas (1x24)		0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.09	0.05	0.05	1.13	0.06	1089	
1	Cristian Hernandez	Envolver caja con bobina Bob (1x24)		0.73	0.70	0.60	0.53	0.63	0.50	0.62	0.58	0.61	1.13	0.69	87	0.63
2	Mariela Contreras	Envolver caja con bobina Bob (1x24)		0.58	0.60	0.55	0.48	0.47	0.48	0.42	0.47	0.51	1.13	0.57	105	
1	Cristian Hernandez	Calentar unión (1 lado) (1x24)		0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	1.13	0.03	2236	0.03
2	Mariela Contreras	Calentar unión (1 lado) (1x24)		0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	1.13	0.02	2499	
1	Cristian Hernandez	Doblar puntas de bolsa (1x24)		0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	1.13	0.04	1517	0.04
2	Mariela Contreras	Doblar puntas de bolsa (1x24)		0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	1.13	0.05	1287	
1	Cristian Hernandez	Calentar extremos caja (1x24)		0.04	0.02	0.04	0.03	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	1.13	0.05	1327	0.05
2	Mariela Contreras	Calentar extremos caja (1x24)		0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.04	1.13	0.05	1249	
1	Cristian Hernandez	Posicionar fila Producto Terminado (1x24)		0.05	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.08	0.05	0.06	1.13	0.07	867	0.06
2	Mariela Contreras	Posicionar fila Producto Terminado (1x24)		0.04	0.05	0.04	0.03	0.05	0.07	0.05	0.09	0.05	1.13	0.06	1011	
1	Cristian Hernandez	Colocar en caja + embalar (1x24x5)		0.08	0.07	0.05	0.09	0.02	0.04	0.12	0.09	0.07	1.13	0.08	759	0.10
2	Mariela Contreras	Colocar en caja + embalar (1x24x5)		0.07	0.09	0.15	0.12	0.07	0.09	0.10	0.12	0.10	1.13	0.11	524	
TOTAL MINUTOS PROCESO 2															1.89	

Fuente Elaboración propia

5.2.11 Análisis del proceso de producción de suturas

5.2.11.1 Área de engaste

- Sutura absorbible natural

El número de unidades producidas por hora para la operación de unir hebra + aguja con pegamento, en el área de engaste, en promedio es de 552unid./hr., el cual a diferencia de las otras operaciones demora más, la mano de obra utilizada en esta operación no es tan eficiente; por otro lado, la operación de jalar e inspeccionar genera mayores unidades por hora, con un promedio de 3320 unid./hr, lo cual indica que en el área de engaste de sutura absorbible natural la productividad de mano de obra es más eficiente en esta operación, ya que la operación se realiza en poco tiempo generando el producto en mayor cantidad.

- Sutura no absorbible

En este caso, la operación de unir hebra + aguja con pegamento, es la que produce menos producto, con un promedio de 506 unid./hr., con un tiempo promedio de 0.13min para producir una unidad; en cambio la operación que presenta mayor productividad es la de jalar e inspeccionar, que genera en promedio 3708unid/hr, demorando en cada unidad un tiempo promedio de 0.02min, esto quiere decir que existe mayor productividad de mano de obra en esta operación porque se obtiene más producto en menor tiempo.

5.2.11.2 Área de acondicionado

- Sutura absorbible natural

La operación que genera menos unidades por hora es la de enrollar en soporte, con un promedio en su capacidad de 190unid/hr, y 0.32min en promedio para producir una unidad; la operación que genera mayor productividad es la de *sellar en continua*, con una capacidad de producción promedio de 3037unid/hr, y 0.02 min en promedio para culminar la operación con una unidad, esto debido a que esta operación tiene menor

complejidad en realizarse, y por lo tanto la productividad de la mano de obra es más eficiente.

- **Sutura absorbible sintética**

La operación de enrollar en soporte es la que genera menor capacidad, con un promedio de 195unid/hr, con un tiempo promedio de producción por unidad de 0.31min, a diferencia de la operación de sellar en continua que produce una unidad en menos tiempo (0.03min), y por lo tanto su capacidad promedio de producción es de 1901unid/hr, existiendo mayor eficiencia en la productividad de la mano de obra; la operación de contar también cuenta con una capacidad de producción alta , siendo esta en promedio de 1875unid/hr, produciendo una unidad en un tiempo promedio de 0.03min.

5.2.11.3 Área de encajado

- **Bolsa termoencogible**

La operación de contar paquetes (*1x24*), es la que genera menor capacidad en su producción, siendo esta en promedio de 71unid/hr y la operación que genera mayor capacidad en su producción es la de *encajar* (*1x25*), con un promedio de 1009unid/hr, que a su vez requiere menos tiempo por unidad, mostrando mayor eficiencia a diferencia de las otras operaciones mostradas en la Tabla N^o9.

- **Bobina Bob**

Aquí igual que en el anterior caso, la operación que produce menos es la de cortar paquetes(*1x24*), con un promedio en su capacidad de producción de 70 unid/hr, y la de mayor capacidad de producción es la operación de calentar unión (1lado) (*1x24*), con una capacidad promedio de 2367unid/hr, esta a su vez requiere menos tiempo para obtener el sub-producto, esto muestra que existe mayor eficiencia en la productividad de la mano de obra en esta operación, al ser solo dos los operarios encargados.

5.2.12 Análisis de los Perfiles de Puestos del Personal de Producción

- Puesto de supervisor de producción y plásticos; este puesto implica bastante comunicación con el personal a cargo, para llevar a cabo las actividades respectivas de manera excelente, por lo que las habilidades requeridas para este puesto son las ya mencionadas y una de las más relevantes la tolerancia a la presión, ya que las actividades realizadas por el encargado requieren mucha concentración en cada etapa a supervisar y a la vez supervisar los equipos de cada área de producción y plásticos, lo cual se debe realizar con cautela, para no intervenir innecesariamente cuando la producción este en marcha. Los conocimientos para este puesto son netamente relacionados al área de ingeniería, ya que un profesional ingeniero es el más adecuado para llevar a cabo este tipo de labores.
- Puesto de operario de producción y plásticos; las personas que trabajan en este puesto tienen como principal función conocer los procedimientos e instructivos generados para cada actividad y proceso, los cuales se deben realizar según los procedimientos de trabajo dados por la empresa, así como también cumplir todas las normas de Buenas Prácticas de Manufactura. El conocimiento que requiere un operario es solo de procesos de producción, esto se podría complementar con conocimiento de Buenas prácticas de manufactura, para solo darles un breve instructivo del tema cuando ingresen a trabajar.

5.2.13 Análisis de mermas en el proceso de producción

Para analizar la situación actual de la empresa es necesario identificar todas las causas que no permiten incrementar la productividad en la planta de suturas y dispositivos médicos, para esto se elaboró una Matriz de frecuencia de mermas (tomando datos de la frecuencia diaria de los diferentes tipos de merma eligiendo 12 días aleatoriamente durante un mes), mostrado en la tabla 11, en la cual se pueden observar los diferentes tipos de mermas y el promedio de la frecuencia diaria, el principal problema que genera una baja productividad es el exceso de desperdicio de etiquetas y soporte, en la cual se generan más cantidad de merma a diferencia de otras áreas, estas mermas representan gastos innecesarios para la empresa

Tabla 11: Matriz de frecuencia por tipo de merma

TIPO DE MERMA	Frecuencia	Acumulado	%
MERMAS DE ETIQUETAS	16	16	38%
MERMAS DE SOPORTES	12	28	67%
MERMAS DE SGQ	3.5	31.5	75%
MERMAS DE AGUJAS	3	34.5	82%
MERMAS DE SOBRE DE ALUPOL	2.5	37	88%
MERMAS DE SF4	2	39	93%
MERMAS DE HEBRAS	2	41	98%
MERMAS DE INSERTOS	1	42	100%
	42		

Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida con la tabla 11, se elaboró un diagrama Pareto de la matriz de frecuencia por tipo de merma para tener una mejor visión de los datos.

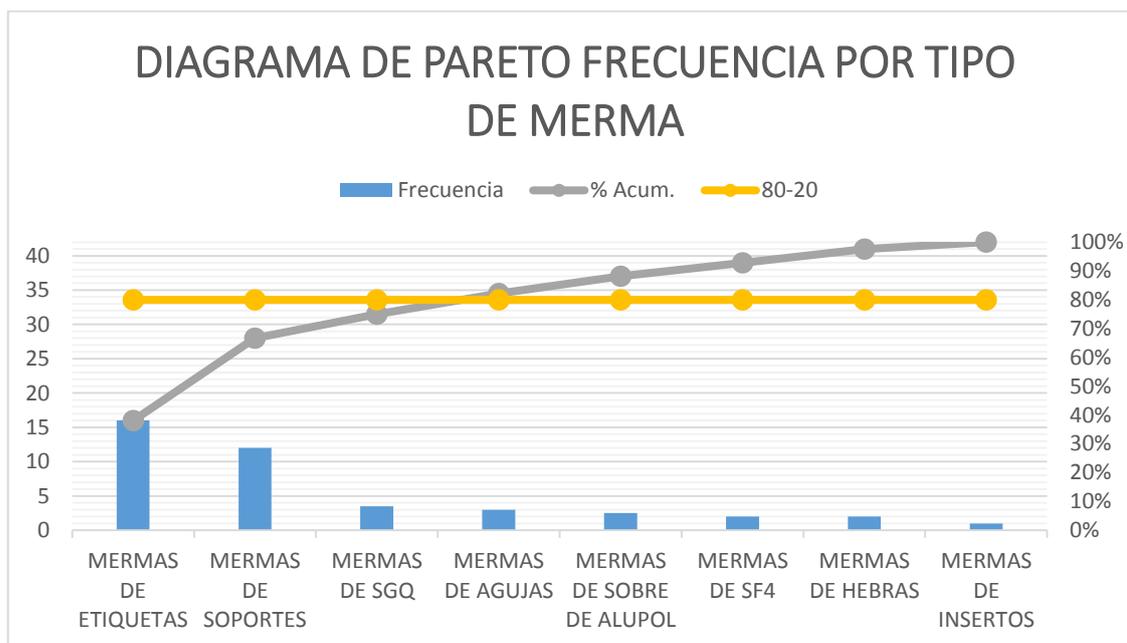


Figura 11: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Para analizar estos dos tipos de merma es necesario identificar todas las causas que no permiten aumentar la productividad de las áreas de etiquetas y acondicionado, para esto se elaboró un Diagrama de Ishikawa (Diagrama de espina de pescado), mostrado en las Figuras 12 y 13, en el cual se pueden observar las diferentes causas

de la baja productividad; el principal problema que genera una baja productividad es el exceso de desperdicio de etiquetas y soporte, en la cual se generan más cantidad de merma a diferencia de otras áreas, estas mermas representan gastos innecesarios para la empresa.

