

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO
DE LA LÍNEA DE KITTING DE ENSAMBLE
EN LA EMPRESA ALLERGAN MEDICAL
COSTA RICA, EN EL PRIMER
CUATRIMESTRE DEL AÑO 2018.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR EL BACHILLERATO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL.

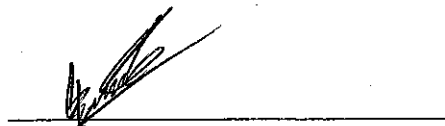
NOMBRE DEL ESTUDIANTE: FABIOLA BARRANTES
GONZÁLEZ

NOMBRE DEL TUTOR: ING. MIGUEL MC. CALLA VAZ

HEREDIA, DICIEMBRE, 2018.

DECLARACIÓN JURADA

Yo Fabiola Barrantes González, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1222-0650 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE LA LÍNEA DE KITTING DE ENSAMBLE ALLERGAN MEDICAL COSTA RICA, EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2018, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 30 días del mes de junio del año dos mil dieciocho.



Firma del estudiante

Cédula 1-1222-0650

CARTA DEL TUTOR

San José, 30 de junio de 2018.

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Fabiola Barrantes González, cédula de identidad número 1-1222-0650, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **Propuesta de mejora del proceso de la línea de Kitting de Ensamble en la empresa Allergan Medical Costa Rica, en el primer cuatrimestre del año 2018**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachiller de Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	26
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
	TOTAL		94

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Miguel McCalla Vaz
Nombre Ing. Miguel MC. Calla Vaz
Cédula identidad 7137105
Carné Colegio Profesional IPI-27600

Heredia, 04 de Diciembre de 2018.

Señores

Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante Fabiola Barrantes Gonzáles, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE LA LÍNEA DE KITTING DE ENSAMBLE EN LA EMPRESA ALLERGAN MEDICAL COSTA RICA, EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2018., el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



Ing. Marco Cartín, MII.

Ced: 110610393

Carné Colegio Profesional: II-15546

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, cédula de identidad número 3 0447 0799 y Daniel González Monge, cédula de identidad número 1 1345 0416, en calidad de filólogos, revisamos y corregimos el trabajo final de graduación que lleva por título *Propuesta de mejora del proceso de la línea de Kitting de ensamble en la empresa Allergan Medical Costa Rica, en el primer cuatrimestre del año 2018*, sustentado por Fabiola Barrantes González.

Hacemos constar que se corrigieron aspectos de forma, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto.

Esperamos que nuestra participación satisfaga los requerimientos de la Universidad Hispanoamericana.



Elena Redondo Camacho
Céd. 3 0447 0799
Bachiller en Filología Española
Carné ACFIL 0247



Daniel González Monge
Céd. 1 1345 0416
Bachiller en Filología Española
Carné ACFIL 0245

ACTA DE APROBACIÓN

DEDICATORIA

A Dios que me permitió tomar las decisiones correctas para cumplir con las metas y objetivos en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme permitido cumplir mis metas y a mi familia que me ha dado todo su apoyo en este camino.

A la empresa Allergan Medical en especial a Raquel Alfaro, Melanie Calvo, Julissa Alonso y Luis Cordero quienes me brindaron su apoyo para realizar este proyecto.

A mi tutor, Lic. Miguel Mc. Calla Vaz por ser mi guía en la realización del presente proyecto de graduación.

EPÍGRAFES

El secreto para una vida exitosa es encontrar nuestro propósito y hacerlo.

Henry Ford

ÍNDICE

ÍNDICE

Contenido	
ACTA DE APROBACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
EPÍGRAFES.....	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
RESUMEN EJECUTIVO	XVII
CAPÍTULO I	18
INTRODUCCIÓN	18
SECCIÓN 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL PROYECTO.....	19
1.2.1 Descripción general de la empresa o institución	21
1.2.2 Tipos de productos	22
1.2.3 Expansores de tejido	22
1.2.4 Antecedentes del contexto de la empresa o institución	23
1.2.4.1 Historia de Allergan	23
1.2.4.2 Implantes de Seno	24
SECCIÓN 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.3.1 La idea del problema.....	25
1.3.2 Definición del problema	25
1.3.3 Justificación	25
SECCIÓN 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	27
1.4.1 Objetivo general	27
1.4.2 Objetivos específicos	27
SECCIÓN 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	28

1.5.1 Alcances	28
1.5.2 Limitaciones	28
CAPÍTULO II	29
MARCO TEÓRICO	29
SECCIÓN 2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA	30
2.1.1 Mapa Conceptual.....	30
2.1.2 DMAIC.....	31
2.1.3 FODA.....	31
2.1.4 Toma de datos	32
2.1.5 Muestreo de Trabajo	32
2.1.8 Estudio del tiempo.....	33
2.1.9 Diagrama de causa-efecto.....	34
2.1.10 Diagrama de Pareto.....	36
2.1.11 Diagrama de Flujo.....	37
2.1.12 Modelo SIPOC.....	38
2.1.13 Mapeo de procesos	39
2.1.14 Diagrama de GANTT	40
2.1.15 Los cinco porqués	40
2.1.16 Teoría de Restricciones.....	41
2.1.17 Productividad.....	43
2.1.18 Diagrama Sinóptico del Proceso.....	43
2.1.19 Diagrama Analítico del Proceso.....	44
SECCIÓN 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	45
2.2.1 Seis Sigma	45
2.2.2 DMAIC.....	46
SECCIÓN 2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.....	47
2.3.1 Modelo Dieter.....	47
2.3.1.1 Reconocimiento de la necesidad.....	47
2.3.1.2 Definición de un problema	47

2.3.1.3 Recopilación de información	47
2.3.1.4 Conceptualización.....	48
2.3.1.5 Evaluación.....	48
2.3.1.6 Comunicación del diseño.....	48
SECCIÓN 2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	49
CAPÍTULO III.....	53
MARCO METODOLÓGICO.....	53
SECCIÓN 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	54
3.1.1 Enfoque cuantitativo	54
SECCIÓN 3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO	55
3.2.1 Metodología DMAIC	55
.....	56
3.2.2 Alcance del proyecto:	56
3.2.3 Definición de un buen producto	56
3.2.4 Leyes que rigen a la industria médica en Costa Rica.	57
3.2.5 Plan de recolección de datos	58
SECCIÓN 3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	59
3.3.1 Presentación de Propuesta.....	59
3.3.2 Investigación de campo y diseño.....	59
3.3.3 Ciclo Deming en la propuesta de mejora.....	60
SECCIÓN 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	61
3.4.1 Restricción de operaciones.....	61
3.4.2 Plan de implementación	62
3.4.3 Personal encargado de la implementación	62
SECCIÓN 3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS	63
3.5.1 Proceso de verificación	63
3.5.2 Indicadores.....	63

3.5.3	Riesgos	63
3.5.4	Medidas de consolidación	63
CAPITULO IV.....		64
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS.....		64
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL MEDIR Y ANALIZAR	65
4.1.1	Proceso Actual	65
4.1.1.1	Mapeo de Procesos.	65
4.1.1.2	Relación entre los procesos.....	66
4.1.1.3	Restricciones del proceso	69
4.1.1.4	Modelo SIPOC.....	70
4.1.1.5	Diagrama Sinóptico del Proceso.....	72
4.2	Determinación de las muestras para el análisis de los datos.....	73
4.2.1	Cálculo de la muestra para el Diagrama del proceso de Kitting de ensamble	76
4.2.2	Cálculo de la muestra para tiempos improductivos.....	82
4.3	Análisis de datos	85
4.3.1	Paso 1: Identificación de las Restricciones	86
4.3.1.1	Cuello de botella.....	86
4.3.1.2	Tiempos improductivos de cada operación	87
4.3.1.3	Capacidad de la línea	89
4.3.1.4	Índice de eficiencia	91
4.3.1.4	Actividades generadas por tiempo improductivo	93
4.4	Análisis de Costos de la Ineficiencia	95
4.4.1.1	Costo de mano de obra por paros de producción.....	95
4.4.1.2	Costo de cada operación de la línea de Kitting de ensamble.....	96
4.4.1.3	Costo de horas laboradas contra horas improductivas.....	97
4.5	Proyecciones.....	98
4.5.1	Proyección de tiempos laborados contra tiempos improductivos a un año	98
4.6	Paso 2: Explotar las restricciones del sistema	98
4.6.1	Diagrama de Causa-Efecto.....	98

4.7 Paso 3 Subordinar todo o demás a la Restricción	102
4.7.1 Los 5 porqués.....	102
4.8 Pareto de causas que generan los tiempos improductivos en la línea de Kitting de ensamble.	103
4.8.1 Muestreo para determinar las causas que generan los tiempos improductivos.....	103
CAPITULO V.....	105
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	105
5.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN	107
5.1.1 Paso 4 Elevar la restricción del sistema	107
5.1.1.1 Propuesta Cambio en el Método de trabajo	107
5.1.1.2 Optimización del proceso realizando la unificación de la operación de alisto de material y la impresión de discos de acetal	108
5.1.1.3 Crear un plan de revisión de inventario de las ubicaciones de los implantes y entrenamiento adecuado al personal que realiza la ubicación.	112
5.1.1.4 Propuesta Actualización del índice de eficiencia	117
5.1.1.5 Propuesta Disminución de reimpressiones de discos de acetal	119
5.1 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA.....	120
5.1.1 Cronograma de actividades de implementación de la Propuesta #1.....	120
5.2.2 Cronograma de propuesta #2.....	121
5.2.3 Cronograma de Propuesta #3.....	122
5.3 Costo Beneficio de las Propuestas.....	123
5.3.1 Costo Beneficio Propuesta de Unificación de Operaciones	123
5.3.2 Costo Beneficio de Propuesta de Entrenamiento en equipos de grabado de discos de acetal	123
5.3.3 Cálculo de costos y beneficios.....	125
5.3.3.1 Cálculo de Costos.....	125
5.3.3.2 Cálculo de Beneficios.....	126
5.3.3.3 Costo – Beneficio	127
5.1.2 Paso 5: Volver al paso 1	128

CAPITULO VI.....	129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
6.1 CONCLUSIONES.....	130
6.2 RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFÍA	135
GLOSARIO	140
ANEXOS.....	142
1. MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA LA OPERACIÓN DE KITTING DE ENSAMBLE.	144
2. CURSOGRAMA ANALÍTICO	153
3. HOJA MUESTRA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN LIBERACIÓN	154
4. HOJA MUESTRA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN ALISTO DE MATERIAL	155
5. HOJA MUESTRA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN IMPRESIÓN DE DISCOS	157
6. HOJA MUESTRA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN CONFIRMACIÓN.....	159
8. HOJA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN LIBERACIÓN	161
9. HOJA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN ALISTO DE MATERIAL	164
10. HOJA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN IMPRESIÓN DE DISCOS	166
11. HOJA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN CONFIRMACIÓN.....	168
12. FORMULARIO DE RECOLECTA DE PAROS EN LA PRODUCCIÓN.....	170
13. HOJA DE SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO EN PORCENTAJE DE LOS TIEMPOS BÁSICOS	171
14. CUADRO RESUMEN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS DE ALISTO DE MATERIAL.....	173
15. CUADRO RESUMEN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS DE IMPRESIÓN DE DISCOS	174
16. CUADRO RESUMEN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS DE CONFIRMACIÓN.....	175

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1 Tipos de implantes mamarios Allergan Medical	22
Figura 2 Diagrama de Mapa Conceptual.....	30
Figura 3 Diagrama de Ishikawa.....	36
Figura 4 Diagrama de Pareto	37
Figura 5 Diagrama de Flujo.....	38
Figura 6 Etapas de la teoría de Restricciones	41
Figura 7 Ejemplo de la Teoría de Restricciones	42
Figura 8 Diagrama de los pasos a seguir en la metodología cuantitativa.	54
Figura 9 Diagrama de Etapas de Metodología DMAIC	55
Figura 10 Mapeo de Procesos	66
Figura 11 Relación entre los procesos de Kitting de Ensamble.....	67
Figura 12 Modelo SIPOC para el proceso de Kitting de Ensamble.....	70
Figura 13 Diagrama Sinóptico del Proceso	73
Figura 14 Cursograma analítico de operaciones de Liberación y Alisto de materiales	74
Figura 15 Cursograma analítico de operaciones de impresión de discos y confirmación.....	75
Figura 16 Diagrama del Proceso.....	77
Figura 17 Eficiencia promedio de la línea de Kitting periodo de julio a diciembre 2017	93
Figura 18 Diagrama de Pareto de actividades generadas por tiempos improductivos en los meses de julio a diciembre 2017.....	94
Figura 19 Diagrama de las causas que generan tiempos improductivos.	99
Figura 20 Diagrama de Pareto de causas que provocan los tiempos improductivos basados en un muestreo de una semana del mes de mayo 2018.....	105
Figura 21 Método Actual y Método Propuesto para Unificación de Operaciones. ...	109
Figura 22 Relación del proceso actual y el proceso propuesto de la línea de Kitting de Ensamble.....	110
Figura 24 Diagrama de Gantt Implementación Propuesta #1	120

Figura 25 Diagrama de Gantt de Propuesta #2 Modificación de Índice de Eficiencia121

Figura 26 Diagrama de Gantt de Propuesta Entrenamiento en equipo de grabado de discos de acetal122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Normas que rigen la industria médica.	57
Tabla 2 Pasos a realizar para la toma de datos.	58
Tabla 3 Plan de implementación del proyecto.	62
Tabla 4 Tiempos básicos suplementarios para ambos géneros	79
Tabla 5 Tiempo estándar de la operación Liberación	80
Tabla 6 Tiempo estándar de la operación Alisto de material	81
Tabla 7 Tiempo estándar de operación Impresión de material	81
Tabla 8 Tiempo estándar de operación Confirmación	82
Tabla 9 Tiempos básicos suplementarios para ambos géneros	84
Tabla 10 Tiempo estándar de los tiempos improductivos	85
Tabla 11 Tiempo estándar por operación.....	87
Tabla 12 Tiempo estándar de las operaciones que constituyen la línea de Kitting	87
Tabla 13 Tiempos improductivos de cada operación para la línea de Kitting de Ensamble.....	88
Tabla 14 Listado del promedio de la eficiencia de la línea en el periodo contemplado de julio a diciembre de la línea de Kitting de Ensamble.....	92
Tabla 15 Tabla de Frecuencias de actividades generadas por tiempos improductivos en el periodo contemplado de julio a diciembre de 2017 de la línea de Kitting de Ensamble.....	94
Tabla 16 Costo de mano de obra de una hora de salario de la línea de Kitting de Ensamble.....	95
Tabla 17 Costo de mano de obra en un mes de la línea de Kitting de Ensamble.	95
Tabla 18 Listado de tiempos improductivos por operación representado en horas para un día laboral de la línea de Kitting de Ensamble.....	96
Tabla 19 Costo de tiempos improductivos calculado para un mes en la línea de Kitting de Ensamble.	96
Tabla 20 Costo de horas laboradas contra horas improductivas en el periodo contemplado de un mes de la línea de Kitting de Ensamble.	97

Tabla 21 Porcentaje comparativo del tiempo laborado y el tiempo improductivo de un mes de la línea de Kitting de Ensamble.	97
Tabla 22 Proyección a un año de tiempo laborado contra tiempo improductivo.	98
Tabla 23 Los cinco porque para el análisis de la causa raíz.....	102
Tabla 24 Causas que provocan los tiempos improductivos en la línea de Kitting de ensamble con base en datos de muestreo de una semana del mes de mayo de 2018.	104
Tabla 25 Tabla de frecuencias de clasificación de rotación de implantes.....	115
Tabla 26 Cronograma de realización de inventario de los implantes almacenados en el área de ensamble.....	116
Tabla 28 Cuadro resumen de cálculo de costos por Propuesta	125
Tabla 29 Cuadro resumen de cálculo de Beneficios de las Propuestas	126
Tabla 30 Cuadro resumen de costo-beneficio de las propuestas.	127

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se llevó a cabo en la Empresa Allergan Medical Costa Rica, en proceso de Alisto de implantes mamarios del departamento de Ensamble.

Se basa en la optimización de línea de Kitting de Ensamble mediante el estudio de la situación actual de los factores que afectan directamente la producción.

El proyecto se realizó con el fin de disminuir los tiempos improductivos que representan un 17% de la producción de la línea mediante un estudio de tiempos, con miras a aumentar la eficiencia general de las operaciones.