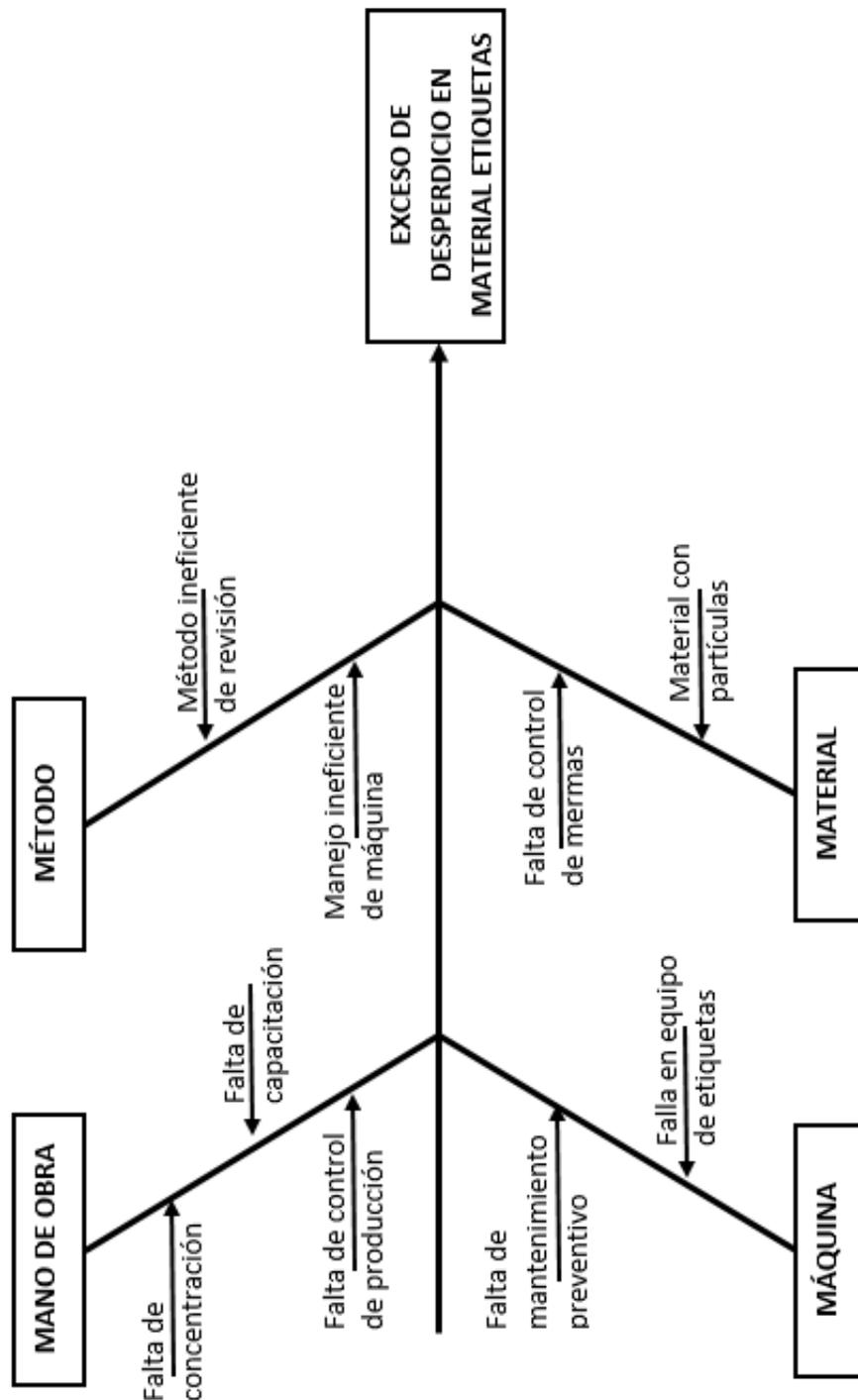


Figura 12: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

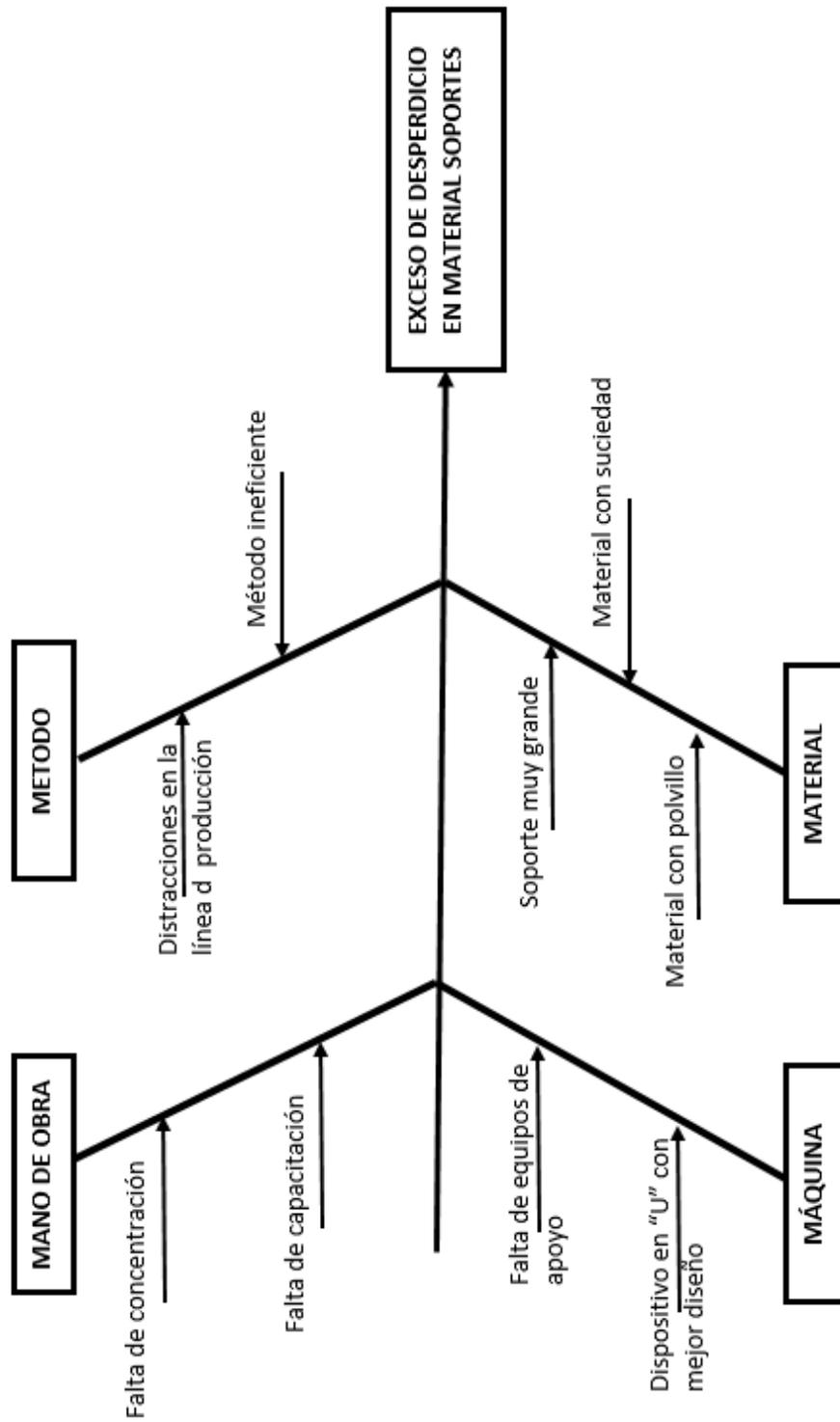


Figura 13: Diagrama de Ishikawa
 Fuente: Elaboración propia

5.2.14 Resumen del Análisis

- Se puede indicar a partir de las tablas anteriores que en el área de engaste y en el área de encajado existe mejor productividad; en el área de engaste donde se observa esto es para la sutura no absorbible, ya que esta se realiza en un tiempo total de 3hr15min, con un total de 21 operarios; para el área de encajado-bobina de bob, se requiere de 3hr15min para culminar el proceso productivo, con 11 operarios trabajando, estos procesos manejan de manera eficiente la mano de obra en un tiempo adecuado. Por lo que sería un desperdicio de recursos tratar de optimizar estas áreas.
- En general para los perfiles de puesto del personal de producción, cumplen con los requisitos necesarios para realizar las labores establecidas para cada uno, se mencionan las habilidades necesarias y conocimientos para poder tener el puesto correspondiente, pero no estaría de más indicar que para el puesto de operario y plásticos, los postulantes tengan un poco más de conocimientos como ya ha sido mencionado, las normas de Buenas Prácticas de manufactura, que sería un buen complemento para no gastar mucho tiempo en capacitación sobre este tema.
- Luego de analizar los procesos con las herramientas de Ingeniería Industrial como el DOP y el diagrama Ishikawa, observamos que hay dos áreas en donde se identificaron una mayor cantidad de frecuencia de desperdicios, que son las áreas de etiquetado y acondicionado. Dando como resultado de todo el análisis en las diferentes áreas de la planta que se debe realizar mejoras en los procesos de etiquetado y acondicionado, buscando optimizar los recursos tanto de mano de obra como de materia prima.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN

6.1 Propuesta para el área de etiquetado

6.1.1 Propuesta de Control de Impresión de etiquetas y mermas

DECISIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE MERMAS Y CONTROL DEL NÚMERO DE IMPRESIONES

Objetivo:

Reducir las mermas del área y mejorar la productividad de mano de obra estableciendo un control de mermas diario mediante el llenado de un formato de impresiones y mermas para luego hacer el análisis de datos mediante los indicadores correspondientes.

Alcance

Se aplica a todos los productos a ser rotulados y al personal del área de etiquetas.

Responsables

RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN: SUPERVISOR Y/O
ENCARGADO DEL ÁREA

RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN: JEFE DEL PLANTA

Frecuencia

Diario

Referencias

BPM (Buenas Prácticas de Manufactura)

Definiciones

- Etiqueta Inmediata. - Etiqueta que va en el empaque o sobre del producto sea: suturas, Bioseal, Aerocámaras, esponjas, mallas, etc.)
- Etiqueta Mediata. - Etiqueta que va en la caja que contiene uno o un grupo de productos.
- PCHA. - Plancha (Hoja adhesiva de 20 x 23.3)

- ETQA. - Etiqueta (1 etiqueta de las 24, 8, 4 o 9 que contiene una plancha)
- Unidad usada para el control de mermas: Una plancha (Hoja adhesiva de 20x23.3), de tener una cantidad menor a una plancha como merma, se hará la fracción respectiva.

DESCRIPCIÓN

ANÁLISIS DE DATOS

ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN MEDIANTE LOS CUALES SE PUEDEN DETECTAR MEJORAS

- Trabajadores del área
- Auditorias
- Registro de Control de mermas diario
- Registro del número de impresiones diario

DESCRIPCIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA QUE SE NECESITA IMPLEMENTAR Y EL ÁREA O PROCESO AL QUE PERTENECE.

Se necesita implementar el control diario de las mermas y la impresión para poder saber qué porcentaje de mermas con respecto a la Impresión diaria se está obteniendo y cuáles son las causas más frecuentes que hacen que se generen mermas para luego con esta información poder tomar planes de acción para eliminar o mitigar esta causa. Esta mejora pertenecerá solo al área de etiquetas por el momento.

IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS POR LAS CUALES SE REQUIERE IMPLEMENTAR LA MEJORA

Pérdida de tiempo y dinero en el proceso debido a las mermas.

Se identificaron 3 tipos de causas que hacen que se generen mermas en el área:

1. Diseño: Se refiere al error originado por el operario en cuanto a la información que le corresponde al rótulo (lote, fecha, cliente, etc.) o colocar una plancha del color que no corresponde, etc.
2. Máquina: se refiere al error originado por la impresora y sus componentes (tinta, rodillos, tóner, etc.)
3. Proveedor: Se refiere al error originado por la mala calidad en el troquelado de la plancha y/o espesor de la misma, así como el error que vienen de procesos anteriores (incorrecta dispensación, no dieron especificaciones del arte correctas, etc.)

DECISIÓN DE MEJORA:

Antes de implementar la mejora evaluamos la posibilidad de la implementación valorando su complejidad y beneficio según las siguientes tablas:

Complejidad y Beneficio

Descripción	Puntaje
Muy complejo	1
Medianamente complejo	3
Poco complejo	5

Descripción	Puntaje
Alto beneficio	8
Beneficio medio	4
Poco beneficio	1

Complejidad = 3.

Beneficio = 8

Usando la formula COMPLEJIDAD X BENEFICIO obtenemos un puntaje de $3 \times 8 = 24$. Como el resultado es mayor a 20 significa que si podemos priorizar esta mejora.

PLAN DE MEJORAS PRIORIZADAS

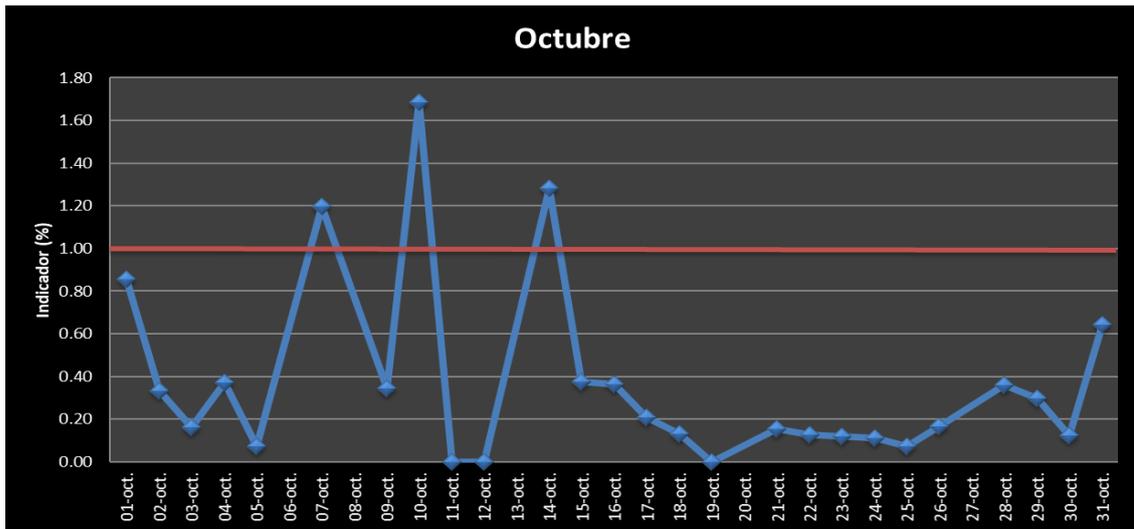
LISTADO DE RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA.

- Una computadora
- Formatos de control de producción (virtual y físico) y control de mermas (virtual)
- Calculadora

Indicador merma < 1% - Aceptable

Indicador merma > 1% - tomar acción

Tabla 14: Indicadores de Merma



Fuente: Elaboración propia

Se observa a partir de la segunda quincena ya no se sobrepasó el límite máximo.

Se recomienda más atención y concentración en la edición de artes.

Preparamos un diagrama de Pareto, en la tabla 15 y figura 14, para atacar la causa de mayo importancia:

Tabla 15: Causas de merma

CAUSA	FRECUENCIA	% ACUM.		80-20
DISEÑO	82	56%	82	80%
PROVEEDOR	46	88%	128	80%
MAQUINA	18	100%	146	80%

Fuente: Elaboración propia

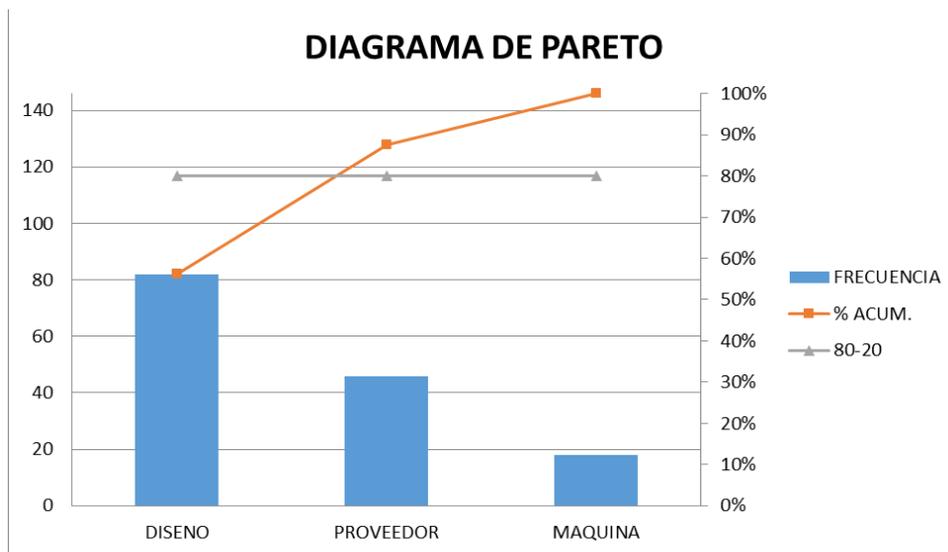


Figura 14: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

Luego de analizar el diagrama de Pareto se propone un nuevo procedimiento para mejorar la atención y concentración en la edición de artes y optimizar el tiempo de revisión visual:

6.1.2 Propuesta de optimización en la operación revisión de artes

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS, DECISIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE LA OPERACIÓN REVISIÓN DE ARTES

OBJETIVO

Facilitar y estandarizar la operación revisión de artes en la tarea de edición de Artes

ALCANCE

Aplica a todos los Artes a ser editados y al personal del área de etiquetas.

RESPONSABLES

Responsable de la ejecución : Supervisor de Producción

Responsable de la supervisión : Supervisor y/o Jefe de Producción

FRECUENCIA

Cada vez que se quiera imprimir una etiqueta.

DEFINICIONES

Arte: Diseño o modelo que será impreso en la etiqueta de determinado producto.

DESCRIPCIÓN

ANÁLISIS DE DATOS

SE ANALIZAN LAS FUENTES DE INFORMACIÓN MEDIANTE LOS CUALES SE PUEDEN DETECTAR MEJORAS

Desempeño de las Operaciones.

SE DESCRIBEN LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA QUE SE NECESITA IMPLEMENTAR Y EL ÁREA O PROCESO AL QUE PERTENECE.

La oportunidad de mejora que se necesita implementar es diseñar un método más eficiente para la revisión de Artes en el Área de Etiquetas.

SE IDENTIFICAN LAS CAUSAS POR LAS CUALES SE REQUIERE IMPLEMENTAR LA MEJORA

Las causas principales por las cuales se requiere implementar esta mejora es que la operación revisión del Arte en el proceso de Impresión de etiquetas es crítico ya que no solo es una de las operaciones en las cuales se tiene que tener mucha concentración y cuidado sino también porque de no realizarse correctamente puede generar mermas. Otro motivo por el cual se requiere implementar esta mejora es la estandarización de la operación.

DISEÑO DE LA MEJORA

La propuesta supone dividir el arte en 3 sectores imaginarios para su correcta revisión (ver figura 15).



Figura 15: División del Arte en 3 Sectores

Fuente: Elaboración propia

Para la revisión el procedimiento será el siguiente: Revisar sector por sector en orden, dirigiendo la vista de arriba hacia debajo de forma pausada y revisando todos los campos variables del arte, como se muestra en la figura 16.

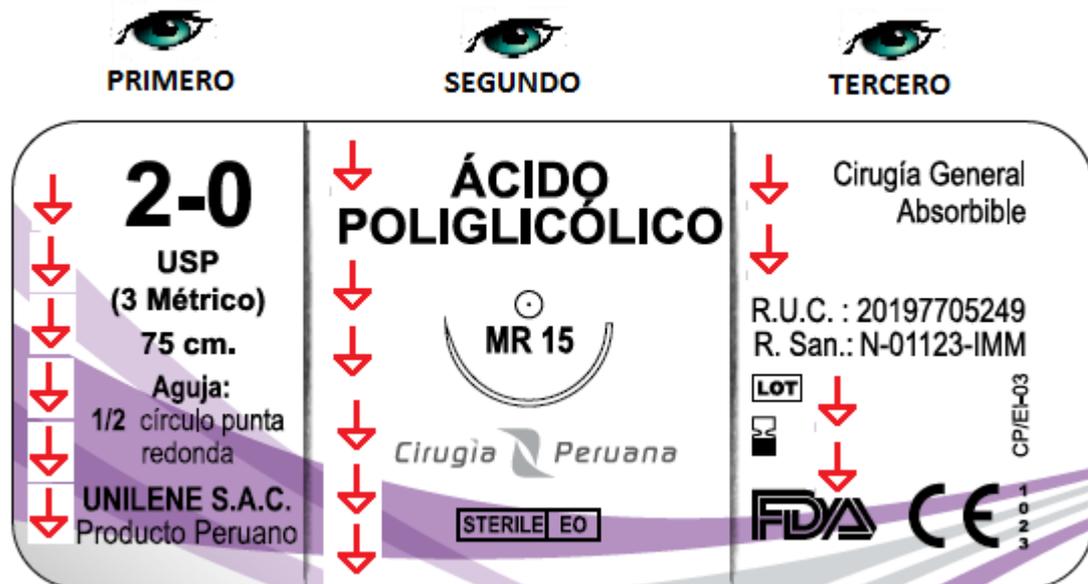


Figura 16: Campos variables del arte

Fuente: Elaboración propia

Aunque parezca algo simple, este método será de gran ayuda para la disminución de errores y tiempo. Debido a que los operarios ya tendrán un lugar definido por donde pasar la mirada y no mirarán el Arte por partes, primero una esquina y luego la otra y luego al medio, esto ocasiona una pérdida de tiempo y más cansancio de la vista. Y otra ventaja de este método es que la operación quedará estandarizada y ayudará a que el estudio de tiempos sea más fácil de realizar. En la figura 17 se detallan todos los campos a revisar ubicados en la etiqueta.

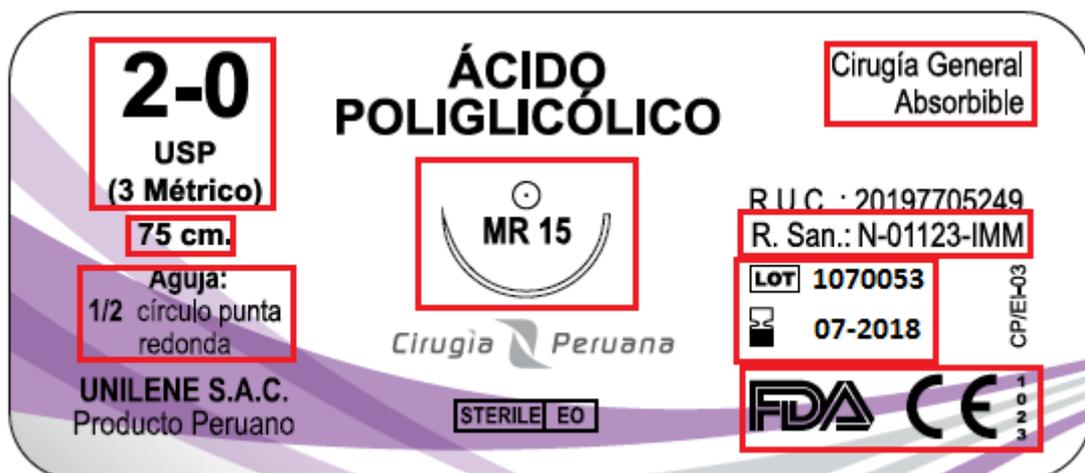


Figura 17: Campos a observar

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se observan todos los campos que tiene que verificar el operario en la revisión del arte.

Tabla 16: Observación del Campo

Se tiene que verificar que:	Dibujo
El USP de la hebra sea el correcto y coincida con el métrico	
Longitud de la Hebra	
La aguja sea la correcta	
El tamaño del dibujo de la aguja sea el correcto y la aguja corresponda a la descripción (MR15)	
Sea absorbible o no absorbible de acuerdo al tipo de sutura	
El registro sanitario sea el correcto de acuerdo al cliente	
Lote y fecha de expire sean los correctos	
Vayan a o no los logos de acuerdo al cliente	
En caso el cliente lo requiera que el Arte contenga el Rotulado especificado por el cliente	DIRECCION REGIONAL DE SALUD - SAN MARTIN SISMED LP N° 001/05
Si es OT que tenga el código en la parte izquierda de la etiqueta	A120

Fuente: Elaboración propia

Nota: Es muy importante ver las especificaciones del cliente en el Giulietta para saber que otros campos deben ir en el Arte.

DECISIÓN DE MEJORA

SE EVALÚAN LAS ACCIONES DE MEJORA A REALIZAR

Se calcula la posibilidad de la implementación valorando su complejidad y beneficio según las siguientes tablas:

Descripción	Puntaje
Muy complejo	1
Medianamente complejo	3
Poco complejo	5

Descripción	Puntaje
Alto beneficio	8
Beneficio medio	4
Poco beneficio	1

Complejidad: Poco complejo = 5

Beneficio: Beneficio medio = 4

EL RESULTADO FINAL RESULTA DE COMPLEJIDAD X BENEFICIO

Resultado = $5 \times 4 = 20$

Las acciones de mejora que priorizará su implementación son aquellas cuyo resultado sea igual o mayor a 20.

Por ser mayor a 20 esta mejora se puede priorizar.

PLAN DE MEJORAS PRIORIZADAS

SE ESTABLECEN RESPONSABLES DE LA IMPLEMENTACIÓN.