Durante el diagnóstico de la situación actual, se pudo determinar que los tiempos improductivos por operación en un día son 25 minutos en alisto de material, 50 minutos en impresión de discos y 35 minutos en confirmación. Además en un mes el costo del tiempo laborado es de 2.752,88 dólares lo que corresponde al 79% del tiempo laborado, mientras que el de tiempos improductivos es de 1.081,73 dólares.

Una de las soluciones es unificar las operaciones de alisto de material e impresión de discos por medio de la movilización de estaciones de trabajo. En conclusión, si se logra implementar las propuestas se obtendrá un ahorro al año de 165.113,82 dólares que beneficiara directamente a la empresa.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

SECCIÓN 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL PROYECTO

El departamento de Kitting de ensamble tiene la meta de cumplir con el indicador de eficiencia para cumplir con la demanda de producción de implantes mamarios según las necesidades y demandas de la empresa. Con este proyecto se propondrá una mejora en el proceso de las operaciones de liberación de la documentación de la orden, el alisto del material, impresión de discos y confirmación de la orden que se realiza en la línea de Kitting.

El proyecto se basara en el estudio de tiempos y análisis de los resultados, con el fin de disminuir los tiempos muertos, regular el índice de eficiencia y bajar costos en personal (UH, 2018).

Línea de investigación que se seguirá: Operaciones Industriales (UH, 2018).

Operaciones industriales: En esta línea de investigación se encuentran todos los proyectos que promueven la optimización de operaciones y procesos, localización y diseño de instalaciones, distribución de espacios y facilidades físicas, mejora y optimización de la productividad y efectividad de los procesos productivos y de servicios, administración y estandarización de las operaciones, diseño e implantación de líneas de producción, planificación y programación maestra de producción, modelos de producción y operaciones, modelos de servucción en ingeniería de procesos, sistemas de producción, sistemas de mejora de eficiencia, eficacia y efectividad de operaciones industriales, logística industrial, gestión de almacenamiento, inventario y distribución y logística de abastecimiento, ,logística de operaciones, logística de proyectos y logística de residuos. (UH, 2018).

También se contemplan dentro de esta línea, el diseño de puestos de trabajo, el análisis de tiempos, análisis de procesos y operaciones industriales, gestión de la productividad y la ingeniería de valor agregado, aplicación genérica o específica de principios y métodos de investigación de

operaciones, programación de ruta y transporte, estrategias de producción, nuevos productos y servicios. Proyectos que desarrollan, aplican o demuestran un servicio innovador en procesos productivos o de servicios también podrán ser incluidos en esta línea de investigación. (UH, 2018).

En el capítulo I se presentara la descripción de la empresa, los antecedentes, la justificación, el problema, los objetivos, el alcance y las limitaciones, para lograr con la meta de la finalización del proyecto.

SECCIÓN 1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

1.2.1 Descripción general de la empresa o institución

En esta sección se incluye información general sobre la empresa:

La empresa se encarga de producir implantes mamarios en la planta de Costa Rica. (Allergan Medical, Manual del empleado, 2016, pág. 5).

Número de empleados: 700 personas laboran en la planta en Costa Rica.

Volumen de producción diaria: 4000 implantes por día aproximadamente. (Allergan Medical, s.f).

1.2.1.1 Misión:

La misión de Allergan es: “Ser una organización integrada, confiable que responde y ofrece productos de alta calidad y crea valor para nuestros clientes”. (Allergan Medical, Manual del empleado, 2016, pág. 5).

1.2.1.2 Visión:

La visión de Allergan es: “Ser la referencia para el Crecimiento Farma”. (Allergan Medical, Manual del empleado, 2016, pág. 5).

1.2.1.3 Política de Calidad

Allergan se dedica a brindar productos y servicios de calidad, seguros y efectivos, que satisfagan las necesidades de nuestros clientes.

Estamos comprometidos a cumplir con los requisitos regulatorios mientras promovemos la mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad para mantener su efectividad.

Nuestros empleados comprenden sus funciones y responsabilidades y como estas respaldan la calidad de nuestros productos y servicios. (Allergan Medical, Manual del empleado, 2016, pág. 5).

1.2.2 Tipos de productos

La planta de Costa Rica se encarga de elaborar diferentes tipos de productos: Los implantes de senos y los Expansores de tejido.

Figura 1 Tipos de implantes mamarios Allergan Medical



Fuente: <https://www.genop.co.za/pages/plastic-surgery/breast-implants.php>

1.2.3 Expansores de tejido

Este producto se utiliza durante el proceso de reconstrucción mamaria que se realiza posterior a una mastectomía (cirugía para expandir el músculo).

El expansor de tejido es un implante que se introduce en el cuerpo de forma temporal, cuya función es expandir todo el tejido de la mama de modo que se crea

el espacio o cavidad necesaria para posteriormente colocar un implante mamario permanente. (Allergan, 2016).

1.2.4 Antecedentes del contexto de la empresa o institución

1.2.4.1 Historia de Allergan

En el año 2006 la corporación Allergan establece negociaciones con INAMED, una compañía con más de siete años de experiencia en Costa Rica en la fabricación de implantes de seno, para establecerse en el país. (Allergan Medical, Manual del empleado, 2016, pág. 3).

En el año 2007, Allergan adquiere INAMED Costa Rica, iniciando operaciones en marzo de ese mismo año, año en el que inaugura también sus instalaciones y obtiene la aprobación de la FDA para operar. La planta de Costa Rica es la única planta de Allergan dedicada a la producción de implantes de seno y dispositivos para el control de la obesidad. (Allergan Medical, Manual del empleado, 2016, pág. 3).

La línea de Kitting de ensamble se encarga de alistar las órdenes para las diferentes líneas de ensamble de implantes. Entre sus operaciones se encuentran:

- Liberar la documentación de la orden.
- Alistar la orden con sus respectivas unidades.
- Imprimir discos de ensamble.
- Confirmar la orden en el sistema y verificar los discos de ensamble.

1.2.4.2 Implantes de Seno

Este producto se utiliza para cirugías estéticas con fines cosméticos como el aumento del tamaño de los senos o en las reconstrucciones de seno asociadas al cáncer de mama.

Se clasifican en:

Forma: Redondos y anatómicos.

Textura: Lisos y texturizados.

(Allergan, 2016).

SECCIÓN 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 La idea del problema

La empresa deja de percibir 165.113,82 dólares al año en la línea de Kitting de ensamble, esto es consecuencia de tiempos improductivos que constituyen un 21% de la producción diaria, un 33% de los tiempos improductivos pertenece a la búsqueda de unidades por la mala rotación de inventarios. La desactualización del índice de eficiencia indica que no se esté utilizando el 17% de la capacidad de la línea y reimpresiones de discos de acetal lo que provoca una pérdida de 10.0929,02 dólares anuales y que el producto no se entregue a tiempo.

1.3.2 Definición del problema

El problema detectado es que se encuentran altos tiempos improductivos, mala rotación de inventarios, desactualización del índice de eficiencia provocada por la no utilización de toda la capacidad de producción de la línea y alta cantidad de reimpresiones de discos de acetal. Se considera un problema porque la empresa deja de vender producto que no se entrega a tiempo por lo tanto pierde dinero.

1.3.3 Justificación

Allergan es:

Una compañía de múltiples especialidades al cuidado de la salud enfocada en el descubrimiento, desarrollo y comercialización de productos farmacéuticos, biológicos, de venta libre y dispositivos médicos innovadores que permiten a las personas alcanzar su potencial de vida, para ver con más claridad, moverse con mayor libertad y expresarse de una forma más completa. (Allergan, 2016, pág. 3).

Por lo tanto, como Allergan es una compañía enfocada en la mejora de sus productos y de los métodos de trabajo, para mantenerse en el negocio, se justifica que el proyecto se apegue a esta ideología y que la empresa se pueda beneficiar con los resultados que se puedan obtener para beneficiar a la línea de Kitting de ensamble.

La implementación de este proyecto beneficia al departamento de Gerencia y al área de Kitting de ensamble de la empresa Allergan Medical de Costa Rica.

Se explica cómo solucionar los problemas que se presentan por altos tiempos improductivos y la subutilización de personal. Se cuenta con el permiso de la Alta Gerencia de la compañía.

La oportunidad de negocio es de suma importancia para optimizar la línea de Kitting de ensamble y se tomara como base el indicador de eficiencia, el cual comprende el periodo de julio a diciembre de 2017 representa un 51% de subutilización. Esto constituye una pérdida de tiempos improductivos de diario, en un mes esto representa el 21% de las ganancias que se generan en la línea.

SECCIÓN 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo general

Optimizar el proceso de la línea de Kitting de ensamble mediante un estudio del proceso para la reducción de costos a través de la disminución de tiempos improductivos e impresiones de discos de acetal, plan de revisión de inventarios y actualización de índice de eficiencia.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las causas que afectan el índice de eficiencia de ensamble de Kitting y provocan tiempos improductivos.
- Medir las variables que integran el proceso de Kitting de ensamble, asociadas con la causa principal que provoca tiempos improductivos.
- Analizar resultados de la medición de variables y su afectación en el proceso de alisto de implantes mamarios.
- Proponer mejoras en el proceso que me impacten en un ahorro de valor para la empresa.
- Estimar el costo-beneficio de las propuestas a sugerir con base en el análisis de la situación actual.

SECCIÓN 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

El presente proyecto abarca la línea de Kitting de ensamble, comprende el área de alisto de material para las diferentes líneas de ensamble, se desarrollara para el primer semestre del año 2018, con la facilidad de Allergan Costa Rica, ubicada en la Aurora de Heredia.

1.5.2 Limitaciones

La información y los datos que se presentaran son un aproximado cuyo fin es entender el proceso de la línea y se mantendrá la confidencialidad de la empresa Allergan Medical de Costa Rica.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

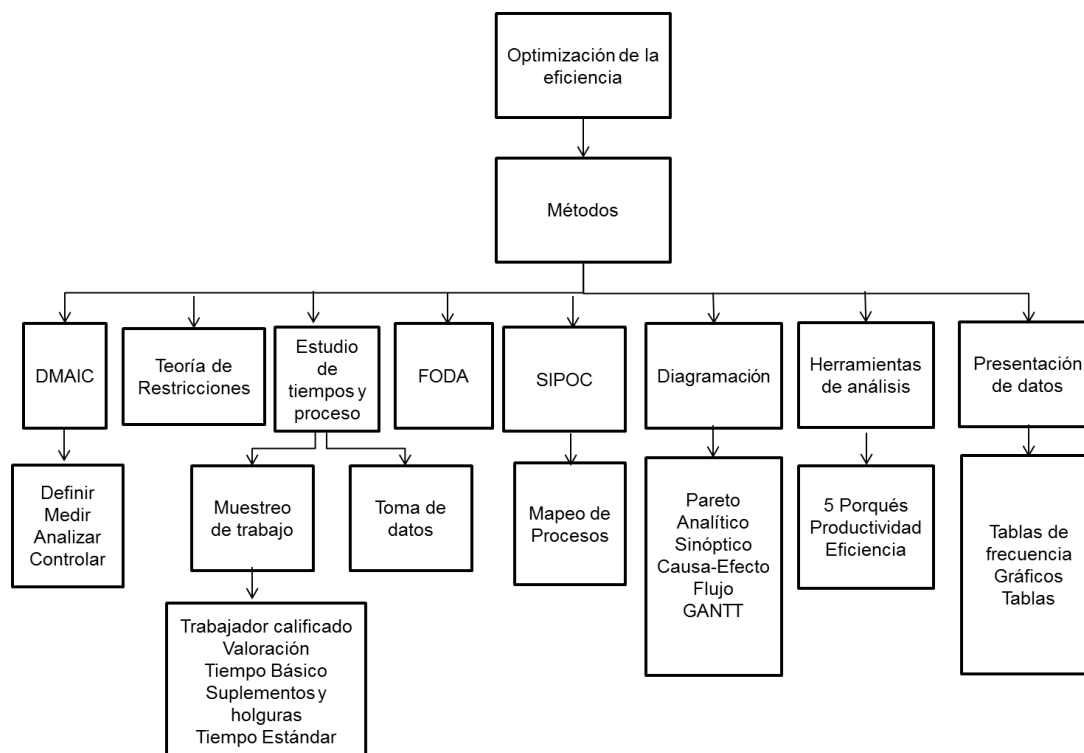
SECCIÓN 2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

Este marco teórico es el resultado de la investigación en los diferentes documentos que están relacionadas con el tema a investigar.

Para las empresas es importante que se midan los tiempos tanto de espera como de entrega del servicio al cliente para esto es importante utilizar instrumentos de Ingeniería que permitan medir indicadores para analizar los datos y obtener medidas de mejora al proceso.

2.1.1 Mapa Conceptual

Figura 2 Diagrama de Mapa Conceptual



Fuente: Elaboración propia, San José, 2018.

Por lo tanto, las herramientas que se usarán en el siguiente proyecto son:

2.1.2 DMAIC

Consiste de 5 fases conectadas de manera lógica entre sí (definir, medir, analizar, mejorar, controlar). Cada una de estas fases utiliza diferentes herramientas que son usadas para dar respuestas ciertas preguntas específicas que dirigen el proceso de mejora. (Gutiérrez, 2014, pág. 301). Es una herramienta de la metodología enfocada en la mejora incremental de procesos existentes. La herramienta es una estrategia de calidad basada en estadística, que da mucha importancia a la recolección de veracidad de los datos como base de una mejora. Cada paso en la metodología se enfoca en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error.

Las etapas de la metodología DMAIC se explican a continuación:

Definir: Se identifican las causas que ocasionan el problema de estudio.

Medir: Se cuantifica el impacto de cada causa para facilitar el análisis.

Analizar: De acuerdo con el valor asignado a cada causa, se determinan las posibles mejoras.

Implementar: Una vez definidas las mejoras se diseñan las soluciones que atacan la causa raíz y comprueban ser efectivas; además se detallan los pasos a seguir en la implementación de la mejora.

Controlar: Para garantizar que las acciones de la solución se mantengan; se deben implementar acciones para monitorear el proceso asegurando que el rendimiento sea consistente.

2.1.3 FODA

Es una herramienta analítica que permite trabajar con toda la información que se posea sobre una organización determinada. “Herramienta estratégica de análisis de la situación de la empresa. El principal objetivo de aplicar la Matriz Dafo en una organización, es ofrecer un claro diagnóstico para tomar las decisiones estratégicas oportunas y mejorar en el futuro”. (Espinoza, 2013, pág. 1).

Su división, según Espinoza (2013), en análisis externo:

“Oportunidades: Representan una ocasión de mejora de la empresa. Las oportunidades son factores positivos y con posibilidad de ser explotadas por parte de la empresa”.

“Amenazas: Pueden poner en peligro la supervivencia de la empresa o en menor medida afectar a nuestra cuota de mercado. Si identificamos una amenaza con suficiente antelación podremos evitarla o convertirla en oportunidad”.

Su división, según Espinoza (2013), en análisis interno:

“Fortalezas: Son todas aquellas capacidades y recursos con los que cuenta la empresa para explotar oportunidades y conseguir construir ventajas competitivas”.

“Debilidades: Son aquellos puntos de los que la empresa carece, de los que se es inferior a la competencia o simplemente de aquellos en los que se puede mejorar”.

2.1.4 Toma de datos

Uso de técnicas e instrumentos para recopilar información acerca de un determinado tema que es objeto de una investigación. Es una de las tareas más importantes pues de ellos depende el producto que se desea desarrollar. (Acevedo y Conde, 2013, pág. 25). Se toman como herramientas cronómetros, tablero de observaciones y formularios de toma de tiempos.

2.1.5 Muestreo de Trabajo

La teoría de muestreo de trabajo es una técnica usada para conocer las proporciones del tiempo total dedicadas a las distintas actividades que constituye un proceso. Sus resultados sirven para determinar la utilización de máquinas, los suplementos aplicables a las tareas y los tiempos estándar. (Niebel y Freivalds, pág. 512). Esta técnica está basada en la probabilidad y el nivel de confianza que indica el

porcentaje que va a representar a mayoría de los datos. Además es importante realizar el la estimación preliminar (por medio de un muestreo aleatorio) que determina las actividades improductivas y productivas. Esto determina un error estándar.

N = total de la población.