Responsable de la ejecución : Supervisor de Producción

Responsable de la supervisión : Supervisor y/o Jefe de Producción

6.1.2.1 Resultados de propuesta Optimización en revisión de artes

En las tablas 17, 18, 19 y 20 se muestran los indicadores de control en los meses siguientes de la implementación de las mejoras:

Tabla 17: Control del Número Impresiones Diarias (noviembre)

EMPRESA UNILENE														
CONTROL DEL NUMERO DE IMPRESIONES DIARIO														
ARTICULO: ETIQUETAS				VERSION: 2				METODO: CantidadUNIDADES Plancha[PCHA], Etiqueta[ETQA]						
FECHA	Nombre	Inmediata		Mediata		Sin Troquelar	Pedidos	Producción Total(ETQA)	Impresión en planchas	Productividad individual	Unidad	Impresión total (PCHA)	Productividad del área	Unidad
		PCHA	ETQA	PCHA	ETQA	PCHA								
RESUMEN DEL MES														
PRIMERA QUINCENA	DENISE	13046	0	2619	7	502	251	509986	16167.88	158	PCHA/Hr	24576.67	120	PCHA/Hr
	NANCY	6747	298	1625	195	0	274		8408.79	82				
NOV.	DENISE	24518	24	5451	83	557	481	902652	30537.38	137	PCHA/Hr	43453.38	97	PCHA/Hr
		NANCY	10376	906	2458	354	0		571	12916.00				
							Total Pedidos	1052						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Control de Mermas Diario (noviembre)

EMPRESA UNILENE											
CONTROL DE MERMAS DIARIO											
ARTICULO: ETIQUETAS			VERSION: 2			METODO: DIARIO				UNIDAD DE MEDIDA: ETIQUETA	
FECHA	POR DISEÑO	POR MAQUINA	POR PROVEEDOR	TOTAL	INDICADOR PRODvsMER						
RESUMEN DEL MES											
QUINCENA	26.42	56%	10.79	23%	11.8	25%	46.89	0.19			
NOVIEMBRE	31.22	44%	17.79	25%	21.925	31%	70.94	0.16			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Control del Número Impresiones Diarias (diciembre)

EMPRESA UNILENE																
CONTROL DEL NUMERO DE IMPRESIONES DIARIO																
ARTICULO: ETIQUETAS				VERSION: 2				METODO: CantidadUNIDADES Plancha[PCHA], Etiqueta[ETQA]								
FECHA	Nombre	Inmediata		Mediata		Sin Troquelar	Acero	Carrete		Pedidos	Impresión en planchas	Productividad individual	Unidad	Impresión total (PCHA)	Productividad del área	Unidad
		PCHA	ETQA	PCHA	ETQA	PCHA		Inm.	Med.							
RESUMEN DEL MES																
PRIMERA QUINCENA	DENISE	8155	27	1387	12	50	0	0	0	198	9594.63	103	PCHA/Hr	16060.88	91	PCHA/Hr
	NANCY	4968	150	1492	0	0	0	0	139	6466.25	89					
DIC	DENISE	15611	63	3218	242	68	0	0	0	398	18929.88	102	PCHA/Hr	36703.71	104	PCHA/Hr
		NANCY	14401	563	3323	211	0	0	0	339	17773.83	122				
										Total pedidos	737					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Control de Mermas Diario (diciembre)

EMPRESA UNILENE									
CONTROL DE MERMAS DIARIO									
ARTICULO: ETIQUETAS			VERSIÓN: 2						
METODO: DIARIO			UNIDAD DE MEDIDA: ETIQUETA						
FECHA	POR DISEÑO		POR MAQUINA		POR PROVEEDOR		TOTAL	INDICADOR PRODvsMER	
RESUMEN DEL MES									
QUINCENA	12.25	54%	3	13%	7.33	32%	22.58	0.14	
DICIEMBRE	34.8	71%	6	12%	8.54	17%	49.34	0.13	

Fuente: Elaboración propia

Luego de los 3 primeros meses de piloto, se implementa oficialmente la mejora de los indicadores. A continuación se muestran los resultados del primer semestre del 2014 (ver tabla 21 y figuras 18 - 19):

Tabla 21: Indicadores de Merma Por Tipo

INDICADOR DE % DE MERMA POR TIPO									
MES	DISEÑO		MÁQUINA		PROVEEDOR		TOTAL MER.	TOTAL IMP.	INDICADOR
OCTUBRE	84.92	57%	17.54	12%	45.68	31%	148.14	42,042.92	0.35%
NOVIEMBRE	31.22	44%	17.79	25%	21.93	31%	70.94	43,453.38	0.16%
DICIEMBRE	34.8	71%	6	12%	8.54	17%	49.34	36,703.71	0.13%
ENERO	18	63%	0	0%	10.5	37%	28.5	37,719.54	0.08%
FEBRERO	20	47%	3	7%	20	47%	43	48,459.71	0.09%
MARZO	15	75%	4	20%	1	5%	20	51,575.08	0.04%
ABRIL	1	1%	3	4%	8	94%	12	39,779.83	0.03%
MAYO	16.25	51%	1	3%	14.33	45%	31.58	53,009.58	0.06%
JUNIO	5.67	8%	4	80%	8	12%	17.67	54,432.75	0.03%

Fuente: Elaboración propia

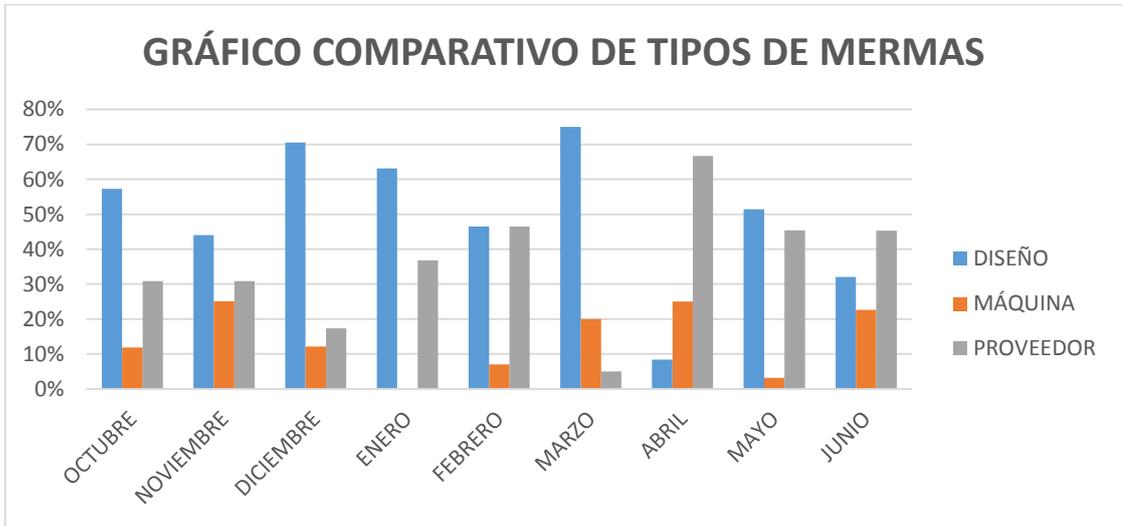


Figura 18: Gráfico Comparativo de Tipos de Merma

Fuente: Elaboración propia

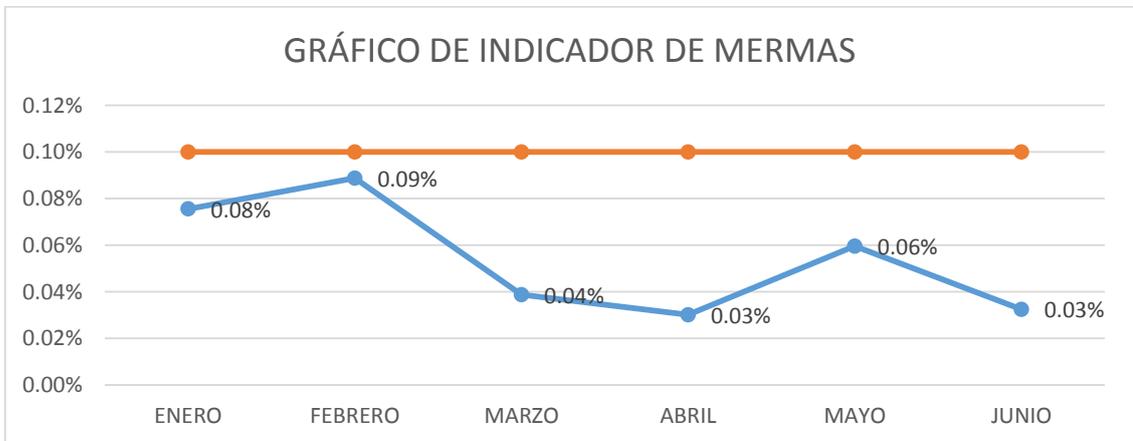


Figura 19: Gráfico de Indicador de Mermas

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 y figura 20 se muestra un resumen del mes de enero a junio de la productividad del área de etiquetas.

Tabla 22: Indicador de Productividad en área de etiquetas

INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD EN AREA DE ETIQUETAS				
MES	PLANCHAS IMPRESAS	HORAS TRABAJADAS	PRODUCTIVIDAD	UNIDAD
ENERO	37719.54	419	90	PCHA/Hr
FEBRERO	48459.71	409	118	PCHA/Hr
MARZO	51575.08	446	116	PCHA/Hr
ABRIL	39779.83	372	107	PCHA/Hr
MAYO	53009.58	409	130	PCHA/Hr
JUNIO	54432.75	372	146	PCHA/Hr

Fuente: Elaboración propia

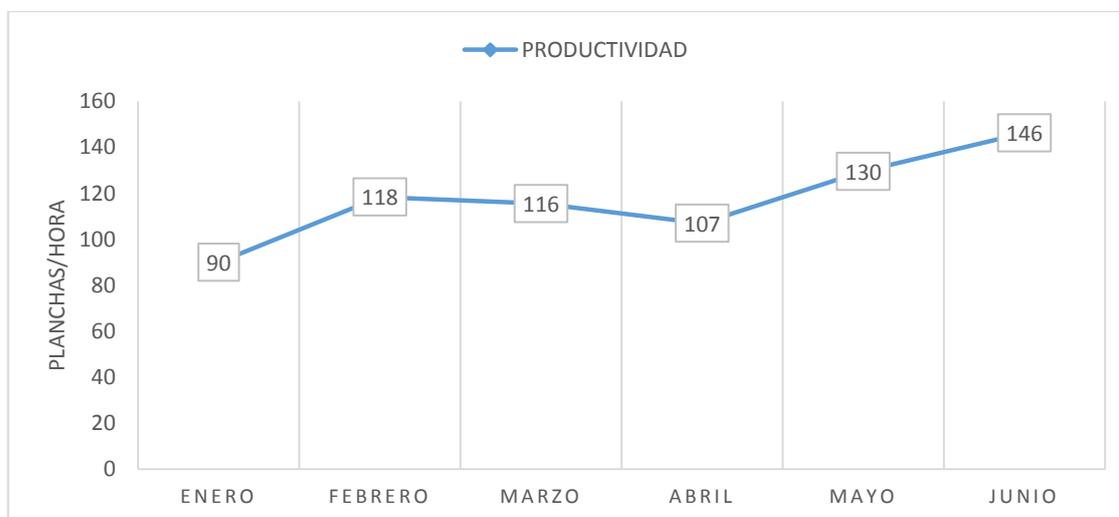


Figura 20: Gráfico de Nivel de Productividad

Fuente: Elaboración propia

Luego del análisis de los resultados pasamos a realizar los cálculos del ahorro obtenido con la reducción de la merma de etiquetas. Todos los datos usados y las formulas aplicada se muestran en las tablas 23 y 24.

Tabla 23: Ahorro por reducción de merma de etiquetas

Total impresiones oct-jun (12)	407,176.51
Extrapolación a 12 meses	542902.01
Indicador ahorro por merma	0.32%
Ahorro anual en planchas	1736.70
Costo por resma	\$50
Costo por plancha	\$0.03
Ahorro anual en \$	\$57.89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Indicador de tiempo de ciclo en el área de etiquetas

INDICADOR DE TIEMPO DE CICLO					
MES	TOTAL MER.	TOTAL IMP.	INDICADOR	Suturas/hora	Minutos/Sutura
OCTUBRE	148.14	42,042.92	0.35%	3688.93	0.016
NOVIEMBRE	70.94	43,453.38	0.16%	3812.68	0.016
DICIEMBRE	49.34	36,703.71	0.13%	3220.45	0.019
ENERO	28.50	37,719.54	0.08%	3309.59	0.018
FEBRERO	43.00	48,459.71	0.09%	4251.95	0.014
MARZO	20.00	51,575.08	0.04%	4525.30	0.013
ABRIL	12.00	39779.83	0.03%	3490.36	0.017
MAYO	31.58	53009.58	0.06%	4651.16	0.013
JUNIO	17.67	54432.75	0.03%	4776.03	0.013

Fuente: Elaboración propia

Suturas por hora_i

$$= ((\text{Impresiones al mes} \times 0.85 \times 0.8 \times \text{Sut. Pcha}) \div \text{dias al mes}) \div \text{horas al día}$$

$$\text{Productividad actual} = 3688.03 \frac{\text{Suturas}}{\text{Hora}}$$

$$\text{Productividad mejorada} = 4776.03 \frac{\text{Suturas}}{\text{Hora}}$$

$$\Delta \text{Productividad} = \left(\frac{Pv \text{ Mejorada}}{Pv \text{ actual}} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{4776.03}{3688.93} - 1 \right) \times 100 = 29.46\%$$

Se obtiene un incremento de la productividad de 29.46% en el área de etiquetas.

6.2 Propuesta para el área de acondicionado

6.2.1 Propuesta de automatización en conteo de suturas

La producción a gran escala involucra tareas repetitivas, donde se debe mantener un conjunto de magnitudes dentro de márgenes preestablecidos. La aplicación de los dispositivos electromecánicos y electrónicos en el área industrial permite automatizar las tareas repetitivas de manera eficaz.

Actualmente la empresa UNILENE cuenta con un sistema manual de conteo de suturas, lo que ocasiona varias fallas en el proceso de producción debido a un mal conteo en la cantidad de productos de la orden. Es necesario puntualizar que la actividad de conteo de suturas inicialmente se realizaba de forma manual mediante tablas de contar y que las actividades de conteo se desarrollaban en un solo punto de la planta para evitar desplazamientos innecesarios.

Para llevar un mejor control del inventario de suturas se propone desarrollar la automatización del proceso de conteo de suturas, haciendo uso de la tecnología y dispositivos especiales como un sensor fotoeléctrico, y de esta manera mantener un margen de error bajo en este proceso.

6.2.1.1 Ventajas de la automatización de conteo

La automatización de conteo implica la aplicación automática para controlar los procesos industriales, y llevar un adecuado control de los inventarios ya sea de la materia prima o del producto

- Disminución de costos laborales.
- Reducción de pérdida de inventario.
- Precisión en la cantidad de producto obtenido.
- Mejor control de calidad.
- Mayor eficiencia en el proceso.
- Incremento de la productividad.
- Ventaja competitiva

- Reducción de costos por consumo de energía

6.2.1.2 Desventajas de la automatización de conteo

- Se requiere coste inicial de inversión elevado
- Incremento de capital para el mantenimiento del aparato automatizado
- Incremento de capital para posibles reparaciones del aparato automatizado.
- Pérdida de tiempo en caso de falla del aparato automatizado.
- Ausencia de personal capacitado o que pueda ser entrenado satisfactoriamente en estas nuevas tecnologías

6.2.1.3 Sensor fotoeléctrico

Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que “ve” la luz generada por el emisor. Todos los diferentes modos de censado se basan en este principio de funcionamiento. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas. Los sensores de luz se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. Un sensor de luz incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica y puede incluir electrónica para condicionamiento de la señal, compensación y formateo de la señal de salida. (OPTEX FA, 2017)

El sensor a utilizar será el de la empresa OPTEX-FA, de la serie FGS-D, este sensor emite un haz de luz dirigido sobre el objetivo sometido a detección, el cual de acuerdo a sus características reflejará la luz emitida al sensor variando de ángulo y comparándose con el valor de

ángulo de luz programado. En condiciones normales y sin el objeto que intercepte el haz de luz, hará que el sensor calcule la distancia entre la superficie de fondo (faja transportadora), entonces el ángulo de luz incidirá sobre el elemento receptor en el interior del sensor de manera que al estar sin producto el sensor detecta a la superficie de fondo. Al presentarse un objeto sobre la superficie de fondo, el ángulo de incidencia calculado cambiará y por consiguiente el haz de luz no retornará al elemento receptor y con ello se activará la salida del sensor como indicativo de que algún objeto ha sido detectado, este sensor presenta las siguientes características:

- PSD (Dispositivo de detección de posición) de alto grado.
- Usado en sistemas FGS (supresión de primer plano).
Ideal para detectar objetos delgados en una faja transportadora, etc.
- Los sensores FGS supresión de primer plano son capaces de detectar en superficies negras y ásperas gracias a su elemento detector PSD.
- Con este sensor es posible detectar un objeto que es áspero de 3mm a una distancia de 100mm.
- Resistencia al golpe de 100g para usos pesados (ver figura 21, 22, 23).

		FGS - D series		BGS - D series	
		100mm de distancia	250mm de distancia	100mm de distancia	300mm de distancia
Tipo de cable	NPN	FGS - D10N	FGS - D25N	BGS - D10N	BGS - D30N
	PNP	FGS - D10P	FGS - D25P	BGS - D10P	BGS - D30P
Tipo de conector	NPN	FGS - D10CN	FGS - D25CN	BGS - D10CN	BGS - D30CN
	PNP	FGS - D10CP	FGS - D25CP	BGS - D10CP	BGS - D30CP
Tamaño del haz de luz proyectada		φ 4mm at 100mm	φ 11mm at 300mm	φ 4mm at 100mm	φ 11mm at 300mm
Rango de detección		80 ± 20 mm	100 - 250 mm	50 - 100 mm	100 - 300 mm
Fuente de luz		LED rojo			
Tiempo de respuesta		2.5msec Max			
Ajuste de sensibilidad		Ajuste digital			
Histéresis		3%	10%	3%	10%
Display digital		(1) Umbral (2) Distancia			
Indicador		Salida activa (Orange), Condición estable(verde)			
Salida de control		NPN or PNP Colector abierto 100mA/DC30V/1.8V residual Max			
Modos de operación		Light/Dark selección por cable			
Voltaje		10 to 30V DC incluye 10% De pico a pico			
Consumo de corriente		60mA/10V, 25mA/30V			
Protección del circuito		Polaridad inversa cortocircuito			
Temporizador		0 - 10 sec			
Resistencia al ruido		Radiación : EN60947-5-2, Inmuridad : EN60947-5-2			
Conformidad		JIS, UL, CE, VDE (Class3)			
Capacidad de ambiente	Temp/humedad	Operación (-25 to 55C, 35-85% RH) Almacenamiento (-40 to 70 C 35-95% RH)			
	Iluminación	Luz solar 10,000 lux max., lámpara de alta frecuencia 3,000 Lux max.			
	vibración	10 50 55 Hz amplitud 1.5 mm, XYZ durante 2 horas (IEC68)			
	Golpe	100 G			
	Grado de protección	IP67			

Figura 21: Especificaciones técnicas del sensor FGS-D

Fuente: http://www.optex-fa.pe/sensores_fotoelectricos_bgsyfgs.php

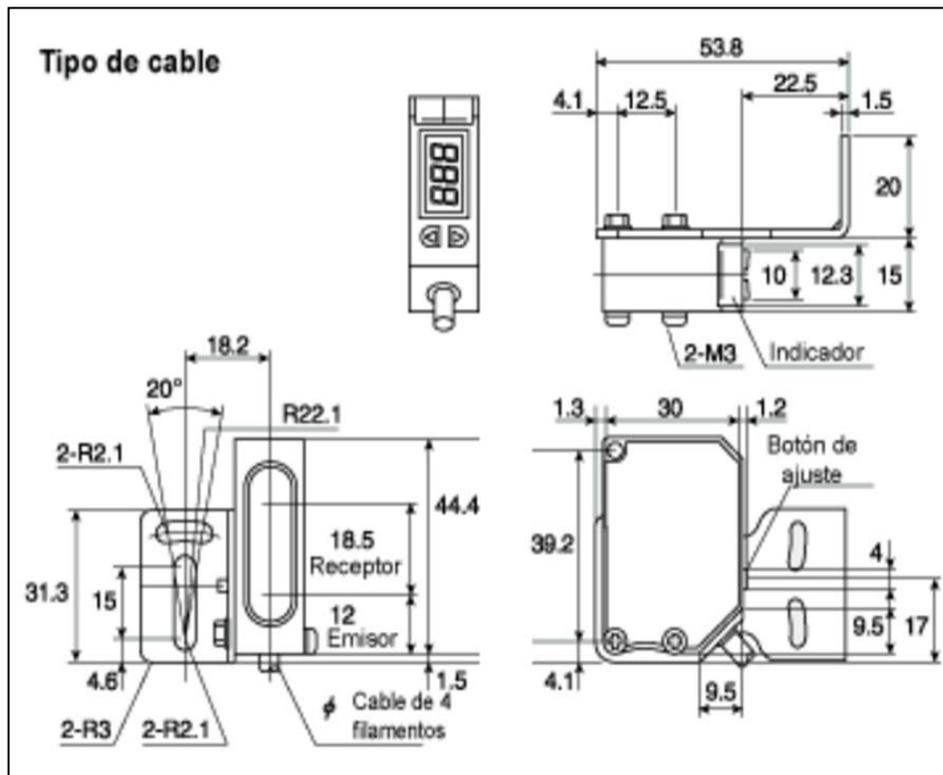


Figura 22: Dimensiones-Tipo de cable

Fuente: http://www.optex-fa.pe/sensores_fotoelectricos_bgsyfgs.php

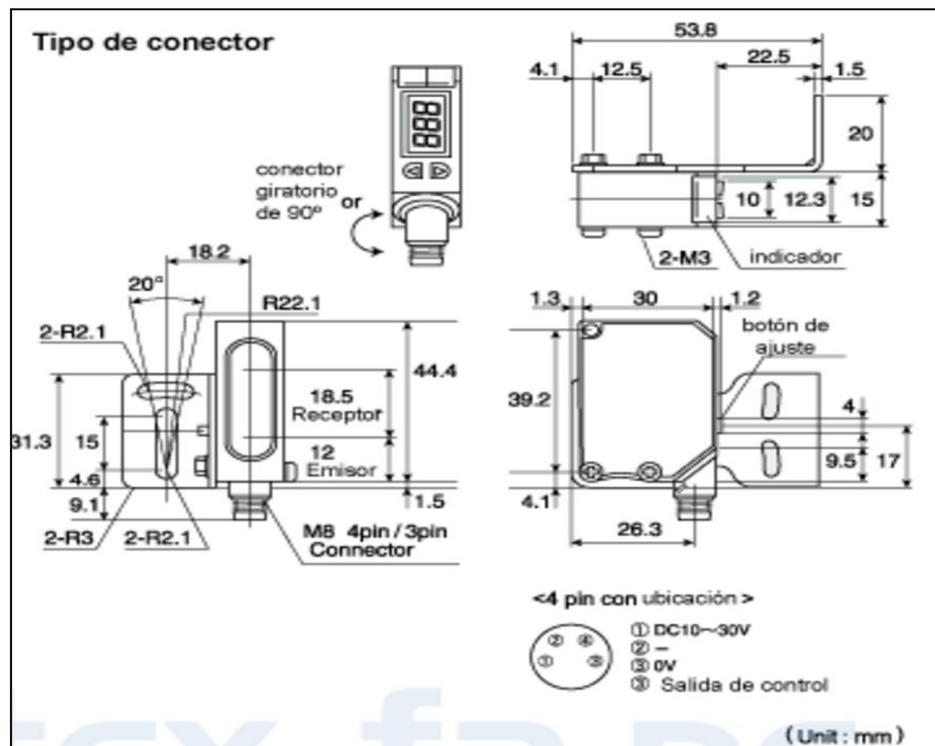


Figura 23: Dimensiones-Tipo de conector

Fuente: http://www.optex-fa.pe/sensores_fotoelectricos_bgsgfs.php

6.2.1.4 Descripción del funcionamiento con la automatización propuesta Sensor fotoeléctrico

Una de las grandes ventajas de la compañía es que cuenta con personal altamente calificado, a tal punto que ellos mismos se dan la asistencia y mantenimiento en las otras áreas de la planta que ya cuentan con procesos con mayor automatización. Además, no requieren frenar ningún proceso para implementar dicha propuesta ya que los accesorios se irán implementando sin alterar el funcionamiento diario del área y de ser necesario un día sin producción, se realizaría un día no hábil para no frenar ningún proceso.

6.2.1.5 Análisis de costos

En la tabla 25 se presenta la descripción y cantidad de los insumos necesarios para la ejecución de la mejora proyectada, con sus respectivos costos. Una vez analizado el costo se debe considerar el ahorro que generará el proyecto, este ahorro es básicamente

el salario de los operarios que realizan el conteo manual, ya que no se necesitarían más en el área de acondicionado.

Tabla 25: Estimación de costos

Descripción	Cantidad	Costo unitario(\$)	Total(\$)
Sensor	4	150.00	600.00
Personal especializado para la instalación	1	250.00	250.00
		TOTAL	850.00

Fuente: Elaboración propia

6.2.1.1 Resultado de propuesta de automatización del conteo de suturas en el proceso de sellado

Luego del análisis de las necesidades se procede a hacer una comparación del proceso actual y el proceso mejorado con el sensor fotoeléctrico, representado en la figura 24.