D = precisión

p = proporción esperada

$q = 1 - p$

n = número de observaciones

z = número de desviaciones según el nivel de confianza.

$$N = \frac{N \cdot z \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z \cdot p \cdot q}$$

El muestreo de trabajo será utilizado para la determinación de los tiempos estándar generados por cada operación de la línea de Kitting de ensamble. Es utilizado como una herramienta ingenieril.

2.1.8 Estudio del tiempo

El estudio del trabajo según Kanawaty es:

Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (Kanawaty, 1996, pág. 77). El estudio de tiempos se realiza un muestreo preliminar, por medio de una muestra y su tamaño se determinara estadísticamente, junto con los datos obtenidos en la toma de tiempos.

Por otra parte, es importante contar con herramientas mínimas para obtener los datos del estudio, entre las que se mencionan: cronómetro, tablero de observaciones y formularios de estudio de tiempos.

Trabajador calificado: “Es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad”. (Kanawaty, 1996, pág. 306).

Valoración: “Es justipreciarlo por correlación con el concepto que se tiene de lo que es el ritmo tipo”. (Kanawaty, 1996, pág. 310).

Tiempo básico: “Es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo.” (Kanawaty, 1996, pág. 324).

Tiempo observado x Valor del ritmo observado

Valor del ritmo tipo

Suplementos y holguras: “Tiempo para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales”. (Kanawaty, 1996, pág. 338).

En la siguiente ecuación se puede llegar a obtener el tiempo estándar de cada operación:

Tiempo Estándar: Tiempo básico + Tiempo básico x holgura. (Kanawaty, 1996, pág. 338).

2.1.9 Diagrama de causa-efecto

Según Gutiérrez: “Método gráfico que relaciona un problema o efecto con sus posibles causas”. (Gutiérrez, 2010, pág. 206).

El método consiste en utilizar 6 tipos de factores potenciales, se conoce como las 6M:

Mano de obra: Se pregunta si el personal conoce el proceso, procedimiento, funciones, tiene capacitación, y tiene la habilidad, capacidad y motivación para ejercer el trabajo.

Método: Se pregunta si el trabajo es estandarizado y si las responsabilidades están definidas y claras. Además las operaciones deben ser congruentes con los procedimientos.

Maquinaria: Se deben evaluar los siguientes aspectos, que las maquinas generen producto conforme con las especificaciones, que los parámetros sean los correctos según lo requerido por el producto, tengan mantenimiento, tanto preventivo como correctivo y que no sean obsoletas.

Materiales: Es importante conocer si existe variabilidad en los materiales que suplen los proveedores y si esto influye en el proceso.

Mediciones: La pregunta es si existen mediciones para detectar el problema, y si los equipos están calibrados de forma periódica. Además de conocer si existen mediciones, cual es la muestra, si existe evidencia y un historial.

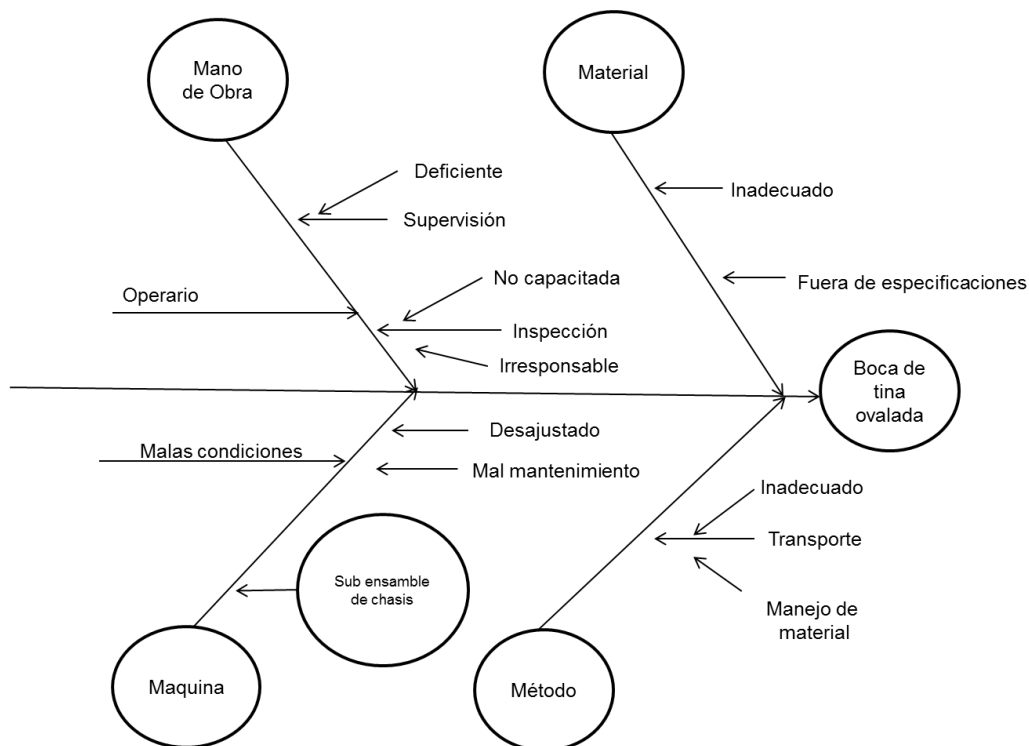
Medio ambiente: Si el proceso depende de las condiciones ambientales.

Las ventajas de la utilización del diagrama de causa-efecto son:

1. Mejor conocimiento sobre el proceso.
2. Fomenta el trabajo en equipo debido a que se debe consultar a diferentes participantes de diferentes áreas y facilita la discusión de diferentes temas.

3. Se determina la causa raíz que produce el problema en estudio y los demás factores latentes a estudiar.

Figura 3 Diagrama de Ishikawa



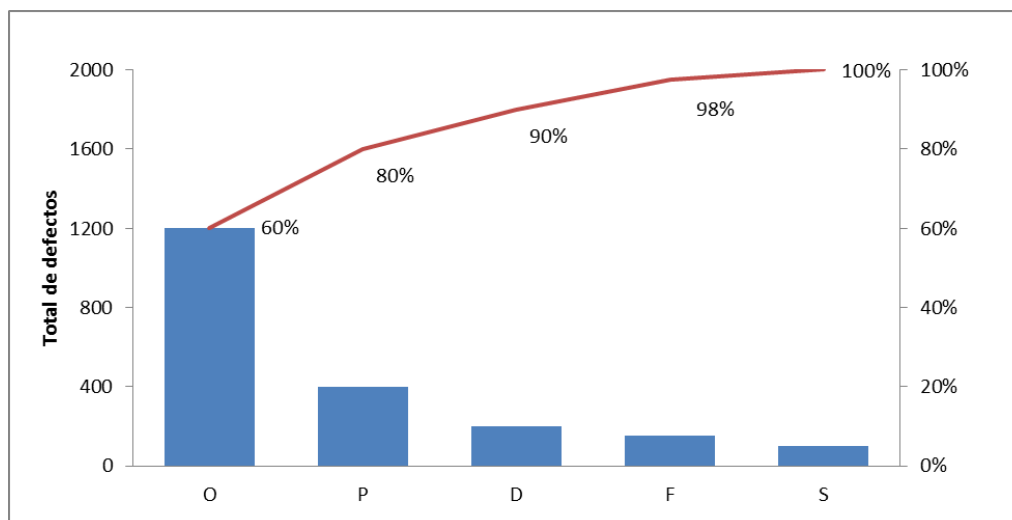
Fuente: Elaboración propia, tomado de Control y Calidad, San José, 2018

El diagrama causa-efecto se conoce con el nombre de Ishikawa, su nombre se deriva de su creador Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas, o también llamado diagrama de espina de pescado.

2.1.10 Diagrama de Pareto

Según Gutiérrez es: "Grafica de barras que ayuda a identificar prioridades y causas, ya que se ordenan por orden de importancia los diferentes problemas que se presentan en un proceso". (Gutiérrez, 2010, pág. 193).

Figura 4 Diagrama de Pareto

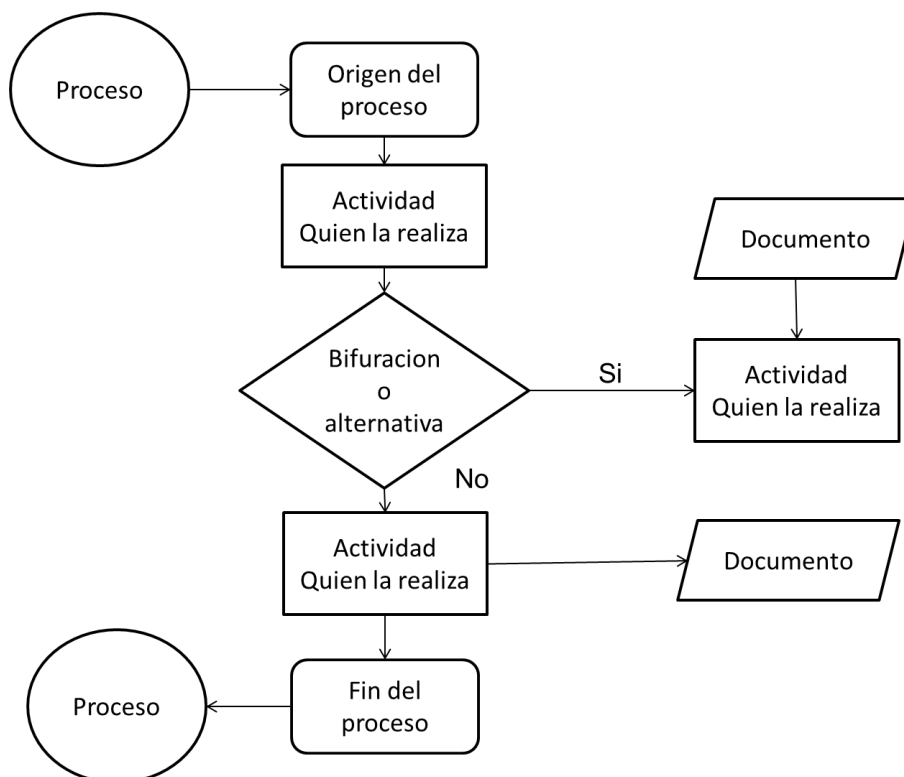


Fuente: Elaboración propia, tomado de Control y Calidad, San José, 2018.

2.1.11 Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo según Manene es “Una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones o áreas de su estructura organizativa”. (Manene, 2011).

Figura 5 Diagrama de Flujo



Fuente: Elaboración propia, tomado de Diagrama de Flujo, San José, 2018.+

El diagrama de flujo es importante en el estudio del proceso de la línea de Kitting ya que se delimita cada operación.

2.1.12 Modelo SIPOC

La herramienta utilizada con base en DMAIC es el proceso conocido como Modelo de SIPOC (significado de sus siglas en inglés: Supplier, input, process, customer).

Según Molteni: “Diagrama SIPOC es una de las técnicas más útiles y más utilizadas en la gestión y mejora de procesos. Se emplea para presentar una perspectiva de un vistazo de los flujos de trabajo”. (Molteni, 2005, pág. 144).

Es el diagrama de todas las actividades que se pretende analizar: proveedor, la entrada, el proceso, resultado o salida cliente.

El Proveedor según Molteni es: “Proveedor es la persona o grupo que suministra información, materiales u otros recursos para el proceso”. (Molteni, 2005, pág. 144).

De acuerdo con Molteni la Entrada es: “Lo suministrado”. (Molteni, 2005, pág. 144).

El Proceso según Molteni es: “El conjunto de etapas que transforman y que, idealmente, añaden valor al resultado”. (Molteni, 2005, pág. 144).

El Resultado es: “El producto final del proceso”. (Molteni, 2005, pág. 144).

El Cliente es: “La persona o grupo proceso que recibe el resultado”. (Molteni, 2005, pág. 144).

2.1.13 Mapeo de procesos

El mapeo de procesos es, según la Norma ISO 9001:2015: “El enfoque a procesos implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones, con el fin de alcanzar los resultados previstos de acuerdo con la política de la calidad y la dirección estratégica de la organización”. (ISO 9001:2015). Esta herramienta no tiene una estructura definida por lo tanto se basa en la relación de los diferentes departamentos y procesos según los objetivos que desean alcanzar.

Tipos según Trishchler:

- **Estratégicos:** Constituyen guías y directrices para los procesos operativos y de apoyo. Dentro de esta clasificación se encuentran los procesos gerenciales o administrativos de la organización. (Trishchler, 1996). Se interpreta como la alta gerencia.
- **Operativos:** Crean valor y tienen impacto en el cliente final, son los procesos de realización del producto. (Trishchler, 1996). Lo comprenden los departamentos de: Gestión de Compras (materias primas, insumos y

servicios) y Gestión de la Producción (recepción, incoming, almacén, ensamble y los empaques).

- De Apoyo: Dan apoyo o soporte a los procesos clave. Su valor es indirecto y generalmente sus clientes son internos. (Trishchler, 1996). Son todos los departamentos que dan apoyo al proceso (mantenimiento, calibraciones, recursos humanos, entre otros).

Beneficios:

- Permite visualizar de forma fácil la interacción de los procesos de la organización.
- Se toma en cuenta las expectativas del cliente, dan como resultado la satisfacción del cliente y el cumplimiento de los requerimientos por parte de la organización.
- Le da mayor valor a la organización.

2.1.14 Diagrama de GANTT

El diagrama de GANTT, según Muriel es: “La representación gráfica de la planificación de un proyecto concreto que facilita la organización de la secuencia de las tareas o actividades y el orden en el que estas deben ser completadas”. (Muriel, 2016). Esta herramienta es importante en el trabajo debido a que se realiza con un tiempo determinado y, según actividades.

2.1.15 Los cinco porqués

Los cinco porqués según De Seta: “Es un método con base en realizar preguntas para explorar las relaciones de causa-efecto que generan un problema particular. El objetivo es determinar la causa raíz de un defecto o problema”. (De Seta, 2008).

“Esta técnica se utilizó por primera vez en Toyota durante la evolución de sus metodologías de fabricación, que luego culminarían en el Toyota Production System (TPS). Esta técnica se usa actualmente en muchos ámbitos, y también se utiliza dentro de Six Sigma”. (De Seta, 2008).

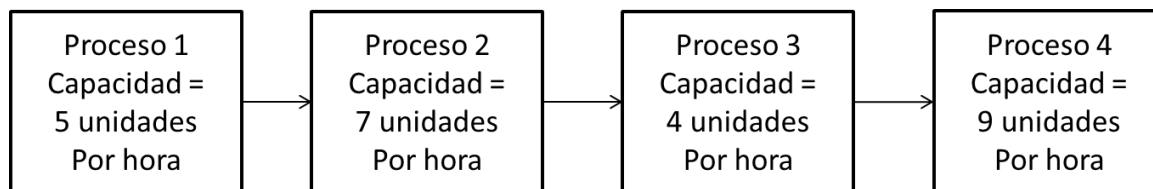
2.1.16 Teoría de Restricciones

Según Chapman la teoría de restricciones es:

Es toda la planificación hacia la generación de un producto o servicio consiste, básicamente, de una serie de procesos vinculados. Cada proceso tiene la capacidad específica para generar una producción determinada por la operación, y en casi todos los casos existe un proceso que limita o restringe el rendimiento de la operación completa. (Chapman, 2006, pág. 220).

La restricción es: “Cualquier factor que limita a la compañía para alcanzar su objetivo.” (Chapman, 2006, pág. 220).

Figura 6 Etapas de la teoría de Restricciones



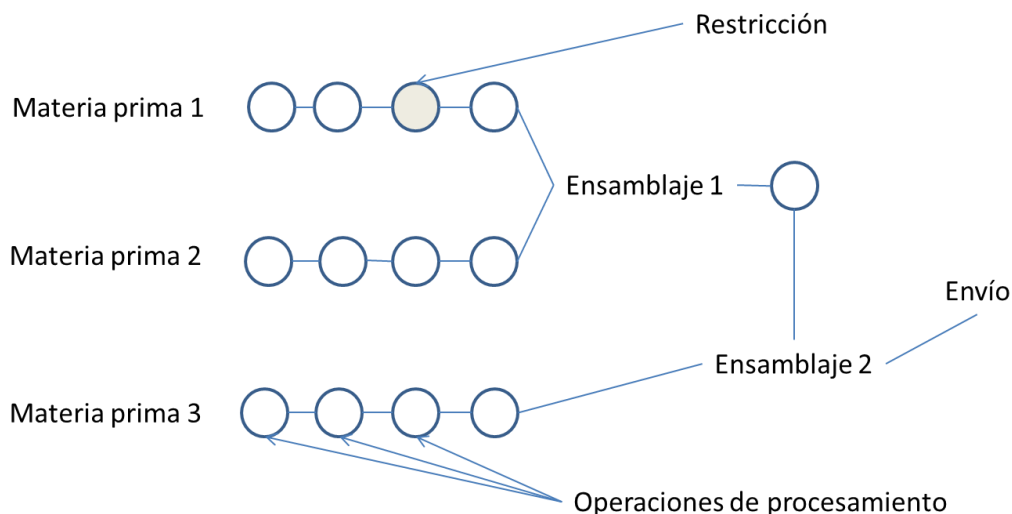
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cinco pasos del TOC:

- 1. Identificar la restricción:** “Esto implica la necesidad de analizar el proceso completo para determinar qué proceso limita el rendimiento. El concepto no restringe este análisis únicamente a los procesos operativos”. (Chapman, 2006, pág. 224).

2. **Explotar la restricción:** “Se refiere a encontrar métodos para maximizar la utilización de la restricción con el objetivo de obtener un rendimiento productivo”. (Chapman, 2006, pág. 224).
3. **Subordinar todo a la restricción:** “La utilización efectiva de la restricción es lo más importante. Todo lo demás es secundario”. (Chapman, 2006, pág. 224).
4. **Elevar la restricción:** “Encontrar formas de incrementar las horas disponibles de la restricción, incluyendo su propio aumento”. (Chapman, 2006, pág. 224).
5. **Una vez que la operación deja de ser restrictiva, encontrar la nueva restricción y repetir los pasos:** “Al incrementarse la utilización eficaz de la operación restrictiva, esta puede dejar de ser una restricción, pero aparecerá otra a lo largo del proceso”. (Chapman, 2006, pág. 224).

Figura 7 Ejemplo de la Teoría de Restricciones



Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.1.17 Productividad

Según Gutiérrez la productividad es:

La relación entre lo producido y los medios utilizados, por lo tanto, se mide mediante el cociente: Resultados logrados entre recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades. Mientras que los recursos empleados se cuantifican por medio del número de trabajadores, tiempo total empleado, horas-maquina, costo, etc. De manera que mejorar la productividad es optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados. Se incrementa maximizando resultados y/u optimizando recursos. (Gutiérrez, 2013, pág. 7).

$$\text{Formula} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}}$$

Eficiencia según Gutiérrez: “Relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos, etc.” (Gutiérrez, 2013, pág. 7).

$$\text{Formula} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}$$

2.1.18 Diagrama Sinóptico del Proceso

Según Kanawaty el diagrama sinóptico es: “Un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones”. (Kanawaty, 1996, pág. 86). Se tomaran en cuenta solo las operaciones principales en el proceso de Kitting de ensamble, representadas solo por dos símbolos de operación (O) e inspección (O).

2.1.19 Diagrama Analítico del Proceso

Kanawaty expresa que el diagrama analítico: “Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda”. (Kanawaty 1996, pág. 91). Se toman en cuenta todos los símbolos (operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento).

SECCIÓN 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Seis Sigma

Historia de Seis Sigma

Se introdujo Seis Sigma por primera vez en 1987, en Motorola por un equipo de directivos encabezado por el presidente de la compañía Bob Galvin, con la intención de reducir los defectos de productos electrónicos. Además de Motorola, dos organizaciones más que contribuyeron a consolidar la estrategia Seis Sigma y sus herramientas son Allied Signal, que inicio su programa en 1994, y General Electric (GE), que comenzó en 1995. Un factor decisivo de su éxito fue que sus presidentes, Larry Bossiy y Jack Welch, respectivamente, encabezaron de manera entusiasta y firme el programa en sus empresas. (Gutiérrez, 2014, pág. 296).

Entre sus logros están:

Motorola logró ahorrar cerca de 1000 millones de dólares durante tres años y se hizo acreedora al premio a la calidad Malcolm Baldrige en 1988.

Allied Signal ahorro más de 2000 millones de dólares entre 1994 y 1999.

GE alcanzó más de 2570 millones de dólares en ahorros en tres años (1997-1999). (Gutiérrez, 2014, pág. 296).

Definición de Seis Sigma “Un programa gerencial que implica un cambio en la forma de operar y tomar decisiones. Por esto, la estrategia debe comprenderse y apoyarse desde los niveles altos de la dirección de la organización, empezando por su máximo líder”. (Gutiérrez, 2014, pág. 297).

2.2.2 DMAIC

Esta sección da soporte a la gestión del proyecto y a sus diferentes etapas, se utiliza el método DMAIC, cuyas etapas son la planeación, el desarrollo, la implementación, el control y la evaluación.

Definir: “Definir problemas y métricas, señalar como afecta al cliente y precisar los beneficios esperados del proyecto, los propietarios y el equipo”. (Gutiérrez, 2014, pág. 301).

Medir: “Comprender mejor el proceso, validar métricas, verificar que pueden medir bien y determinar la situación actual”. (Gutiérrez, 2014, pág. 301).

Analizar: “Identificar fuentes de variación (las x) como se genera el problema y confirmar las X vitales con datos”. (Gutiérrez, 2014, pág. 301).

Controlar: “Diseñar un sistema para mantener mejoras logradas (controlar X vitales). Cerrar proyecto (lecciones aprendidas). “(Gutiérrez, 2014, pág. 301).

Mejorar: “Evaluar e implementar soluciones. Asegurar que se cumplen los objetivos”. (Gutiérrez, 2014, pág. 301).

SECCIÓN 2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

Esta sección comprende la base teórica para desarrollar el proyecto. Para este fin se va a utilizar el modelo de diseño de Ingeniería Dieter.

2.3.1 Modelo Dieter

Consiste en los siguientes pasos: Reconocimiento de la necesidad, definición del problema, recopilación de la información, conceptualización, evaluación, y comunicación del diseño.

2.3.1.1 Reconocimiento de la necesidad

“Usualmente una necesidad consiste en la insatisfacción con la situación existente. Las necesidades son identificadas desde muchos puntos en una empresa, estas pueden detectarse en el proceso de la producción, y a través de los clientes y distribuidores. (Dieter, 2009, pág. 2).

2.3.1.2 Definición de un problema

Probablemente la parte más crítica del diseño, es la definición del problema, ya que el verdadero problema no es siempre el que se ve a simple vista. Es bastante conveniente definir al problema lo más ampliamente posible. Si la definición es amplia, se evitará en caer en soluciones inadecuadas, además nos permitirá tener una mejor perspectiva para el desarrollo de las siguientes fases del diseño. La figura enmarca la importancia de la definición de un problema, ya que muestra la visión equivocada que los involucrados tienen el mismo. (Dieter, 2009, pág. 2).

2.3.1.3 Recopilación de información

Es el punto más importante en esta fase, es estar conscientes de la información requerida en el diseño es diferente a la tradicionalmente se asocia con un curso académico. Los libros de texto, proveen de muy poca

información para un diseño. Debido a lo anterior, las fuentes de información más recomendables son las siguientes: Artículos, documentos del gobierno, registros de patentes, informes de analistas. (Dieter, 2009, pág. 2).

2.3.1.4 Conceptualización

“Nos permite determinar los elementos, mecanismos, procesos o configuración que al combinarse proporcionan un diseño que satisface nuestras necesidades. Dentro de este paso del diseño es fundamental utilizar la creatividad y la inventiva para llegar a la solución adecuada”. (Dieter, 2009, pág. 2).

2.3.1.5 Evaluación

“Envuelve el análisis detallado. Típicamente la evaluación involucra cálculos, generalmente en computadora, del modelo analítico del diseño”. (Dieter, 2009, pág. 2).

2.3.1.6 Comunicación del diseño

“La comunicación del diseño se da usualmente, mediante una presentación oral, acompañándola con un trabajo escrito contenido en planos, programas de computadora y modelos”. (Dieter, 2009, pág. 2).

SECCIÓN 2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

En esta sección se expone el Estado del Arte que consiste en todas las investigaciones a las que se basará el proyecto en curso. Estas investigaciones son recientes y se basan en la misma línea de trabajo. Se realizaron hace menos de 10 años por lo tanto son de suma importancia sobre el tema expuesto, por esto, se enfocara en la profundidad y relevancia.

Los proyectos contemplados son:

1. Proyecto:

Autor: Gustavo Uribe Godínez Madrigal.

Tema: Reducción de implantes mamarios rechazados por presencia de partículas de acetato generadas en el departamento de Shell Fab de la empresa Allergan, para el primer semestre 2016.

Profundidad: “La presente investigación está dirigida en definir la causa raíz del bajo índice de eficiencia del indicador de Rendimiento de Ensamble y su efecto en el proceso productivo de implantes mamarios”. (Godínez, 2016, pág. 65).

Las conclusiones del proyecto son:

1. En la fase Definir se realiza un estudio para estimar la cantidad de Implantes Mamarios desechados y los defectos predominantes que afectan el índice de producción del Indicador Rendimiento de Ensamble (...) constituyen un 73,6% del total de Implantes rechazados por defectos relacionados con partículas de Acetato en algún componente o dentro del Implante Mamarios ya ensamblado. (...) representan un costo en dólares estadounidenses de \$182267.00 en el periodo evaluado correspondiente al año 2015. (Godínez, 2016, pág. 132).

2. Por medio del estudio en el proceso de fabricación de Shells se determina que los únicos objetos que desprenden partículas de Acetal son los Moldes y sus respectivos Rods de Acetal utilizados para darle forma y volumen a las Shells de silicón y procede a investigarse todas las operaciones en las cuales se debe utilizar los Moldes y Rods de Acetal en el proceso de fabricación de silicón. (Godínez, 2016, pág. 133).

3. En la fase Medir del ciclo DMAIC, se procedió a realizar un estudio que permite determinar y validar las causas anteriormente descritas en donde se obtuvo que: El 60% de los moldes de Acetal analizado muestra una marca generada por la cuchilla utilizada por la maquina cortadora de Shells, un 84% muestra daños o marcas en la parte superior de los Rods de Acetal marca generada por el uso del alicate de presión utilizado para ajustar los Rods a los Moldes de Acetal y un 98% con marcas identificadas en la parte media e inferior de los Rods de Acetal. (Godínez, 2016, pág. 134).

4. Por medio de la aplicación de un (FMEA) Análisis Potencial de Modo de Falla y Efecto utilizado en la fase Analizar del ciclo DMAIC, se deduce que las cinco causas identificadas en el proceso de Fabricación se Shells requieren acción inmediata. (Godínez, 2016, pág. 132).

5. En la fase de implementación (...) se concluyó que para realizar mejoras en las operaciones de ajuste de Rods a los moldes de Acetal con el alicate de presión y remover las partículas de Acetal de las Shells... únicamente el supervisor del departamento de Shell Fab esa facultado para realizar las acciones de mejora propuestas que necesitan validación. (Godínez, 2016, pág. 132).

2. Proyecto

Autor: Raquel Alfaro Vargas

Tema: Mejora en el uso del Recurso Humano mediante una reasignación de labores en el área de manufactura de Allergan Medica, Costa Rica.

Relevancia y profundidad: “El proyecto se realiza con el fin de aprovechar el recurso humano disponible, reduciendo los tiempos muertos mediante la asignación de distintas tareas, con miras a aumentar la eficiencia general de las operaciones” (Alfaro, 2015, pág. 11).

Las conclusiones del proyecto son:

1. “Actualmente se tienen operaciones con altos tiempos ociosos, como Dipping, Kitting de Ensamble y label Printing, los cuales implican un total de \$303.500,00 anuales pagados por tiempo improductivo”.
2. “Se necesita un operario extra en las estaciones de MIXING, Rodding, DHR Review y Carga de Gel”.
3. “Se tiene un operario extra en Dipping para los tres turnos, así como tres operarios de más para Kitting de Ensamble Turno A y 2 para Turno B”.
4. “Utilizar el tiempo ocioso de los Dippers en otras labores que permitan agilizar la producción de otras operaciones permitiría un ahorro anual de \$74.200,00”.
5. “Utilizar un formulario de registro de limpieza de hornos Lytzen permite llevar registro del cumplimiento del procedimiento para la operación de Dipping”.
6. “Utilizar el tiempo ocioso de los Kitters de Ensamble en revisión del DHR y en el monitoreo de los reprocesos, evita la contratación de más personal, lo cual implica un ahorro de \$46.120,00 al año”.

7. “Establecer horarios de carga de hornos de curado en el área de Gel Assembly con el fin cumplir la producción meta y evitar el pago de tiempo extra a los operarios implica un ahorro de aproximadamente \$22.670,00 anuales”.
8. “Actualmente se pagan \$326.100,00 al año en tiempo ocioso y tiempo extra; con la implementación de la propuesta se espera un ahorro anual de \$142.900,00 lo cual equivale a un 43,84% del monto anterior”.
9. “El costo de implementación ronda los \$10.800,00, lo cual equivale a solo un 7,5% de los ahorros totales que sugiere la propuesta”.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

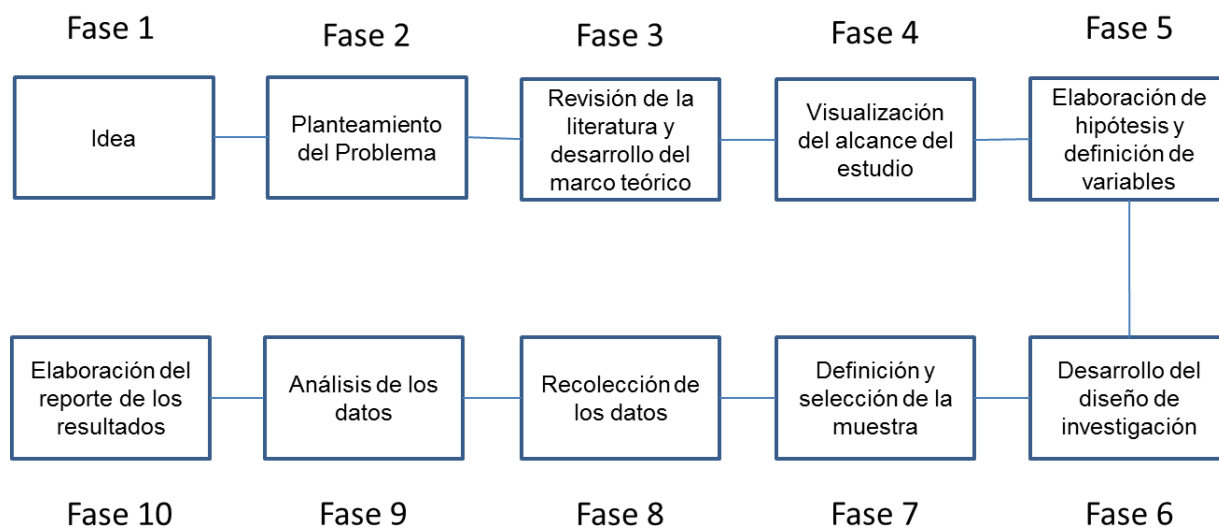
SECCIÓN 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

3.1.1 Enfoque cuantitativo

Según Sampieri: “Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (Sampieri, 2010, pág. 46). Para la medición del indicador de Eficiencia de la línea de Kitting va a servir como base para la definición del problema y el análisis de los datos recolectados.

Entre las fases se encuentran, según Sampieri:

Figura 8 Diagrama de los pasos a seguir en la metodología cuantitativa.



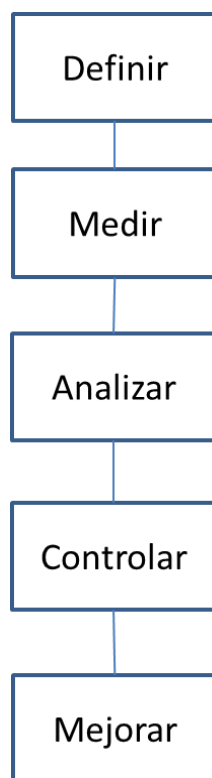
Fuente: Elaboración propia, datos tomados de Sampieri 2010.