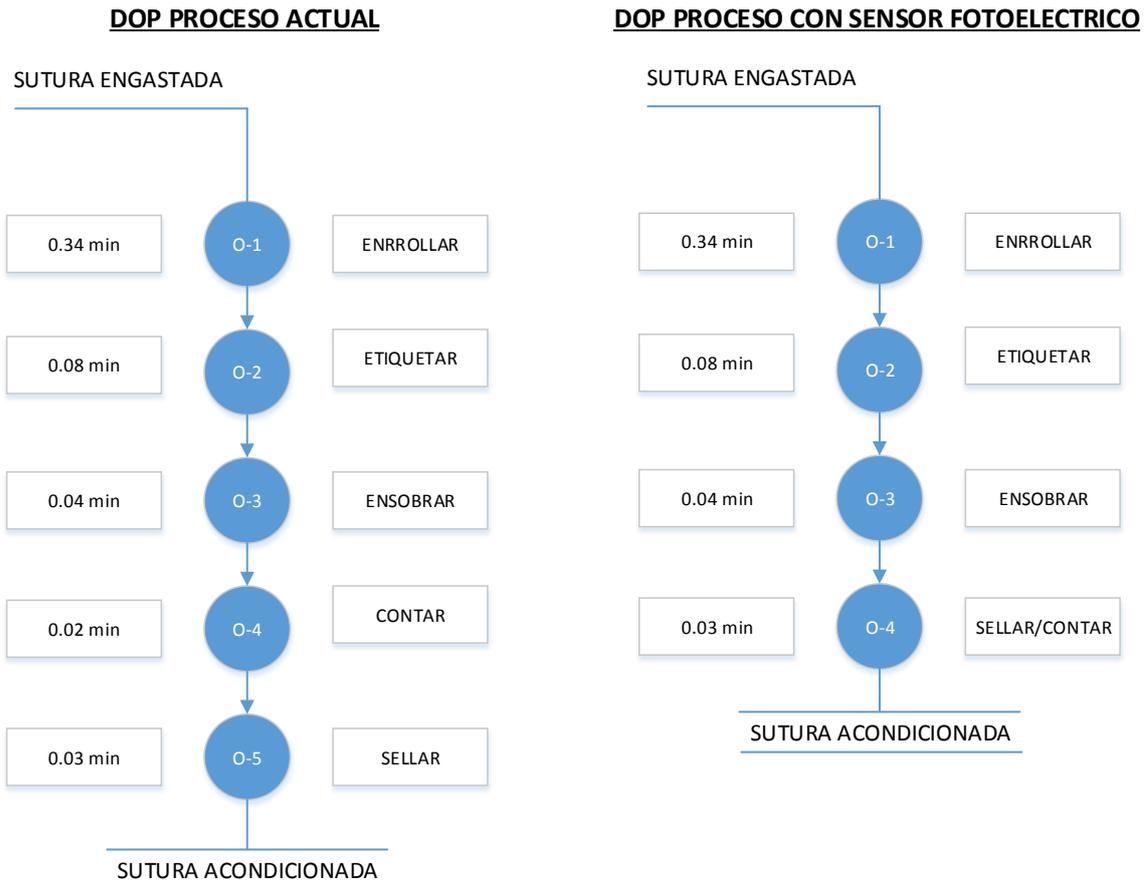


Figura 24: DOP proceso actual vs DOP proceso con sensor Fotoeléctrico

Fuente: Elaboración propia

$$Productividad\ actual = 117.65$$

$$Productividad\ mejorara = 122.45$$

$$\Delta Productividad = \left(\frac{Pv\ mejorada}{Pv\ actual} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{122.44897}{117.64705} - 1 \right) \times 100 = 4.08\%$$

Se obtiene un ahorro de 0.02 minutos en el proceso de acondicionado, esto representa un incremento de la productividad de 4.08% en la línea de acondicionado y un ahorro de $1.76 \approx 2$ personas en el área de acondicionado. Teniendo un ahorro de $2 \times 750 = 1500 \times 1.56 = 2340 \times 12 = 28080$ soles = **9360 dólares**.

Formulas:

$$Factor\ Ahorro = \frac{Ahorro\ en\ tiempo}{tiempo\ actual}$$

Ahorro en operarios

Descripción	Número
Tiempo actual	0.51
Ahorro en tiempo	0.02
Factor ahorro	0.04
Nº Operarios	45
Ahorro en Operarios	1.76

6.2.1.2 Consideraciones

El alcance de la automatización va más allá de una simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano.

Con la automatización propuesta a la empresa, se logrará tener una distribución más ágil y eficaz del conteo en el área de acondicionado, logrando alcanzar que los empleados de dicha área tengan una adecuada ergonomía en el desempeño de sus trabajos y no tengan que estar haciendo movimientos rutinarios, cansados por desplazamientos inadecuados y desgastantes por pesos excesivos en el acumulado al final de su jornada

Desde el punto de vista financiero, que es uno de los rubros que más cuidan las empresas; de acuerdo con los análisis realizados, evidencian una inversión muy baja para la cantidad de beneficios que traería a la empresa esta propuesta.

6.2.2 Propuesta de ahorro por etiqueta mediata

Luego de hacer el análisis de métodos y movimientos en el área se encontró una operación que no era necesaria y que además desperdiciaba una etiqueta mediata por cada orden de fabricación.

En cada control de impresión se debía anexar una etiqueta inmediata y una etiqueta mediata y adicional a eso la caja de suturas, que estaba también etiquetada. Viendo eso se hizo la consulta en dirección técnica si era necesario que vaya pegada dos

veces la etiqueta mediata en el control de impresión, siendo la respuesta que no era necesario esto. Sabiendo esto se hizo el inmediato cambio del método obteniendo el siguiente ahorro:

6.2.2.1 Resultado por propuesta de ahorro por etiqueta mediata

A continuación, en la tabla 26 se muestra el cálculo del ahorro por etiqueta extra en control de calidad

Tabla 26: Cálculo Del Ahorro Por Etiqueta (Caja) Extra En CDC

COSTO POR RESMA	\$50
COSTO DE ETIQUETA MEDIATA	\$0.0042
Ahorro por O/F	\$0.0083
O/F por año	200,000
Ahorro anual	\$1,667

Fuente: Elaboración propia

6.2.3 Propuesta de ahorro de material en nuevo arte de sutura

Como parte del plan estratégico de la empresa se decidió mejorar la imagen del empaque de las suturas, incrementando en tamaño el empaque y la etiqueta, teniendo como resultado mayor gasto de material para soportes y etiquetas. Esto nos obligó a optimizar el material para el nuevo tamaño de soporte y etiqueta (ver figuras 25 y 26).



Figura 25: Sutura actual

Fuente: Elaboración propia

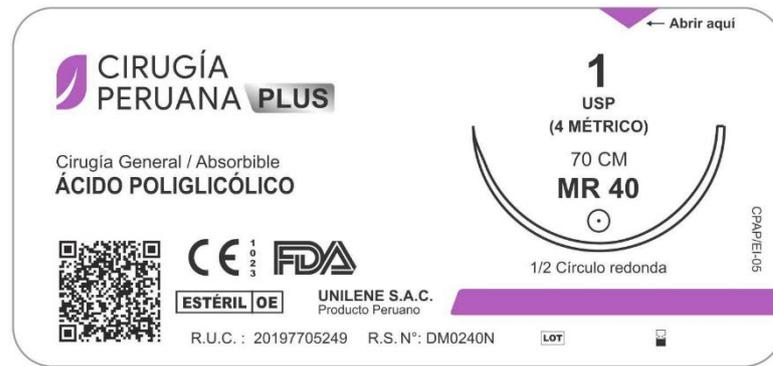


Figura 26: Sutura propuesta

Fuente: Elaboración propia

6.2.3.1 Resultados por propuesta de ahorro de material en nuevo arte de sutura

Luego de realizar el análisis de los resultados, en la tabla 27 se muestra cómo se calculó el ahorro por el nuevo diseño de la hoja de etiqueta.

Tabla 27: Cálculo Del Ahorro Por Nuevo Diseño De Hoja-Eqt

	ANTIGUA	NUEVO TAMAÑO	TAMAÑO OPTIMO
Medida hoja	23.3 x 20	23.3 x 20	17.5 x 25
Hojas x resma	15	15	16
Etiquetas/Hoja	24	12	12
Etiquetas/resma	36,000	18,000	19,200
Etiquetas/ año	10,000,000	10,000,000	10,000,000
Resmas/ año	278	556	521
Costo(\$)/ resma	50	50	50
Gastos(\$)/ año	13,889	27,778	26,042
	AHORRO ANUAL (\$)		1,736

Fuente: Elaboración propia

6.2.4 Propuesta de ahorro con nuevo diseño de soporte

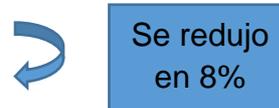
El tamaño del soporte también aumentó para contrastar con la nueva etiqueta del producto. Optimizando el uso de la resma (100 pliegos de 100 x 70 cm) de opalina

para la obtención de soportes. Y mejorando el diseño para optimizar tiempos y movimientos en las operaciones que involucran este componente.

El área de papel por soporte aumentó en 50% (de 75.12 cm² a 113.03 cm²), siendo considerable ahora que el proveedor nos suministre sólo la tercera parte de soportes por resma que nos proporcionaba antes ya que el área del soporte aumentó en 50%. Pero luego de realizar los cálculos, análisis y pruebas con prototipos se logró elaborar un diseño más eficiente del soporte, no solo optimizando el uso de los recursos para la elaboración del soporte (resma de opalina); sino también diseñándolo para que en la planta reduzca tiempos y movimientos en las operaciones.

Soporte actual: 4800 soportes/resma

Soporte nuevo: 4400 soportes/ resma



Habiendo aumentado el área en 50% se calculará cual es el número de soportes que deberíamos obtener:

$$\text{Soporte actual: } \frac{4800 \text{ soportes}}{1.5} = 3200 \text{ soportes}$$

Entonces son 3200 soportes los que deberíamos obtener al aumentar el 50% el área del soporte, pero los soportes que obtenemos optimizando el uso de opalina son 4400.

Entonces calculamos en cuanto estamos optimizando la resma de opalina con el nuevo soporte:

$$\% \text{ de optimización: } \frac{4400}{3200} = 1.375 \text{ (x100 (-1))} = 37.5\%$$

Significa que estamos obteniendo 37.5% más de soportes de los que deberíamos obtener si aumentamos en 50% el tamaño del soporte.

Para calcular el ahorro necesitamos realizar una simulación de la fabricación de 10,000,000 de soportes, como se puede observar en la tabla 28.

6.2.4.1 Resultado de la propuesta de ahorro con nuevo diseño de soporte

Tabla 28: Cálculo Del Ahorro Por Optimización Del Diseño Del Soporte

GASTO EN SOPORTES 2014:	\$50,000
-------------------------	----------

COSTO POR RESMA	\$24
-----------------	------

DISEÑO	SOPORTES/ RESMA	CONDICIÓN	RESMAS	UNIDAD
Actual	4,800	Para	2,083.33	resmas
Nuevo tamaño	3,200	10,000,000	3,125.00	resmas
Optimizado	4,400	de soportes	2,272.73	resmas

AHORRO EN RESMAS ANUAL	852.27	RESMAS
AHORRO EN DÓLARES ANUAL	\$20,455	DÓLARES

Fuente: Elaboración propia

El ahorro anual con el nuevo diseño optimizado es de \$ 20,445.00

El nuevo diseño del soporte optimizado no solo generó ahorro en material sino también se buscó facilitar el trabajo para las operarias de planta. Se buscó un diseño que reduzca las operaciones en el enrollado de la sutura (ver figuras 27, 28 y 29).