SECCIÓN 3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO

3.2.1 Metodología DMAIC

Para el proyecto se aplicará la utilización del método DMAIC en todas sus etapas, para el cumplimiento de los objetivos del proyecto y lo planteado por la empresa buscando la optimización del proceso de Kitting de Ensamble.

Figura 9 Diagrama de Etapas de Metodología DMAIC



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Definir: Definir los tiempos estándar por operación, con base en los objetivos estratégicos de la empresa con el fin de optimizar la línea de trabajo.

Medir: Tiempos improductivos, tiempos de operación estándar.

Analizar: Los tiempos improductivos más altos y sus causas, cantidad de personal requerido.

Controlar: Determinación de tiempo muerto con base en los datos y juntar operaciones para disminuir transportes.

Mejorar: Controlar los tiempos improductivos de las operaciones.

3.2.2 Alcance del proyecto:

“Investigación longitudinal o diacrónica; la cual consiste en el estudio de la evolución de un fenómeno durante un período determinado” (Crizman, 2016, pág. 14). Para el proyecto se llevará un alcance temporal longitudinal o diacrónica con base en el estudio de datos pasados por lo tanto se podrán analizar tendencias y encontrar posibles soluciones.

Se basará en el estudio de la recolección de datos de julio 2017 a diciembre 2017 de la línea de Kitting de Ensamble de la Empresa Allergan Medical Costa Rica con el fin de obtener una optimización de las operaciones, disminución de tiempos muertos, por medio de una solución que se adapte a los objetivos de la empresa y el proyecto.

3.2.3 Definición de un buen producto

El presente proyecto está dirigido a la optimización de la línea de Ensamble de Kitting por medio de la medición del indicador de eficiencia y la búsqueda de una solución para disminuir los tiempos improductivos y su efecto en la producción y entrega de producto a las diferentes líneas de abastecimiento de implantes mamarios, con el fin de definir con base en el indicador la entrega de un buen producto.

3.2.4 Leyes que rigen a la industria médica en Costa Rica.

Tabla 1 Normas que rigen la industria médica.

Leyes	Nombre	Contenido
Ley 13485	ISO 13485 Sistemas de Gestión de la Calidad de Equipos Médicos	Es un sistema de gestión de la Calidad (SGC) reconocido internacionalmente para fabricantes de equipos médicos y servicios relacionados.
FDA	Certificado de Exportación U.S. FDA.	Empresas que exportan productos desde los Estados Unidos y contiene un documento preparado por la U.S. FDA. Y contiene información sobre el estado regulatorio comercial del producto.
INMETRO	Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (Brasil)	Verifica el cumplimiento de las normas técnicas y de las legales en lo que se refiere a las unidades de medida, métodos de medición, medidas materializadas, instrumentos de medición y productos medidos.

Fuente: Elaboración propia. Recopilado de Allergan Medical.

3.2.5 Plan de recolección de datos

El plan de recolección de los datos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2 Pasos para la toma de datos.

Número de pasos a realizar	Movimientos por realizar	Comentario
Paso 1	Observación y documentación de cada operación.	Consiste en la observación de cada operación y en documentar en una hoja los pasos en que consiste la operación con el fin de tener una base en Excel.
Paso 2	Clasificar el tipo de operación.	Cada operación se clasificará según la cantidad de veces que se tenga que realizar durante la operación.
Paso 3	Determinación del método de toma de tiempos estándar.	Se determina si la toma de tiempos se realizará con tabla o video según corresponda la operación y la facilidad de la toma del tiempo.
Paso 4	Medir los tiempos estándar de cada operación.	Se miden los tiempos muertos y se almacenan en una tabla de datos.
Paso 5	Determinar los tiempos muertos de cada operación.	Se miden y determinan los tiempos muertos. Se clasifican en un general.
Paso 6	Se analizan los datos obtenidos.	Analizar los datos obtenidos en la toma de tiempos.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

SECCIÓN 3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

3.3.1 Presentación de Propuesta

Según Álvarez: “Habiendo realizado el proceso de análisis e interpretación de resultados, la siguiente fase es la de generar propuestas, diseño de modelos o nuevas hipótesis de trabajo”. (Álvarez, 2015, pág. 25). Por lo tanto el presente proyecto pretende analizar los resultados de la investigación en la línea de Kitting de Ensamble por medio de un plan con base en el cumplimiento de los objetivos de la empresa y del proyecto.

Es importante tomar en cuenta el tiempo y las actividades planificadas para la recolección de datos y su análisis para obtener una solución o propuesta, que sea congruente con las expectativas de la empresa y el cumplimiento de los objetivos del proyecto. “

3.3.2 Investigación de campo y diseño

Este este proyecto se tomará como base la investigación de campo y diseño, según Sampieri:

El diseño al igual que la muestra, la recolección de los datos y el análisis, va surgiendo desde el planteamiento del problema hasta la inmersión inicial y el trabajo de campo y, desde luego, va sufriendo modificaciones, incluso cuando es más bien una forma de enfocar el fenómeno de interés. Dentro del marco del diseño se realizan las actividades mencionadas hasta ahora: Inmersión inicial y profunda en el ambiente, estancia en el campo, recolección de los datos, análisis de los datos y generación de la teoría. (Sampieri, 2010, pág. 492).

Con base en la investigación de campo los diferentes elementos que constituyen la investigación como las personas y la observación que se pueda realizar, además de la toma de datos y recolección de información pertinente son de vital importancia para la resolución del problema y de los objetivos del proyecto.

3.3.3 Ciclo Deming en la propuesta de mejora

El ciclo de Deming consiste en las siguientes etapas:

- **Planificación:** Se determinan los objetivos del proyecto, los alcances, limitaciones y los recursos disponibles para su realización.
- **Realización:** Cómo se realizará el proyecto, toma de datos y obtención de resultados.
- **Control:** Medir y controlar los resultados.
- **Mejora:** Obtener propuestas de solución al problema.

Según Abascal la relación que tiene el ciclo de Deming y la ISO 13485 es la siguiente: “Un sistema de gestión puede abordar una única disciplina o varias (calidad, medio ambiente, salud y seguridad laboral, etc.), pero todos ellos deben estar basados en el ciclo de mejora continua Deming (PDCA)”. (Abascal, 2018, pág. 1). Por lo tanto el ciclo de Deming si está involucrado en la propuesta de mejora y es compatible con la norma ISO 13485.

SECCIÓN 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.4.1 Restricción de operaciones

Con base en los resultados que se obtengan se tiene estimado en la planificación una situación actual según el estudio del proceso por medio de la herramienta llamada Restricción de operaciones, o conocida como el TOC con ayuda de los diferentes pasos, para demostrar la situación actual en comparación con la propuesta de mejora de la línea de Kitting de ensamble.

Según Chapman la teoría de restricciones es:

Es toda la planificación hacia la generación de un producto o servicio consiste, de una serie de procesos vinculados. Cada proceso tiene la capacidad específica para generar una producción determinada por la operación, y en casi todos los casos existe un proceso que limita o restringe el rendimiento de la operación completa. (Chapman, 2006, pág. 220).

Se planea demostrar la situación actual a los altos gerentes de la empresa con base en los resultados y para sugerir una propuesta que se pueda implementar.

3.4.2 Plan de implementación

Por medio de la siguiente tabla se presenta el plan de implementación del proyecto según las actividades y sus objetivos.

Tabla 3 Plan de implementación del proyecto.

Actividades	Objetivos
Análisis de resultados	Analizar los resultados obtenidos por medio de la toma de datos
Desarrollo de las Propuestas	Desarrollar las propuestas encontradas según la situación actual encontrada.
Presentación de los resultados encontrados.	Presentar a los altos mandos de la empresa las propuestas.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.4.3 Personal encargado de la implementación

El personal encargado de aplicar las soluciones, supervisar y aprobar las diferentes etapas de las implementaciones es el departamento de directivos de la alta gerencia en conjunto con la supervisión del área correspondiente y demás departamentos involucrados en la aprobación e implementación de la propuesta de mejora.

SECCIÓN 3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

3.5.1 Proceso de verificación

El proceso de verificación de los diferentes entregables, resultados y sub productos del proyecto.

3.5.2 Indicadores

A los indicadores de eficiencia por operación se les pueden dar seguimiento para asegurarse de que las medidas son sostenibles en el tiempo, ya que reflejan la optimización de la línea.

3.5.3 Riesgos

Los riesgos que podrían actuar en contra de la solución planteada son la desaprobación de la propuesta por parte del grupo de altos gerentes de la empresa por negocio del mercado.

3.5.4 Medidas de consolidación

Las medidas de consolidación en el tiempo de la propuesta consisten en el seguimiento y control de las mejoras propuestas.

CAPITULO IV

LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL MEDIR Y ANALIZAR

4.1.1 Proceso Actual

En el siguiente apartado se presentan los elementos que constituyen el proceso actual: Mapeo de procesos, Relación entre los procesos, Restricciones del proceso, Modelo SIPOC y Diagrama Sinóptico.

4.1.1.1 Mapeo de Procesos.

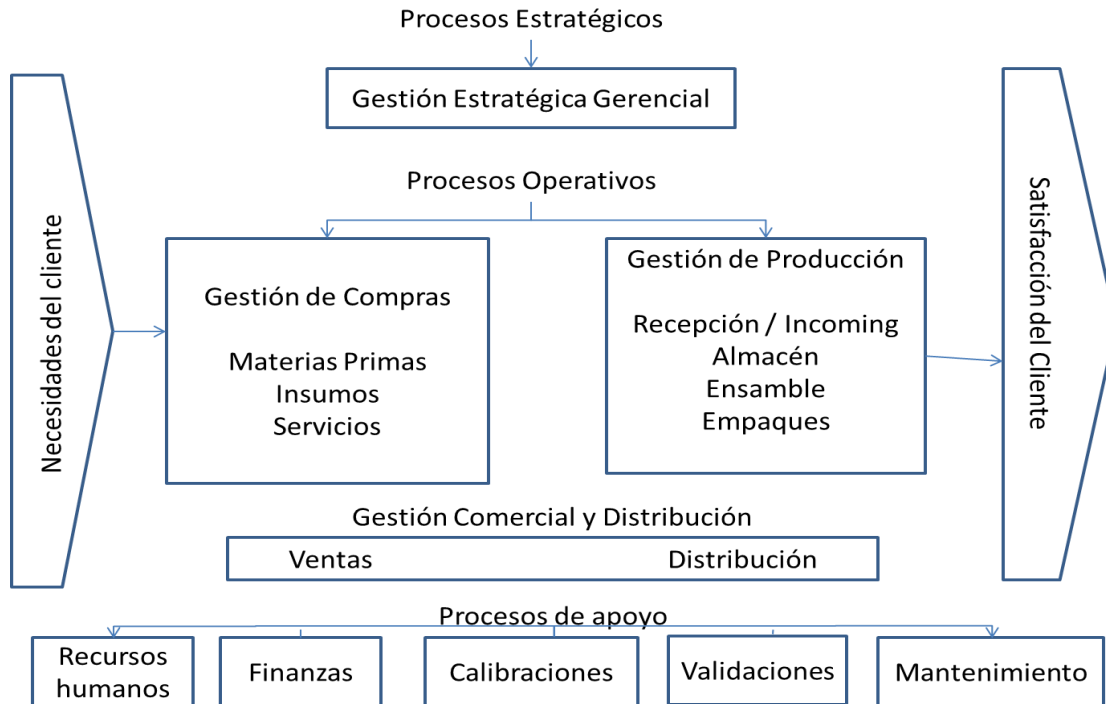
Seguidamente se explicarán todas las partes que constituyen el Mapeo de Procesos:

Los procesos estratégicos están constituidos por todas las gerencias de los diferentes departamentos entre los que se mencionan: Gerencia de Manufactura, Financiero, Calidad, Recursos Humanos.

Los procesos operativos están constituidos por las gestiones de compras (materias primas, insumos y servicios) y producción (recepción de materiales, pruebas de aceptación de la calidad, almacén, ensamble y empaques).

La gestión comercial y de distribución contiene los departamentos encargados de todas las ventas del producto y de la comercialización en los diferentes mercados en el ámbito mundial.

Figura 10 Mapeo de Procesos



Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Cada departamento depende de otro y, de esta forma, el producto puede llegar al cliente para su disposición. El objetivo principal es la satisfacción del cliente y el cumplimiento de los estándares en el ámbito nacional e internacional.

4.1.1.2 Relación entre los procesos

En este apartado se presenta la relación entre los procesos de la línea de Kitting, con el objetivo de visualizar el flujo del proceso, se muestran una serie de datos recolectados con el fin de entender cuanto tiempo de espera existe entre cada operación. El método utilizado para hallar los datos se realiza fue el muestreo. Ver punto 4.2 Determinación de la muestra para el análisis de los datos.

Los datos obtenidos son representativos para el proyecto debido a que demuestran que entre cada operación existen tiempos improductivos que al

finalizar el día suman una cantidad considerable representada en costos para la empresa.

En la secuencia, las operaciones dependen una de otra por lo tanto se crean espacios de espera de material, como se muestra en la Figura 11 Procesos de Kitting de Ensamble.

Figura 11 Procesos de Kitting de Ensamble



Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Los tiempos improductivos se calcularon por medio de una muestra de todas las operaciones, con la ayuda de los operarios de ambos turnos. En el punto 4.2 se explica cómo se recolectaron los datos. Ver Anexo 12 Formulario de recolección de paros en la producción.

Liberación consiste en la impresión de documentos para una orden que está identificada con un número aleatorio proporcionado por el departamento de Planeación.

Alisto de material es la operación que empaca los implantes y tiene un tiempo improductivo de 25 minutos tiempo estándar al día.

Impresión de discos se encarga de grabar los discos de acetal con la identificación de la orden de producción y tiene 50 minutos de tiempo improductivo estándar al día.

Confirmación de la orden se basa en la verificación de los datos grabados en los discos de acetal a partir del dibujo y tiene un tiempo improductivo de 35 minutos tiempo estándar al día.

4.1.1.3 Restricciones del proceso

Es importante aclarar que existen una serie de restricciones basadas en el procedimiento interno de la empresa, el cual establece los lineamientos a cumplir en el proceso. Estas restricciones se resumen en un procedimiento denominado Manual de instrucciones para la operación de Kitting de Ensamble, a continuación se mencionan los puntos más importantes:

- Sola una persona a la vez puede realizar el proceso de liberación, esto se debe a que el sistema que se requiere para llevar a cabo esta actividad está conectada a la herramienta SAP y este solo permite una conexión a la vez, además de estar acondicionado solo para que exista una impresora para imprimir las listas de materiales. La limitante de este sistema es que si se acondiciona otra impresora varios operarios no podrían imprimir en la misma impresora por la alta probabilidad de mezclas en la documentación.

En la sección 13.1 Verificación de discos: “La operación debe ser realizada por una persona distinta a la que realizó la operación de grabado (impresión de discos), una orden de trabajo a la vez. Asimismo, cada número de lote de cada orden de trabajo debe ser escaneado sin la funda plástica del router (documentación)”. (Allergan, 2016, pág. 5)

- Existe una estación con una impresora para liberación, 2 estaciones para alisto de material, una estación comodín funcional para las dos operaciones, 3 impresoras de discos y una estación de confirmación.
- Todas las estaciones son móviles en el rango que le permita estar en contacto con los polos de electricidad, para su funcionamiento.

Estas líneas de trabajo son importantes porque limitan cualquier análisis que se efectúe sobre el proceso.

En el Anexo 1 se detalla el procedimiento Manual de instrucciones para la operación de Kitting de Ensamble.

4.1.1.4 Modelo SIPOC

En forma gráfica se representa el proceso SIPOC para la línea de ensamble de Kitting:

Figura 12 Modelo SIPOC para el proceso de Kitting de Ensamble

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Shell Fab	Orden de Trabajo	Liberación	Shells para ensamblar	Ensamble de Tissue Expander
	Frezzets	Emisión		Ensamble de Gel
Bodega	Cinta de acetal	Impresión de discos		Ensamble de Salinos
	Fundas	Confirmación		
	Shells			
	Etiquetas			

Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

A continuación se explica cada una de las partes del Modelo SIPOC para el proceso de Kitting de Ensamble:

Proveedores: Existen dos proveedores:

- Shell Fab: Departamento encargado de fabricar la horma del implante.

- Bodega: Departamento encargado de suministrar los implantes mamarios al área de alisto de las órdenes de implantes que luego se ensamblarán.

Entradas: Existen 6 entradas.

- Orden de trabajo: El número que identifica la orden para su trazabilidad.
- Frezzets: Empaque de plástico con tapa, donde se almacena la orden de trabajo.
- Cinta de acetato: Cinta hecha de acetato que servirá para cortar los discos que se le imprimirán la información a la orden de trabajo.
- Fundas: Hoja plástica en la que se almacena la documentación de la orden de trabajo.
- Shell: Implante de seno.
- Etiquetas: Se imprime con la información de la orden de trabajo y se utiliza a lo largo del ensamble para la identificación de los empaques.

Proceso: Consiste en las operaciones en las que se divide Kitting de ensamble:

- Liberación: Consiste en la impresión de documentación que identifica la orden de trabajo.
- Alisto de materiales: Se trata del empaqueo de los materiales según la orden de trabajo y la introducción e identificación.
- Impresión de discos: Consiste en el grabado que va a contener la información más relevante de la orden para su trazabilidad tanto en el

proceso de fabricación como en la distribución e implantación en el cuerpo de una persona.

- Confirmación: En esta operación se verifica la cantidad de discos de acetal y que la información de sistema se presente de acuerdo con la orden en la que se está trabaja.

Salidas: Consiste en implantes empacados con su respectiva documentación y discos de acetal para la entrega de los diferentes departamentos.

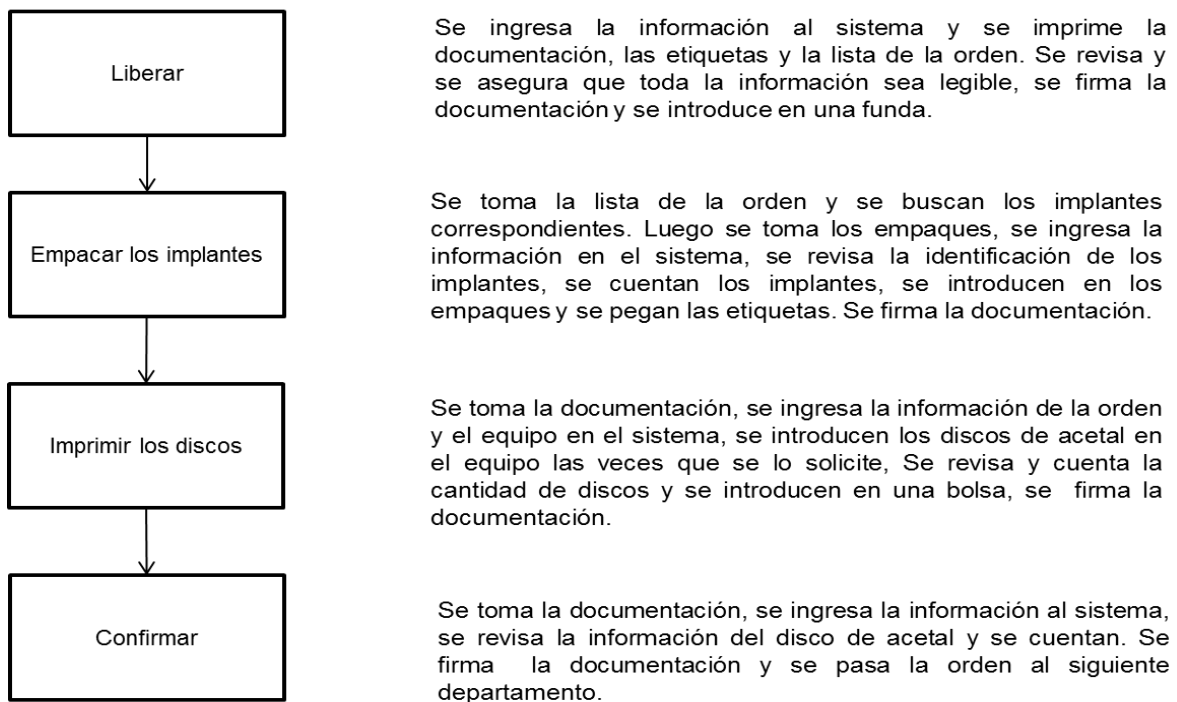
Clientes: Se divide en 3 clientes.

- Ensamble de tissue Expander: Departamento encargado de ensamblar implantes para expansión de tejido.
- Ensamble de gel: Departamento encargado de ensamblar y llenar los implantes con los diferentes tipos de gel.
- Ensamble de salinos: Departamento encargado de ensamblar implantes salinos.

4.1.1.5 Diagrama Sinóptico del Proceso

Con base en el estudio del proceso se construyó el diagrama sinóptico de la línea de Kitting con las operaciones e inspecciones que se realizan. A continuación el diagrama sinóptico de la línea:

Figura 13 Diagrama Sinóptico del Proceso



Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

El diagrama sinóptico permite tener una visión más amplia del proceso y de las diferentes operaciones que la constituyen. Es de vital importancia seguir esta línea de operaciones para llevar a término el alisto del producto que será entregado a las diferentes líneas de ensamble.

4.2 Determinación de las muestras para el análisis de los datos

En este apartado se determinan las muestras para el análisis de los datos para el diagrama del proceso y los tiempos improductivos. A continuación se muestra el cursograma de las operaciones de la línea.

Figura 14 Cursograma analítico de operaciones de Liberación y Alisto de materiales

Cursograma analítico		Operario							
Diagrama num.1 Hoja num. 1 de 1		Resumen							
Objeto: Kitter		Actividad	Actual	Propuest	Economía				
Actividad: Liberar documentacion y alistar el material Metodo: Actual		Operación ○	12						
		Transporte ⇨	6						
		Espera □	1						
		Inspeccion □	3						
		Almacenamiento ▽	0						
Lugar: Kitting de ensamble		Distancia (m)	5897						
Operarios: Kitters 1,2,3,4,5,6,7,8 Ficha num. 1		Tiempo (horas-hombre)	35:58						
Compuesto por: Fabiola Barrantes Gonzalez Aprobado por:		Costo: Mano de obra Material Total (capital)							
Descripcion	Cantidad (ordenes)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbolo					Observaciones
				○	⇨	□	□	▽	
Metodo antiguo									
Liberar									
Limpieza de linea	2	-	00:49	●					
Log en la computadora	2	-	00:57	●					
Abrir archivo	2	-	00:25	●					
Copiar la informacion en SAP	5	-	00:57	●					
Liberar en el sistema	5	-	01:01	●					
Tomar etiquetas e identificarlas	185	-	00:31	●					
Engrapapar etiquetas en documentacion	185	-	00:12	●					
Firmar documentacion	185	-	00:12	●					
Meter en funda	185	-	00:06	●					
Inspeccionar la documentacion	185	-	00:08	●					
Dejar documentacion en espera alisto	10	555,00	00:08	●					
Alisto de material									
Espera de material de liberacion de documentacion			25:00						
Ir por la documentacion	185	555,00	02:25	●					
Buscar unidades	185	2110,85	03:00	●					
Contar cantidad de unidades	185	-	00:16	●					
Tomar empaques y tapas	185	336,70	00:08	●					
Alistar orden en empaque	185	-	00:12	●					
Volver a contar y guardar	185	-	00:24	●					
Firmar documentacion y meter en funda	185	-	00:08	●					
Colocar empaques en estante	185	229,40	00:04	●					
Colocar N/A en etiquetas	185	-	00:02	●					
Devolver unidades sin usar	185	2110,85	00:16	●					
Total	2801	5897,80	35:58	12	6	1	3	0	

Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

El cursograma anterior muestra las operaciones de liberación y de alisto de material con sus tiempos, recorridos en transportes y la cantidad de ordenes registradas por día

Figura 15 Cursograma analítico de operaciones de impresión de discos y confirmación

Cursograma analítico		Operario									
Diagrama num.2 Hoja num. 1 de 1		Resumen									
Objeto: Kitter		Actividad	Actual	Propuesta	Economía						
Actividad: Impresión de discos y Verificación - confirmación		Operación ○	14								
Metodo: Actual		Transporte ⇨	3								
		Espera D	1								
		Inspección □	2								
		Almacenamiento ▽	1								
Lugar: Kitting de ensamble		Distancia (m)	794,80								
Operarios: Kitters 1,2,3,4,5,6,7,8 Ficha num. 1		Tiempo (horas-hombre)	01:48:00								
Compuesto por: Fabiola Barrantes Gonzalez		Costo:									
Aprobado por:		Mano de obra									
		Material									
		Total (capital)									
Metodo antiguo	Descripcion	Cantidad (ordenes)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbolo					Observaciones	
					○	⇨	D	□	▽		
Impresión de discos											
	Espera de material de alisto de material		-	50:00							
	Trasladarse con la orden de produccion	185	312,65	00:06							
	Ingresar informacion a SAP	185	-	00:06							
	Ingresar en programa de Impresión	185	-	00:06							
	Poner discos en equipo	1110	-	00:11							
	Sacar discos del equipo	1110	-	00:08							
	Revisar la impresión	185	-	00:27							
	Enter en la computadora	185	-	00:04							
	Guardar la informacion del sistema	185	-	00:36							
	Firmar documentacion	185	-	00:10							
	Trasladarse con las ordenes de produccion	20	158,40	00:27							
Verificación de discos y confirmación											
	Espera de material de impresión de discos		-	35:00							
	Tomar la documentacion	185	-	00:04							
	Ingresar la informacion al sistema	185	-	00:06							
	Sacar documentacion de la funda	185	-	00:04							
	Verificar discos contra dibujo	185	-	00:30							
	Contar los discos	185	-	00:36							
	Firmar documentacion	185	-	00:10							
	Meter documentacion en la funda	185	-	00:12							
	Confirmar en el sistema	185	-	00:06							
	Colocar documentacion en el rack	185	323,75	00:04							
	Trasladar rack al area de almacenamiento	5	29,00	00:49							
	Total	5205	794,8	01:48:00	14	3	1	2	1		

Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

El cursograma anterior muestra las operaciones de impresión de discos y confirmación de la orden con sus tiempos, recorridos en transportes y la cantidad de órdenes registradas por día.

4.2.1 Cálculo de la muestra para el Diagrama del proceso de Kitting de ensamble

Para la obtención del diagrama analítico del proceso se realiza la definición de la muestra a tomar para la obtención de los datos por medio de la siguiente fórmula:

N = Tamaño de los lotes (21200 unidades producidas por semana).

D = 5%

p = 0.05

q = $(1-0.05) = 0.95$

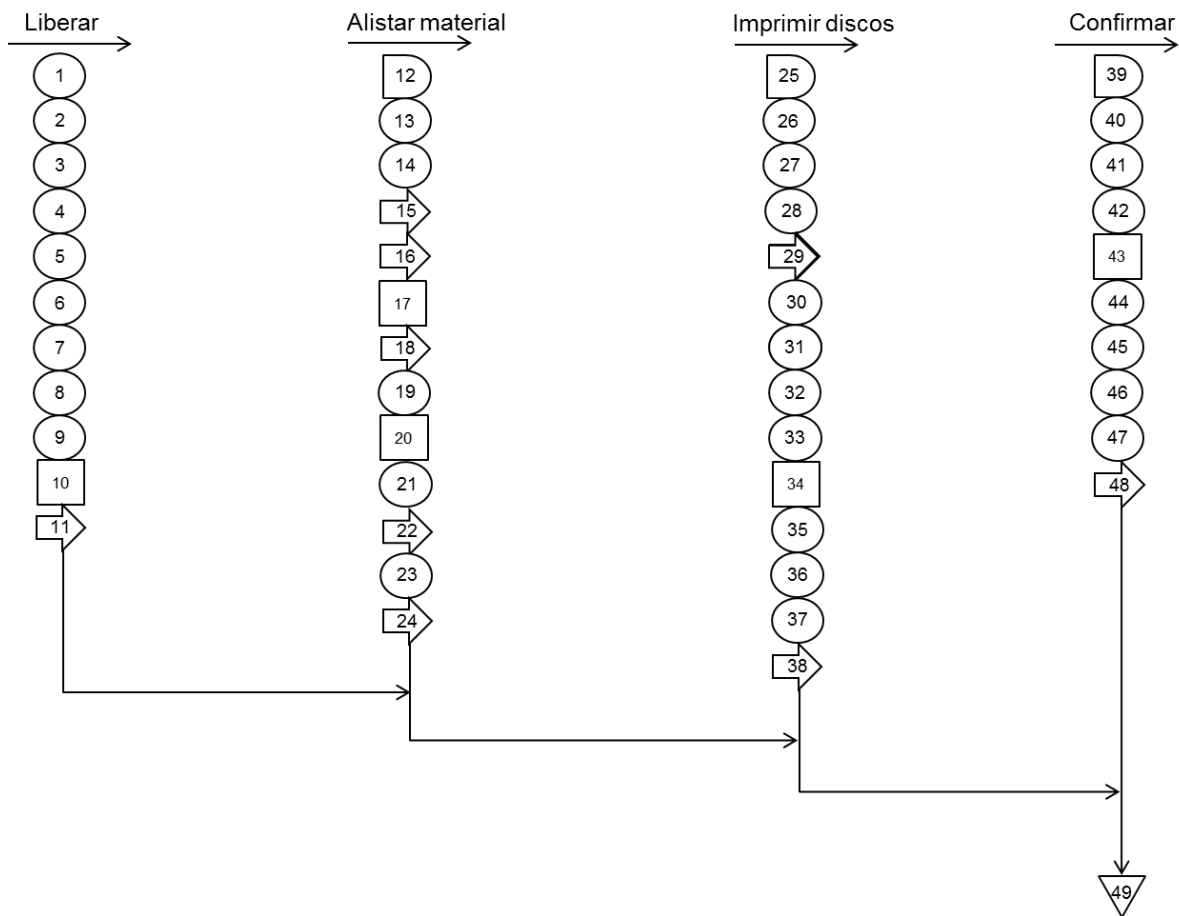
z = 1.96 (seguridad esperada del 95%)

$$n = \frac{21200 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (21200 - 1) + 1.96 * 0.05 * 0.95}$$

$n = 73$ muestras

El diagrama de análisis para la línea de ensamble de Kitting se mostrará con la siguiente figura: Se determinaron las siguientes operaciones.

Figura 16 Diagrama del Proceso



Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018

Se realiza el diagrama de análisis, se determina 46 movimientos entre los que están operaciones, inspecciones, demoras y almacenamientos.

Por medio de los siguientes pasos se determina el tiempo estándar de cada una de las operaciones:

Tiempo promedio: Se obtiene por medio del muestreo de los tiempos de duración de cada una de las operaciones, los cuales se determinan por medio del tamaño muestra. Los tiempos se promedian.

Valoración: Se determina por medio del criterio experto según la velocidad y la experiencia del operario.

Tiempo básico: Es la multiplicación del tiempo promedio por la valoración.

Tiempo suplementario: Son los tiempos que se determinaron para que el operario se restableciera y descansara después de realizar la operación.

Tiempo estándar: Es la multiplicación del tiempo básico por el tiempo suplementario. Ver la fórmula:

Tiempo Estándar: $\text{Tiempo básico} + \text{Tiempo básico} \times \text{holgura}$. (Kanawaty, 1996, pág. 338).

El tiempo suplementario se obtiene según el Anexo 13. Hoja de sistema de suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos básicos. Ver la tabla 4. Tiempos básicos suplementarios para ambos géneros.

Tabla 4 Tiempos básicos suplementarios para ambos géneros

SUPLEMENTOS													
Genero	Constantes		Variables										
Elemento	NP	F	TP	PA	IP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF	Σ %
Hombre	5	2	0	0	0	0	2	0	4	1	4	0	18
Mujer	7	4	1	0	0	0	2	0	4	1	4	0	23
												Promedio	20,5

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Suplementos

NP	Por necesidades especiales	CA	Calidad del aire
F	Por fatiga	TV	Tension visual
TP	Por trabajar de pie	TA	Tension auditiva
PA	Por postura normal	TM	Tension mental
IP	Levantamiento de peso y fuerza	MM	Monotonía mental
IL	Densidad de la luz	MF	Monotonía física

Los datos presentados en la tabla anterior corresponden a los tiempos suplementarios analizados para cada género y se promedian para aplicárselo al cálculo de los tiempos estándar de cada operación, ya que en la línea trabaja personal tanto femenino como masculino, se toman en cuenta ambos para equilibrar la carga.