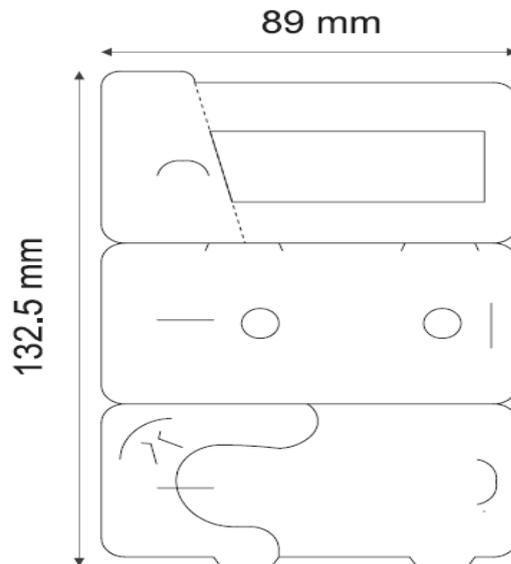


Figura 27: Operaciones de Enrollado de la Sutura Versión 1

Fuente: Elaboración propia

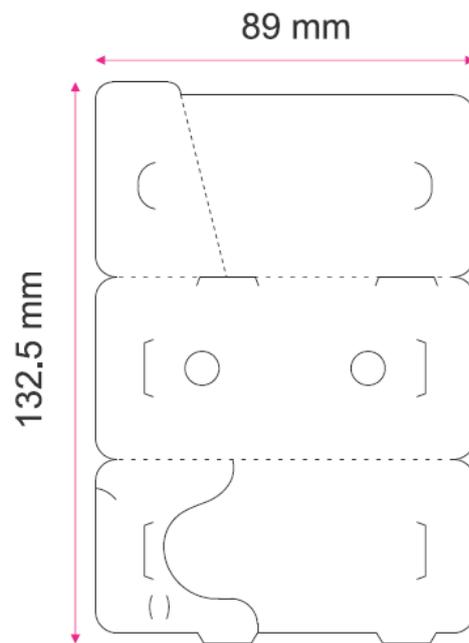


Figura 28: Operaciones de Enrollado de la Sutura Versión 2

Fuente: Elaboración propia

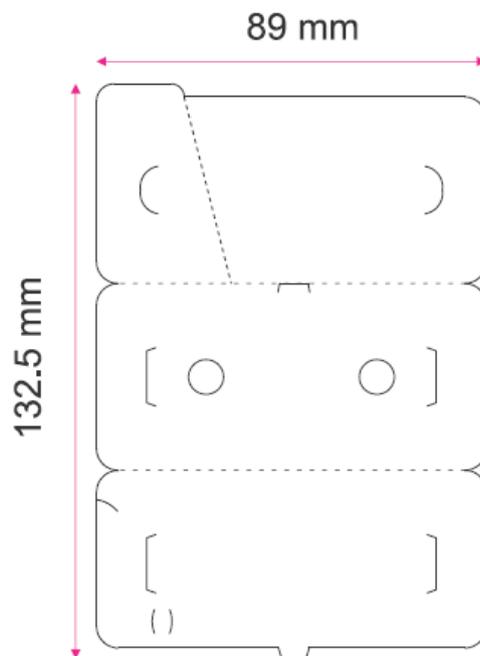


Figura 29: Operaciones de Enrollado de la Sutura Versión 3

Fuente: Elaboración propia

6.2.4.2 Estudio de movimientos de los métodos empleados

En las tablas 29 y 30 se muestra el método actual y mejorado utilizando therbligs y en la tabla 31 se muestra el resumen de la disminución del tiempo.

Diagrama de procesos del operario

Tabla 29: Método actual utilizando Therbligs

N°	Mano izquierda	Therblig	Tiempo	Therblig	Mano derecha
1	alcanzar dispositivo	AL	0.5	AL	Alcanzar soporte
2	Tomar el dispositivo	T	0.4	T	Tomar el soporte
3	Sostener el dispositivo	SO	0.5	M	Mover el soporte
4	Sostener el dispositivo	SO	0.5	P	Colocar en posición
5	Alcanzar el soporte	AL	0.5	SO	Sostener el soporte
6	Doblar lado 1	U	1	U	Doblar lado 2
7	Doblar lado 3	U	1	U	Doblar lado 3
8	Doblar lado 4	U	1	U	Doblar lado 4
9	Sostener soporte	SO	1	U	Doblar lado 5
10	Sostener soporte	SO	0.8	U	Insertar solapa
Total			7.2		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Método mejorado utilizando Therbligs

N°	Mano izquierda	Therblig	Tiempo	Therblig	Mano derecha
1	alcanzar dispositivo	AL	0.5	AL	Alcanzar soporte
2	Tomar el dispositivo	T	0.4	T	Tomar el soporte
3	Sostener el dispositivo	SO	0.5	M	Mover el soporte
4	Sostener el dispositivo	SO	0.5	P	Colocar en posición
5	Alcanzar el soporte	AL	0.5	SO	Sostener el soporte
6	Doblar lado 1	U	1	U	Doblar lado 1
7	Doblar lado 2	U	1	U	Doblar lado 2
8	Insertar solapa 3	U	1	U	Insertar solapa 4
Total			5.4		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Cuadro resumen

Descripción	Unidad	Tiempo
Disminución del tiempo	Seg.	1.8
Disminución del tiempo	Min.	0.03

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 32, las diecisiete divisiones básicas pueden clasificarse en therbligs eficientes y en ineficientes. Los primeros son aquellos que contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo, es decir que agregan valor a la operación; estos therbligs con frecuencia pueden reducirse, pero es difícil eliminarlos por completo.

Los therbligs de la segunda categoría no agregan valor al trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de la operación y del estudio de movimientos.

Una clasificación adicional divide a los elementos de trabajo en físicos, semimentales o mentales, objetivos y de retraso. Idealmente, un centro de trabajo debe contener sólo therbligs físicos y objetivos.

- Mentales o Semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear.
- Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener.
- De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y precolocar en posición.
- De naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar.

Tabla 32: 17 movimientos fundamentales (Therbligs)

THERBLIGS EFICIENTES		THERBLIGS INEFICIENTES	
ALCANZAR	AL	BUSCAR	B
TOMAR	T	SELECCIONAR	S.E
MOVER	M	INSPECCIONAR	I
SOLTAR	S.L	DEMORA EVITABLE	D.E.T
ENSAMBLAR	E	DEMORA INEVITABLE	D.I
DESMONTAR	D.E	COLOCAR EN POSICIÓN	P
USAR	U	DESCANSAR	D.E.S
PREPARAR POSICIÓN	P.P	SOSTENER	S.O
		PLANEAR	P.L

Fuente: www.ingenieriaindustrialonline.com

Tabla 33: Análisis De Mejora Del Diseño Del Soporte De Sutura 2 (continúa)

ANÁLISIS DE MEJORA DEL DISEÑO DEL SOPORTE DE SUTURA 2

ÁREA	ACONDICIONADO
PROCESO	3
TIPO	SUTURA NO ABSORBIBLE
PRODUCTO	NM/ ST/ PP

Fecha Inicio	25/09/2014
Fecha Fin	25/09/2014
Hora Inicio	8:30am
Hora Fin	18:00pm

Nombre	Operación	Tiempo (min)
Operaria 1	Enrollado	0.4
Operaria 2	Enrollado	0.32
Operaria 3	Enrollado	0.57
Operaria 4	Enrollado	0.33
Operaria 5	Enrollado	0.35
Operaria 6	Enrollado	0.35
Operaria 1	Enrollado	0.2
Operaria 2	Enrollado	0.2
Operaria 3	Enrollado	0.17
Operaria 4	Enrollado	0.3
Operaria 5	Enrollado	0.25
Operaria 6	Enrollado	0.32
Operaria 1	Enrollado	0.4
Operaria 2	Enrollado	0.23

Nombre	Operación	Tiempo (min)
Operaria 1	Enrollado	0.36
Operaria 2	Enrollado	0.29
Operaria 3	Enrollado	0.52
Operaria 4	Enrollado	0.3
Operaria 5	Enrollado	0.32
Operaria 6	Enrollado	0.32
Operaria 1	Enrollado	0.18
Operaria 2	Enrollado	0.18
Operaria 3	Enrollado	0.15
Operaria 4	Enrollado	0.27
Operaria 5	Enrollado	0.23
Operaria 6	Enrollado	0.29
Operaria 1	Enrollado	0.36
Operaria 2	Enrollado	0.21

Operaria 3	Enrollado	0.27
Operaria 4	Enrollado	0.23
Operaria 5	Enrollado	0.27
Operaria 6	Enrollado	0.32
Operaria 1	Enrollado	0.3
Operaria 2	Enrollado	0.3
Operaria 3	Enrollado	0.32
Operaria 4	Enrollado	0.28
Operaria 5	Enrollado	0.32
Operaria 6	Enrollado	0.3
Operaria 1	Enrollado	0.29
Operaria 2	Enrollado	0.32
Operaria 3	Enrollado	0.39
Operaria 4	Enrollado	0.19
Operaria 5	Enrollado	0.28
Operaria 6	Enrollado	0.29

Operaria 3	Enrollado	0.25
Operaria 4	Enrollado	0.21
Operaria 5	Enrollado	0.25
Operaria 6	Enrollado	0.29
Operaria 1	Enrollado	0.27
Operaria 2	Enrollado	0.27
Operaria 3	Enrollado	0.29
Operaria 4	Enrollado	0.25
Operaria 5	Enrollado	0.28
Operaria 6	Enrollado	0.26
Operaria 1	Enrollado	0.25
Operaria 2	Enrollado	0.28
Operaria 3	Enrollado	0.34
Operaria 4	Enrollado	0.17
Operaria 5	Enrollado	0.24
Operaria 6	Enrollado	0.25

Tabla 34: Análisis De Mejora Del Diseño Del Soporte De Sutura 2

Operaria 1	Enrollado	0.3
Operaria 2	Enrollado	0.32
Operaria 3	Enrollado	0.35
Operaria 4	Enrollado	0.33
Operaria 5	Enrollado	0.33
Operaria 6	Enrollado	0.31
Operaria 1	Enrollado	0.29
Operaria 2	Enrollado	0.32
Operaria 3	Enrollado	0.28
Operaria 4	Enrollado	0.32
Operaria 5	Enrollado	0.33
Operaria 6	Enrollado	0.3
Operaria 1	Enrollado	0.21
Operaria 2	Enrollado	0.25
Operaria 3	Enrollado	0.23
Operaria 4	Enrollado	0.23
Operaria 5	Enrollado	0.25
Operaria 6	Enrollado	0.21
Operaria 1	Enrollado	0.21
Operaria 2	Enrollado	0.21
Operaria 3	Enrollado	0.28
Operaria 4	Enrollado	0.32

Operaria 1	Enrollado	0.26
Operaria 2	Enrollado	0.28
Operaria 3	Enrollado	0.3
Operaria 4	Enrollado	0.29
Operaria 5	Enrollado	0.29
Operaria 6	Enrollado	0.27
Operaria 1	Enrollado	0.25
Operaria 2	Enrollado	0.28
Operaria 3	Enrollado	0.24
Operaria 4	Enrollado	0.28
Operaria 5	Enrollado	0.29
Operaria 6	Enrollado	0.26
Operaria 1	Enrollado	0.18
Operaria 2	Enrollado	0.22
Operaria 3	Enrollado	0.2
Operaria 4	Enrollado	0.2
Operaria 5	Enrollado	0.22
Operaria 6	Enrollado	0.18
Operaria 1	Enrollado	0.18
Operaria 2	Enrollado	0.18
Operaria 3	Enrollado	0.24
Operaria 4	Enrollado	0.27

Operaria 5	Enrollado	0.28
Operaria 6	Enrollado	0.3
Operaria 1	Enrollado	0.32
Operaria 2	Enrollado	0.26
Operaria 3	Enrollado	0.33
Operaria 4	Enrollado	0.3
Operaria 5	Enrollado	0.3
Operaria 6	Enrollado	0.27
Operaria 1	Enrollado	0.31
Operaria 2	Enrollado	0.29
Operaria 3	Enrollado	0.32
Operaria 4	Enrollado	0.27
Operaria 5	Enrollado	0.33
Operaria 6	Enrollado	0.3
Promedio de la muestra		0.29
Suturas por hora		203.91

Operaria 5	Enrollado	0.24
Operaria 6	Enrollado	0.25
Operaria 1	Enrollado	0.27
Operaria 2	Enrollado	0.22
Operaria 3	Enrollado	0.28
Operaria 4	Enrollado	0.25
Operaria 5	Enrollado	0.25
Operaria 6	Enrollado	0.23
Operaria 1	Enrollado	0.26
Operaria 2	Enrollado	0.24
Operaria 3	Enrollado	0.27
Operaria 4	Enrollado	0.23
Operaria 5	Enrollado	0.28
Operaria 6	Enrollado	0.25
Promedio de la muestra		0.26
Suturas por hora		232.94

Fuente: Elaboración propia

Productividad actual = 117.65

Productividad mejorada = 125

$$\Delta Productividad = \left(\frac{Pv\ mejorada}{Pv\ actual} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{125}{117.64705} - 1 \right) \times 100$$

$$= 6.25\%$$

Como se observa en la tabla 33, se obtiene un ahorro de 0.03 minutos en el proceso de acondicionado, esto representa un incremento de la productividad de 6.25% (0.51/0.048) en la línea de acondicionado y un ahorro de 2.65 \approx 2 personas en el área de acondicionado. Teniendo un ahorro de 2 x 750 = 1500 x 1.56 = 2340 x 12 = 28080 soles = **9360 dólares**.