Se observaron cada una de las operaciones macro se dividen en cuatro grupos, los cuales son Liberación, Alisto de material, Impresión de discos y Confirmación. Se decide subdividirlas por movimientos.

A cada movimiento se le mide el tiempo por medio de una muestra (ver Anexo 8 Hoja de toma de tiempos operación Liberación, Anexo 9 Hoja de toma de tiempos operación Alisto de material, Anexo 10 Hoja de toma de tiempos operación Impresión de discos, Anexo 11 Hoja de toma de tiempos operación Confirmación.

Las siguientes tablas muestran cada una de las operaciones y de los movimientos que las comprenden:

Tabla 5 Tiempo estándar de la operación Liberación

Numero	Operación	Tiempo Promedio (segundo)	Valoración (%)	Tiempo básico en (minutos)	Tiempo suplementario (%)	Tiempo estándar (minutos)
1	Limpieza de línea	00:30	80	00:24	20,5	00:49
2	Log en la computadora	00:35	80	00:28	20,5	00:57
3	Abrir archivo	00:15	80	00:12	20,5	00:25
4	Copiar la información en SAP	00:35	80	00:28	20,5	00:57
5	Liberar en el sistema	00:37	80	00:30	20,5	01:01
6	Tomar etiquetas e identificarlas	00:19	80	00:15	20,5	00:31
7	Engrapapar etiquetas en documentación	00:07	80	00:06	20,5	00:12
8	Firmar documentación	00:07	80	00:06	20,5	00:12
9	Meter en funda	00:04	80	00:03	20,5	00:06
10	Inspeccionar la documentación	00:05	80	00:04	20,5	00:08
11	Dejar documentación en espera alisto	00:05	80	00:04	20,5	00:08
					Total	04:43

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la tabla anterior se presentan los movimientos que comprenden Liberación de material y su tiempo estándar. Se calcula el tiempo estándar de la operación que muestra un total de 4 minutos con 43 segundos.

Tabla 6 Tiempo estándar de la operación Alisto de material

Numero	Operación	Tiempo Promedio (segundo)	Valoración (%)	Tiempo básico en (minutos)	Tiempo suplementario (%)	Tiempo estándar (minutos)
12	Ir por la documentación	01:30	85	01:10	20,5	02:25
13	Buscar unidades	02:00	85	01:50	20,5	03:00
14	Contar cantidad de unidades	00:10	85	00:08	20,5	00:16
15	Tomar empaques y tapas	00:05	85	00:04	20,5	00:08
16	Alistar orden en empaque	00:07	85	00:06	20,5	00:12
17	Volver a contar y guardar	00:15	85	00:12	20,5	00:24
18	Firmar documentación y meter en funda	00:05	85	00:04	20,5	00:08
19	Colocar empaques en estante	00:03	85	00:02	20,5	00:04
20	Colocar N/A en etiquetas	00:02	85	00:03	20,5	00:02
21	Devolver unidades sin usar	00:10	85	00:08	20,5	00:16
					Total	06:15

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la tabla anterior se presentan los movimientos que comprenden Alisto de material y su tiempo estándar. Se calcula el tiempo estándar de la operación que muestra un total de 6 minutos con 15 segundos.

Tabla 7 Tiempo estándar de operación Impresión de material

Numero	Operación	Tiempo Promedio (segundo)	Valoración (%)	Tiempo básico en (minutos)	Tiempo suplementario (%)	Tiempo estándar (minutos)
22	Trasladarse con la orden de producción	00:04	90	00:03	20,5	00:06
23	Ingresar información a SAP	00:04	90	00:03	20,5	00:06
24	Ingresar en programa de Impresión	00:04	90	00:03	20,5	00:06
25	Poner discos en equipo	00:06	90	00:05	20,5	00:11
26	Sacar discos del equipo	00:05	90	00:04	20,5	00:08
27	Revisar la impresión	00:15	90	00:13	20,5	00:27
28	Enter en la computadora	00:02	90	00:02	20,5	00:04
29	Guardar la información del sistema	00:20	90	00:18	20,5	00:36
30	Firmar documentación	00:06	90	00:05	20,5	00:10
31	Trasladarse con las ordenes de producción	00:15	90	00:13	20,5	00:27
					Total	02:15

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la anterior se presentan los movimientos que comprenden Impresión de discos y su tiempo estándar. Se calcula el tiempo estándar de la operación que muestra un total de 2 minutos con 15 segundos.

Tabla 8 Tiempo estándar de operación Confirmación

Numero	Operación	Tiempo Promedio (segundo)	Valoración (%)	Tiempo básico en (minutos)	Tiempo suplementario (%)	Tiempo estándar (minutos)
32	Tomar la documentación	00:02	80	00:02	20,5	00:04
33	Ingresar la información al sistema	00:04	80	00:03	20,5	00:06
34	Sacar documentación de la funda	00:02	80	00:02	20,5	00:04
35	Verificar discos contra dibujo	00:19	80	00:15	20,5	00:30
36	Contar los discos	00:22	80	00:17	20,5	00:36
37	Firmar documentación	00:06	80	00:05	20,5	00:10
38	Meter documentación en la funda	00:07	80	00:06	20,5	00:12
39	Confirmar en el sistema	00:03	80	00:03	20,5	00:06
40	Colocar documentación en el rack	00:02	80	00:02	20,5	00:04
41	Trasladar rack al área de almacenamiento	00:30	80	00:24	20,5	00:49
					Total	00:58

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la tabla anterior se presentan los movimientos que comprenden Confirmación de material y su tiempo estándar. Se calcula el tiempo estándar de la operación que muestra un total de 58 segundos.

4.2.2 Cálculo de la muestra para tiempos improductivos

En el siguiente apartado se calcula la muestra para la toma de los tiempos improductivos por medio de la siguiente fórmula:

N = Tamaño de los lotes (1400 órdenes producidas por semana).

D = 5%

p = 0.05

q = (1-0.05) = 0.95

z = 1.96 (seguridad esperada del 95%)

$$n = \frac{1400 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (1400 - 1) + 1.96 * 0.05 * 0.95}$$

n= 71 muestras

Por medio de los siguientes pasos se determina el tiempo estándar de cada una de las operaciones:

Tiempo promedio: Se obtiene por medio del muestreo de los tiempos de duración de cada una de las operaciones, los cuales se determinan por medio del tamaño muestra. Los tiempos se promedian.

Valoración: Se determina por medio del criterio experto según la velocidad y la experiencia del operario.

Tiempo básico: Es la multiplicación del tiempo promedio por la valoración.

Tiempo suplementario: Son los tiempos que se determinaron por medio para que el operario se restableciera y descansara después de realizar la operación.

Tiempo estándar: Es la multiplicación del tiempo básico por el tiempo suplementario. Ver la fórmula:

Tiempo Estándar: $\text{Tiempo básico} + \text{Tiempo básico} \times \text{holgura}$. (Kanawaty, 1996, pág. 338).

El tiempo suplementario se obtiene de acuerdo con el Anexo 13. Hoja de sistema de suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos básicos. Ver la tabla 4. Tiempos básicos suplementarios para ambos géneros.

Tabla 9 Tiempos básicos suplementarios para ambos géneros

SUPLEMENTOS													
Genero	Constantes		Variables										
Elemento	NP	F	TP	PA	IP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF	Σ %
Hombre	5	2	0	0	0	0	2	0	4	1	4	0	18
Mujer	7	4	1	0	0	0	2	0	4	1	4	0	23
												Promedio	20,5

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Suplementos

NP	Por necesidades especiales	CA	Calidad del aire
F	Por fatiga	TV	Tension visual
TP	Por trabajar de pie	TA	Tension auditiva
PA	Por postura normal	TM	Tension mental
IP	Levantamiento de peso y fuerza	MM	Monotonía mental
IL	Densidad de la luz	MF	Monotonía física

Los datos presentados en la tabla anterior corresponden a los tiempos suplementarios analizados para cada género y se promedian para aplicárselo al cálculo de los tiempos estándar de cada operación, debido a que en la línea trabaja personal tanto femenino como masculino, se toman en cuenta ambos para equilibrar la carga.

A cada movimiento se le mide el tiempo por medio de una muestra (ver Anexo 14 Cuadro resumen de tiempos improductivos de Alisto de material, Anexo 15 Cuadro resumen de tiempos improductivos de Impresión de discos y Anexo 16 Cuadro resumen de tiempos improductivos de Confirmación).

Tabla 10 Tiempo estándar de los tiempos improductivos

Numero	Operación	Tiempo Promedio (minutos)	Valoración (%)	Tiempo básico en (minutos)	Tiempo suplementario (%)	Tiempo estándar (minutos)
1	Alisto de material	25	83	20	20,5	42
2	Impresión de discos	50	70	35	20,5	71
3	Confirmacion	35	65	23	20,5	47

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el cuadro anterior se obtienen los tiempos estándar de los tiempos improductivos de cada operación: Alisto de material 42 minutos, Impresión de discos 71 minutos y Confirmación 47 minutos.

4.3 Análisis de datos

En esta sección se muestra el paso 1 Identificación de las restricciones que consiste en una serie de datos recolectados con el objetivo de analizar el problema planteado, estos datos se mencionan a continuación: El cuello de botella, muestreo de tiempos improductivos, índice de eficiencia y las actividades generadas por tiempo improductivo.

El método utilizado para hallar los datos se realiza por medio de un muestreo. Ver punto 4.2 Determinación de las muestras para el análisis de los datos.

Es importante destacar el método de trabajo utilizado por los operarios de la línea para tener una idea general de los siguientes apartados a estudiar: El primer operario inicia con la operación de Liberación con la impresión de documentación, acumula aproximadamente veinticinco órdenes de trabajo mientras tanto el segundo operario espera a que el compañero le pase material para empezar a trabajar. La misma acumulación de material la realizan los diferentes operarios en secuencia de cada una de las operaciones de trabajo.

Se estudiarán y analizarán las causas de los tiempos improductivos que son provocados por la línea. Además, se determinarán los tiempos estándar, para conocer si la operación cuello de botella coincide con la operación que reporta más tiempo improductivo para poder dar una solución viable.

4.3.1 Paso 1: Identificación de las Restricciones

El objetivo de este apartado es identificar las restricciones del proceso de Kitting la cual se seleccionó como objeto de estudio, ya sean estas operaciones restrictivas o problemas operacionales.

Se realizará un análisis de las restricciones para cuantificar económicamente los costos que representan estos problemas en la producción.

4.3.1.1 Cuello de botella

Por medio del punto 4.2.1 Diagrama del proceso de Kitting de Ensamble se determinaron los tiempos estándar de cada una de las operaciones de la línea.

A continuación se presentan en un cuadro resumen. Ver la tabla 11 Tiempo estándar por operación:

Tabla 11 Tiempo estándar por operación

Operación	Tiempo estandar (minutos)
Liberacion	04:43
Alisto de material	06:15
Impresión de discos	02:15
Confirmacion	00:58

Fuente: Datos recolectados del muestreo realizado de una semana del mes de mayo 2018.

A continuación, se presenta el tiempo de proceso de cada una de las operaciones:

Tabla 12 *Tiempo estándar de las operaciones que constituyen la línea de Kitting*

Liberacion (minutos)	Alisto de material (minutos)	Impresión de discos (minutos)	Confirmacion (minutos)
04:43	06:15	02:15	00:58

Fuente: Datos recolectados del muestreo realizado de una semana del mes de mayo 2018.

Se determina que la operación cuello de botella es el alisto de material que tiene un tiempo de duración de 6 minutos con 15 segundos. El alisto de material constituye la operación con mayor duración.

4.3.1.2 Tiempos improductivos de cada operación

Es de suma importancia destacar que en el punto 4.3.1.1 Cuello de botella se realiza el análisis de los tiempos estándar de cada una de las operaciones. Se obtuvo que el cuello de botella es el Alisto de material, adicionalmente se deben conocer los factores que contribuyen a que esta operación tenga el tiempo improductivo más alto y se analizarán las causas en el actual apartado.

Los tiempos improductivos de cada operación se determinaron por medio de un muestreo. Ver punto 4.2.2 Cálculo de la muestra para tiempos improductivos.

Con anterioridad se les realizó una entrevista a cada uno de los operarios y supervisores involucrados para obtener la clasificación de las causas que generan los tiempos improductivos.

Se entregó una hoja, ver Anexo 12 Formulario de recolecta de paros en la producción, a cada operario para que la llenarán cada vez que tuvieran un paro en la producción y adicionalmente escribieran la causa.

Los datos obtenidos de los tiempos improductivos se muestran en los anexos. Ver Anexo 14 Cuadro resumen de tiempos improductivos de Alisto de material, Anexo 15 Cuadro resumen de tiempos improductivos de Impresión de discos y Anexo 16 Cuadro resumen de tiempos improductivos de Confirmación.

A continuación se presentan los tiempos improductivos obtenidos con el muestreo en cada una de las operaciones.

Tabla 13 Tiempos improductivos de cada operación para la línea de Kitting de Ensamble.

Liberacion (minutos)	Alisto de material (minutos)	Impresión de discos (minutos)	Confirmacion (minutos)
-	42	71	47

Fuente: Datos recolectados del muestreo realizado de una semana del mes de mayo 2018.

Se observa que el tiempo improductivo que está representado por la operación de Alisto de material a impresión de discos constituye el mayor tiempo de espera. Esta restricción limita el sistema.

En este caso se ve la oportunidad de obtener una solución óptima que logre reducir los tiempos improductivos y los costos y, como resultado optimizar la línea de Kitting.

4.3.1.3 Capacidad de la línea

A continuación se analiza la Capacidad de la línea de Kitting. Los datos tomados son de los apartados 4.3.1.1 Cuello de botella y 4.3.1.2 Tiempos improductivos de cada operación.

Fórmulas:

Tiempo estándar para producir 1 orden = Tiempo estándar Liberación + tiempo estándar Alisto de material + tiempo estándar Impresión de discos + tiempo estándar Confirmación

Tiempo disponible = minutos diarios para producir = horas * minutos en 1 hora

Capacidad de la línea = $\frac{\text{Unidades / hora}}{\text{Tiempo disponible}}$

Unidades / minuto = $\frac{\text{Unidades}}{\text{Tiempo estándar para producir 1 orden}}$

Unidades / hora = (Unidades / minuto) * minutos en 1 hora

Tiempo improductivo de la línea estándar diario = Tiempo estándar improductivo Liberación + Tiempo estándar improductivo Alisto de material + Tiempo estándar improductivo Impresión de discos + Tiempo estándar improductivo Confirmación

Tiempo total de Producción = Producción en minutos + Tiempo improductivo de la línea

Tiempo ocioso = Tiempo disponible – Tiempo total de producción

Cálculos:

Tiempo estándar para producir 1 orden = (04:43 + 02:15 + 06:15 + 00:58) minutos

Tiempo estándar para producir 1 orden = 14:18 minutos

Unidades / minuto = $\frac{60 \text{ unidades}}{14:18 \text{ minutos}}$ = 5 unidades por minuto

Unidades / hora = 5 unidades por minuto * 60 minutos = 300 unidades por hora

Tiempo disponible = 16 horas (de 6 am a 10 pm) = 16 horas * 60 minutos =

Tiempo disponible = 960 minutos

Capacidad = 300 unidades por hora * 16 horas = 4800 unidades

Producción = $\frac{4000 \text{ unidades}}{300 \text{ unidades por hora}}$ = 13:33 horas

Producción en minutos = 13:33 horas * 60 minutos = 800 minutos

Los operarios de la línea de Kitting se turnan las salidas a las comidas por lo tanto el trabajo es continuo a lo largo del día.

Tiempo improductivo de la línea = 42 minutos + 71 minutos + 47 minutos =

Tiempo improductivo de la línea = 160 minutos

Tiempo total de producción = 800 minutos de producción + 160 minutos de tiempos improductivos = 960 minutos

4.3.1.4 Índice de eficiencia

El índice de eficiencia para la línea de Kitting se mide de la siguiente fórmula:

Eficiencia = Producción real / Unidades meta

(Allergan Medical, s.f).

La fórmula anterior se obtiene del cálculo que a continuación se explica:

Tiempo real = Tiempo operación – Tiempo improductivo

Unidades meta = Tiempo real * Unidades meta por hora

Producción real = Unidades meta de referencia / Unidades meta

En la fórmula anterior, se puede observar que para el cálculo de la eficiencia se toma el dato de tiempos improductivos, lo que afecta al resultado real. Se aleja del concepto real de eficiencia.