Formulas:

Factor Ahorro	$\frac{\text{Ahorro en tiempo}}{\text{Ahorro en tiempo}}$
---------------	---

Ahorro en operarios

Descripción	Número
Tiempo actual	0.51
Ahorro en tiempo	0.03
Factor ahorro	0.06
N° Operarios	45
Ahorro en Operarios	2.65

6.3 Resumen de propuestas de mejora

En la tabla 34 se muestra el resumen del incremento de la productividad que se logró con las mejoras propuestas en el trabajo de investigación. En la tabla 35 se especifica el número de operarios por cada área de la planta de suturas. En la tabla 36 se muestra el incremento de la productividad que se logró con las mejoras propuestas en las distintas áreas de la planta.

Tabla 35: Incremento de productividad por propuestas de mejora

Propuesta de mejora	Ahorro en \$	Δ Pv	Δ % de merma
Optimización de revisión de etiqueta	\$57.91	29.46%	0.32%
Ahorro por etiqueta mediata	\$1,667.00		
Optimización de diseño de etiqueta	\$1,736.00		
Automatización de conteo	\$9,360.00	4.08%	
Optimización del soporte	\$29,815.00	6.25%	37.50%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Número de operarios por área

ÁREA	N° de Operarios	% de participación
ENGASTE	27	29.67%
ACONDICIONADO	50	54.95%
ETIQUETAS	2	2.20%
ENCAJADO	12	13.19%
TOTAL	91	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Incremento de productividad por área

ÁREA	TAP	TDP	Δ Pv	Δ % de merma	Ahorro en \$
------	-----	-----	-------------	---------------------	--------------

ENGASTE	0.26	0.26	0.00%		
ACONDICIONADO	0.51	0.46	10.32%	37.50%	\$39,175.00
ETIQUETAS	0.015	0.012	29.46%	0.32%	\$3,460.91
ESTERILIZADO	0.16	0.16	0.00%		
ENCAJADO	0.08	0.08	0.00%		
MIN/SUT	1.026	0.973			
SUT/HR (Pv)	58.48	61.66			
Incremento total de la Productividad en planta			5.45%	TOTAL	\$42,635.91

Fuente: Elaboración propia

Nota: TAP = tiempo antes de la propuesta, TDP = tiempo después de la propuesta

Formulas y operaciones:

$$Productividad\ actual = 58.48 \frac{suturas}{hora}$$

$$Productividad\ mejorada = 61.66 \frac{suturas}{hora}$$

$$\Delta Productividad\ Total = \left(\frac{Pv\ mejorada}{Pv\ actual} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{61.664953}{58.479532} - 1 \right) \times 100$$

$$= 5.45\%$$

CONCLUSIONES

- 1) Al realizar el análisis de las áreas donde se tiene más frecuencia de desperdicios, se pudo observar y determinar mediante una gráfica de Pareto que las áreas de mayor relevancia solo eran el área de acondicionado y etiquetas. Esto ayudó a centrar nuestros recursos solo a estas áreas para así optimizar esfuerzos.
- 2) Lo que no se puede medir no se puede mejorar, es por eso que se implementó el control de la impresión de etiquetas, así como el control de mermas, observando que la mayor causa de merma era el error humano. Por esta razón se diseñó un nuevo método para la revisión de etiquetas, reduciendo con este nuevo método de 0.35% a 0.03% el porcentaje de merma mensual. Obteniendo con estas mejoras un incremento de la productividad (en el área de etiquetas) del 29.46% y una reducción del porcentaje de merma de 0.32%.
- 3) Así también se realizó un nuevo diseño del soporte de sutura, optimizando el material utilizado para la fabricación del soporte. Este nuevo diseño también fue

elaborado de manera que pueda ser más ergonómico para los operarios, reduciendo operaciones y por ende el tiempo de la operación. Con esta mejora se logró un incremento de 6.25% en la productividad (en el área de acondicionado) y una optimización de 37.5% en el porcentaje de mermas de soportes.

- 4) También es razonable aplicar nuevas tecnologías, es por eso que se pensó en aplicar la automatización en esta planta de manufactura de suturas que tiene muchos de sus procesos manuales. La mayoría de las operaciones requieren mucha destreza y habilidad manual, ya que son operaciones minuciosas. Pero también podemos encontrar operaciones como la de contar, que no requiere estrictamente de un proceso manual, sino que puede ser reemplazado por una maquina o dispositivo. Con esta mejora se logró un incremento de 4.08% en la productividad del área de acondicionado.

- 5) Con todas las mejoras propuestas se pudo obtener un ahorro de 42,635.91 dólares.

- 6) Otra conclusión a la que llegamos luego del análisis es que debemos tener bien capacitado a nuestro personal ya sea capacitarlos en el método de la operación que realizan o capacitarlos en el uso y manipulación de máquinas o equipos.

- 7) Es necesario siempre cuestionar si una actividad se está haciendo de la manera más óptima, no asumir que lo establecido es la mejor manera en la que se puede hacer.

RECOMENDACIONES

- 1) Tener un reporte mensual actualizado de las causas que generan desperdicios con mayor frecuencia.
- 2) Realizar el seguimiento del control de mermas y productividad del área de etiquetas. Definir un horario de entradas y llamadas para el área de etiquetas, de esta forma nadie interrumpirá entrando o llamando al área, ya que esto genera distracción al operario mientras realiza la revisión del arte.
- 3) Buscar más formas de optimiza las operaciones en el área de acondicionado como por ejemplo inclinar 30 grados en dispositivo en “U” para lograr mayor comodidad en la operación de enrollado.
- 4) Buscar otras operaciones que puedan ser automatizadas en la planta de suturas, para reducir el error humano y tener procesos más estables.
- 5) Concorde a la actualización de tecnología, se recomienda capacitar debidamente al personal, para que se pueda aprovechar al máximo las capacidades tanto del personal como de la maquinaria implementada, optimizando la producción y reduciendo al mínimo la cantidad de merma, ya que ningún sistema es perfecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canahuire, A. E., Endara, F., y Morante, E. A. (2015). *¿Cómo hacer la tesis universitaria?* Cusco, Perú: Colorgraf.
- Cuatrecasas, L. (2017). *Ingeniería de procesos y de planta*. Barcelona, España: Editorial Profit.
- Condori, S. (2007). *Evaluación y propuesta de un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fábrica de perfumes* (tesis de pregrado). Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Da Silva, G., Manzanilla, L., Torres, M., & Rodriguez, L. (2014). *Prezi: Programación de la producción*. Recuperado de <https://www.prezi.com/srng3gjanoxn/programacio/>
- Garcia, A. A. (1998). *Conceptos de organización industrial*. España: Editorial Marcombo.
- Garcia, A. V. (2017). *Actiweb: Gestión de la calidad*. Recuperado de <http://www.actiweb.es/gestiondelacalidad/servicios.html>
- Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas*. Mexico: Editorial Pearson.
- Guaraca, S. (2015). *Mejora de la productividad en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, de la fábrica de frenos automotrices Egar s.a.* (tesis de maestría). Universidad Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Krajewski, L. y Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones: Estrategia y análisis*, Mexico: Editorial Pearson.
- León, K. (2014). *Aumento de la productividad del área de empaque de laboratorios Elmor mediante el estudio de tiempos* (tesis de pregrado). Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Venezuela.

- Letona, A. (2011). *Wordpress: Principio de economía de movimientos*. Obtenido de <https://ichmussnochweiserscheissen.files.wordpress.com/2011/12/anexo-7-ppio-ec-movimientos.pdf>
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica*, 3(6), 34-39.
- Moncayo, M., Lara, D., y Córdoba, E. (2010). Universidad Nacional de Colombia. *Ingeniería e investigación*, 30, 163-167. Recuperado de <http://revistas.unal.edu.co/index.php/ingeiniv/article/view/15227/34174>
- Noori, H. y Radford R. (1997). *Administración de Operaciones y producción: calidad total y respuesta sensible rápida*, Colombia: Editorial McGraw – Hill.
- Peña, L. (2007). *Estudio para la reducción de los costos de producción mediante la automatización de los finales de línea de la planta dressing en la empresa unilever andina colombia ltda* (tesis de maestría). Colombia: Universidad del Valle.
- Platas, J., & Cervantes, M. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias*. Mexico: Editorial Patria.
- Ramos, E., & Vento, G. (2013). *Propuesta de mejora en el área de producción de sólidos para un laboratorio farmacéutico* (tesis de maestría). Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Rego, L. (2010). *Análisis y propuestas de mejoras en el proceso de compactado en una empresa de manufactura de cosméticos* (tesis de pregrado). Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Salazar, B. (2017). *Ingeniería Industrial online*. Obtenido de Ingeniería Industrial online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/indicadores-de-producci%C3%B3n/>
- Sanchez, Y. (2017). *asig-empaques.blogspot: Empaque conceptos básicos*. Obtenido de <http://asig-empaques.blogspot.pe/2008/09/empaque-conceptos-bsicos.html>
- Schmitt, N. (1983). *Understanding Electronic Control of Automation System*, Texas: Texas Instrument Learning Center.

UNILENE. (2016). *UNILENE*. Recuperado el 27 de Junio de 2017, de UNILENE:
<http://www.unilene.com/QUIENES-SOMOS.html>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Incremento de la Productividad en una planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos

1.1 Problemas	1.2 Objetivos	1.3 Marco teórico	1.4 Hipótesis	1.5 Variables	1.6 Indicadores	1.7 Metodología
Problema principal:	Objetivo Principal:		Hipótesis Principal	Variables Generales:	Indicadores Generales:	
¿De qué manera se puede incrementar la productividad en el proceso de producción de una Planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos?	Incrementar la productividad en el proceso de producción de una Planta manufacturera de suturas y dispositivos médicos.	Productividad Principios de la economía de movimientos Tiempo de Ciclo	Si, se reduce el porcentaje de merma y se reduce el tiempo de ciclo en el área de etiquetas y acondicionado, entonces habrá un incremento en la productividad.	Δ Productividad	Tiempo de ciclo propuesto/ tiempo de ciclo actual Pv. propuesta/ Pv. actual	1. Tipo y Nivel: Exploratoria, longitudinal y Aplicada. 2. Diseño de investigación: Experimental 3. Enfoque: Cuantitativo y Cualitativo 4. Población y muestra: la población serán todas las suturas producidas desde la creación de la empresa, y la muestra será la producción de los años 2014, 2015 y 2016. Se tomarán los registros del sistema de información de la empresa 5. Instrumentos y Herramientas: Diagrama de macro procesos, diagrama de flujo, Diagrama de Operaciones del Proceso e Indicadores. 6. Técnicas para el procesamiento de datos Cuantitativos: Graficas de Control, Pareto y Distribución de Frecuencias. Cualitativos: PHVA e Ishikawa.
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Automatización	Hipótesis específicas	Variables Específicas:	Indicadores Específicos:	
1. ¿De qué manera se puede reducir el porcentaje de mermas o desperdicios del área de etiquetas y acondicionado, en el proceso de producción de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos?	1. Reducir el porcentaje de mermas o desperdicios del área de etiquetas y acondicionado, en el proceso de producción de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos.	Empaques Gestión de la Producción Método de producción	Si, se mejora el método de revisión de etiquetas y se optimiza el diseño de soporte de suturas en el área de etiquetas y acondicionado, entonces habrá una reducción del porcentaje de merma en el proceso de producción de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos.	X1: % de merma del área de etiquetas Y1: Tiempo de ciclo del área de etiquetas	Número Suturas Producidas / Cantidad de Materia Etiquetas Procesadas Promedio de: Hora final del proceso- Hora inicial del proceso	
2. ¿De qué manera se puede reducir el tiempo de ciclo del área de etiquetas y acondicionado, en el proceso de producción de Suturas de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos?	2. Reducir el tiempo de ciclo del área de etiquetas y acondicionado, en el proceso de producción de Suturas de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos.	Programación de la Producción Control de Calidad Layout de Máquinas	Si, se automatiza el proceso de conteo de suturas, se mejora el método de revisión de etiquetas y se optimiza el diseño del soporte de suturas en el área de etiquetas y acondicionado, entonces habrá una reducción en el tiempo de ciclo del proceso de producción de una Planta Manufacturera de suturas y dispositivos médicos.	X2: % de merma del área de acondicionado Y2: Tiempo de ciclo del área de acondicionado	Número de Suturas Producidas/ horas hombre empleadas Promedio de: Hora final del proceso- Hora inicial del proceso	

Fuente: Elaboración Propia