Este índice no está actualizado con la producción real en la actualidad y con el volumen de producción que se maneja en el área, desde hace aproximadamente 4 años se maneja el mismo dato. Además solo se toma el tiempo improductivo después de terminar las labores diarias y no se toman los tiempos improductivos de falta de producto de cada operación.

Para sustentar que el índice de eficiencia no coincide con el real se recolectaron datos de la eficiencia promedio de la línea de Kitting de ensamble del periodo de julio 2017 a diciembre 2017. Estos datos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 14 Listado del promedio de la eficiencia de la línea en el periodo contemplado de julio a diciembre de la línea de Kitting de Ensamble.

Mes	Eficiencias promedio (%)
Julio	140%
Agosto	138%
Setiembre	142%
Octubre	139%
Noviembre	137%
Diciembre	134%

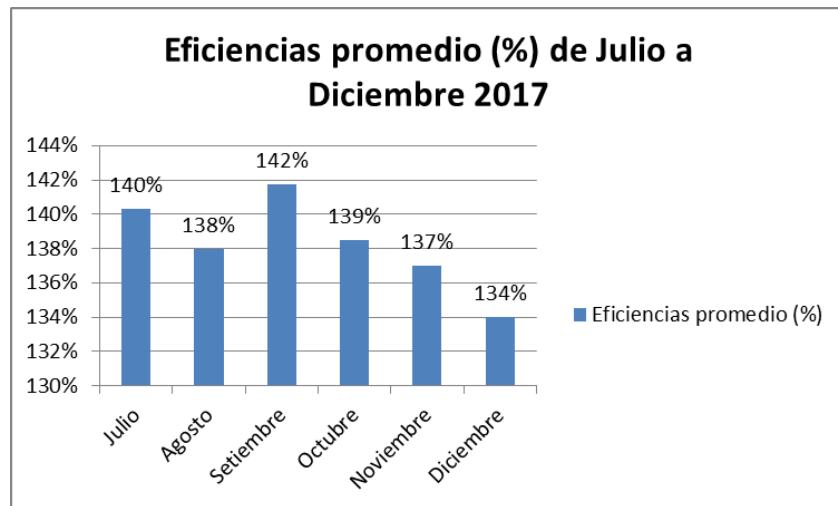
Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Estos datos se toman de la producción que realiza cada operario de la línea, se compara con la producción meta y se le resta un porcentaje por tiempos improductivos que en este caso son actividades que realizan los operarios.

Las eficiencias presentadas son por encima de eficiencia meta de un 100%. No se tiene el dato actualizado de la producción y del aumento, en los datos suministrados por la empresa de los años anteriores.

A continuación se presenta por medio de un gráfico la eficiencia promedio de la línea de Kitting de ensamble para el periodo de julio a diciembre de 2017:

Figura 17 Eficiencia promedio de la línea de Kitting periodo de julio a diciembre 2017



Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Debido a que los datos no reflejan la situación actual y el cálculo de eficiencia no se ve reflejado con la fórmula que la empresa utiliza, el dato de las metas presentado en el periodo de julio a diciembre 2017 no es un dato verídico de la eficiencia, por lo que no se puede analizar si la línea es eficiente y esto afecta la toma de decisiones futuras con respecto a la producción.

4.3.1.4 Actividades generadas por tiempo improductivo

Los siguientes datos representan las actividades que realizan los operarios en el tiempo improductivo, esto porque como no se lleva un control de los tiempos de paros reales, según la clasificación de tiempo improductivo, se contabilizaron solo las actividades que realizan cuando se presenta un paro en la línea de Kitting de ensamble del periodo de julio 2017 a diciembre 2017. Estos datos se presentan en la siguiente tabla:

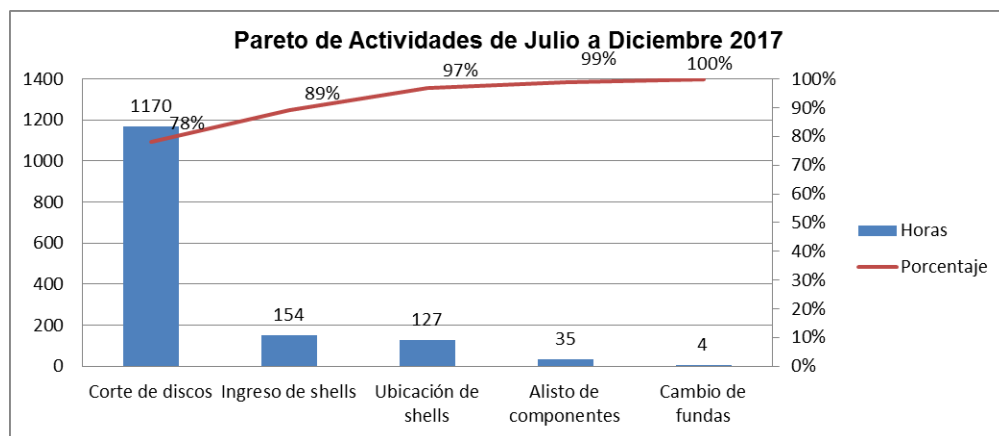
Tabla 15 Tabla de Frecuencias de actividades generadas por tiempos improductivos en el periodo contemplado de julio a diciembre de 2017 de la línea de Kitting de Ensamble.

Actividades	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia acumulada absoluta (Fi)	Frecuencia relativa (ni)	Frecuencia relativa absoluta (Ni)
Corte de discos	1170	1170	79%	79%
Ingreso de shells	154	1324	10%	89%
Ubicación de shells	127	1451	9%	97%
Alisto de componentes	35	1485	2%	100%
Cambio de fundas	4	1490	0%	100%
Total de horas	1490			

Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Con la información generada obtenemos el total de horas acumuladas que fueron destinadas para diferentes actividades, en el siguiente Pareto se pueden contemplar:

Figura 18 Diagrama de Pareto de actividades generadas por tiempos improductivos en los meses de julio a diciembre 2017



Fuente: Datos suministrados por la empresa, Tomado de Allergan Medical, San José, 2018.

A pesar de que las actividades muestran que existen tiempos improductivos, no muestran la realidad de las causas de los tiempos improductivos, por lo tanto se

requiere realizar un estudio que determine tanto las causas como los tiempos reales de los tiempos improductivos, para solucionar el problema y disminuirlos.

4.4 Análisis de Costos de la Ineficiencia

4.4.1 Costo de los tiempos improductivos contemplando el tiempo de espera por operación

A continuación se presentan los costos de los tiempos improductivos determinado por el muestreo realizado de una semana en el mes de mayo 2018.

4.4.1.1 Costo de mano de obra por paros de producción

A continuación se presenta el cuadro de los costos de mano de obra de la línea de producción.

Tabla 16 Costo de mano de obra de una hora de salario de la línea de Kitting de Ensamble.

Mano de obra	Operación	Costo (colones)
Salario	1 h	\$ 3,58

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

En la anterior tabla se presenta el costo de 1 hora de salario trabajado por operario cuyo resultado es de 3,58 dólares.

Tabla 17 Costo de mano de obra en un mes de la línea de Kitting de Ensamble.

Mano de obra	Operación	Costo (colones)
Salario	3,58 dolares/ hora*14,75h * 4 operaciones*6 días*4 semanas	\$ 5.069,28

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Con el resultado del costo de 1 hora laboral se calcula que el valor de mano de obra en un mes es de 5.069,28 dólares para la línea de Kitting de ensamble.

4.4.1.2 Costo de cada operación de la línea de Kitting de ensamble

Los tiempos improductivos se obtienen por medio de un muestreo. A continuación se presenta el cuadro de los costos de los tiempos improductivos de cada operación de la línea de producción de 1 día.

Tabla 18 Listado de tiempos improductivos por operación representado en horas para un día laboral de la línea de Kitting de Ensamble.

Operación	Horas/ día
Liberacion	3,00 h
Alisto de material	2,66 h
Impresión de discos	4,00 h
Verificacion	2,59 h
Total	12,59 h

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

De los datos calculados en la tabla anterior se obtiene que 1 día laboral corresponde a 12,59 horas de tiempos improductivos.

Tabla 19 Costo de tiempos improductivos calculado para un mes en la línea de Kitting de Ensamble.

Descripcion	Operación	Costo (colones)
Tiempos improductivos	3,58 dolares/hora* 12,59 h diarias* 6 días *4 semanas	\$ 1.081,73

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Con base en el resultado de que en 1 día hay 12,59 horas de tiempos improductivos, por lo tanto se calcula que en un mes el costo es de 1081.73 dólares.

4.4.1.3 Costo de horas laboradas contra horas improductivas

A continuación se presenta el cuadro de los costos de horas laboradas en comparación las horas de tiempos improductivos de la línea de producción con base en un mes laboral.

Tabla 20 Costo de horas laboradas contra horas improductivas en el periodo contemplado de un mes de la línea de Kitting de Ensamble.

Costo	
Costo de Tiempo Laborado	Costo de Tiempo improductivo
\$2.752,88	\$1.081,73

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Según la tabla anterior se determina que en un mes el costo del tiempo laborado es de 2.752,88 dólares lo que corresponde al 79% del tiempo laborado, mientras que el de tiempos improductivos es de 1.081,73 dólares que representa el 21%.

Tabla 21 Porcentaje comparativo del tiempo laborado y el tiempo improductivo de un mes de la línea de Kitting de Ensamble.

Porcentaje	
Porcentaje de Tiempo Laborado	Porcentaje de Tiempo improductivo
79%	21%

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

En la tabla anterior se determina que los tiempos improductivos representan el 21% del tiempo laborado en un mes.

4.5 Proyecciones

4.5.1 Proyección de tiempos laborados contra tiempos improductivos a un año

A continuación se presenta la proyección a un año de los costos por mano de obra contra los tiempos improductivos:

Tabla 22 Proyección a un año de tiempo laborado contra tiempo improductivo.

Proyeccion a 1 año	
Tiempo Laborado	Tiempo improductivo
\$33.034,56	\$12.980,76

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Según se determina en la tabla anterior el costo de mano de obra proyectado a un año corresponde a 33.034,56 dólares y el costo de tiempo improductivo es de 12.980,76 dólares.

4.6 Paso 2: Explotar las restricciones del sistema

Una vez hallada la restricción del sistema, la segunda etapa del enfoque sistemático del TOC indica que la restricción del sistema debe ser explotada, con el objetivo de mejorar su rendimiento y utilización.

Para explotar la restricción es necesario aprovechar el mismo tiempo disponible con el que se cuenta actualmente, y para esto sugiere empezar por reducir o eliminar los principales tiempos improductivos causados por Alisto de material por lo tanto se buscan las causas.

4.6.1 Diagrama de Causa-Efecto

Se analizan las diferentes causas por medio del análisis del Diagrama de causa-efecto, se encontraron las posibles causas que pueden afectar y generar tiempos

improductivos entre la operación de alisto y la de impresión de discos de acetal de la línea de Kitting de ensamble.

Con la ayuda de un panel formado por operarios y supervisores del área se realiza un análisis de las posibles causas y se clasifican según, a la M que pertenecen.

Figura 19 Diagrama de las causas que generan tiempos improductivos.



Fuente: Elaboración propia basado en datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

- **Material:** Las ordenes con ajuste de inventario son todas aquellas en que las que la lista de materiales no coincide con la cantidad de unidades que requiere la orden, por lo tanto, se necesita que el operario se desplace hasta el escritorio de la persona encargada del sistema para que le realice un ajuste de sistema.

Los empaques contienen el material que se alista para las operaciones siguientes por lo tanto, el faltante se considera tiempo improductivo.

Reimpresión de discos se considera como un tiempo improductivo cuando el material o cinta de acetato está dañado y principalmente por defectos causados por el equipo mal ajustado.

- Mano de obra: La búsqueda de unidades en las diferentes ubicaciones se convierte en fatiga a lo largo de la jornada laboral por lo que afecta el desempeño de los operarios y, como consecuencia, el tiempo improductivo de espera de material en la operación de impresión de discos aumenta.

Las terapias o citas médicas se consideran tiempos improductivos debido a que los operarios, por enfermedad o prevención, tienen programadas sesiones o en el caso de las citas médicas, un tiempo para asistir al consultorio. Así también lo constituye el estiramiento que consiste en una serie de ejercicios para prevenir una lesión.

Bloqueo de usuario por parte de los operarios corresponde a un olvido de la contraseña o por motivo de que el sistema cada cierto tiempo renueva las contraseñas de todos los usuarios.

- Método: No se le han realizado mejoras al proceso por falta de un análisis que resulte factible para hallar tiempos improductivos al sistema. En este caso según los análisis del muestreo realizado con base en la recolección de datos de causas de los tiempos improductivos la espera por producto de cada operación es la causa raíz

Además de los excesivos transportes por la búsqueda de unidades en las diferentes ubicaciones, esto tiene como resultado que el tiempo de espera por material aumente debido a la falta de planificación de un inventario rápido de las ubicaciones de material físico contra sistema y la falta de cuidado por parte del personal que ubica el material.

Las reuniones son diarias con un tiempo estimado de 10 minutos para discutir temas generales de producción, salud ocupacional y anuncios. En ocasiones se extienden más tiempo del estimado.

Pruebas con discos y reimpresión de discos, se realizan para revisar las impresiones de los diferentes estilos de implantes y compararlos con el dibujo que ya existe. Además la reimpresión de discos de acetal se produce por el método que se utiliza ya que los discos al cortarse no se revisan y se utilizan de una vez para impresión lo que se produce rechazos por material dañado.

Se realizan pruebas experimentales para probar nuevos productos o materiales con que se forman los implantes.

Máquina: Errores y paros del sistema consiste en que toda la impresión documentos depende de que el sistema de red funcione, de forma que no existan detenciones en el proceso de alisto. Si existe uno de estos paros el operario tiene que buscar al personal soporte o al supervisor según el procedimiento Manual de instrucciones para la operación de Kitting de Ensamble, para que se contacten con el departamento encargado de sistemas.

Además cuando un equipo está fuera de servicio por un problema provoca que una operación se detenga o disminuya su capacidad de procesar material.

El diagrama causa-efecto es de gran importancia porque además de determinar todas las causas que provocan los tiempos improductivos, determina cuál es la causa raíz. Además, ayuda, desde el punto de vista ingenieril a determinar una propuesta, de acuerdo con la causa raíz que se adecuada al estudio que se realiza en proyecto.

4.7 Paso 3 Subordinar todo o demás a la Restricción

La manera de subordinar todo a la restricción, consiste en programar los recursos con base en la restricción por lo cual se establece los 5 porqués y un Pareto para determinar las causas de los tiempos improductivos en la línea.

4.7.1 Los 5 porqués

A continuación, se presenta la tabla de los 5 porqués para el análisis de la causa raíz:

Tabla 23 Los cinco porque para el análisis de la causa raíz.

¿5 Por qué?	Tiempos improductivos
1	¿Por qué?
	La operación de impresión se presenta un alto tiempo improductivo.
2	¿Por qué?
	Por tiempo de espera y transportes por búsqueda de unidades en ubicaciones.
3	¿Por qué?
	El método actual y el Manual de instrucciones para la operación de Kitting de Ensamble, por procedimiento lo establecen.
4	¿Por qué?
	Falta de Balance de líneas, utilización de estaciones de trabajo y ubicación de unidades a alistar.
5	¿Por qué?
	Las estaciones no están acondicionadas para realizar operaciones conjuntas con el equipo adecuado y falta de un estudio del proceso y balance de líneas.

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Según el análisis de causa raíz derivado de la tabla de los 5 porqués, los tiempos improductivos se generan por un método de trabajo no continuo, por la espera de material a cada una de las operaciones.

El proceso está diseñado bajo el procedimiento Manual de instrucciones para la operación de Kitting de Ensamble, que proporciona las instrucciones de proceso; que las estaciones de trabajo no están adecuadas con el equipo necesario para la realización de varias operaciones; falta de estudio del proceso y modificación en el balance de las operaciones; como los transportes de búsqueda de ubicación de los implantes.

4.8 Pareto de causas que generan los tiempos improductivos en la línea de Kitting de ensamble.

Este apartado consiste en los pasos que se realizaron para determinar las causas que generan los tiempos improductivos. Estos datos se obtuvieron por medio de un muestreo para determinar las causas que generan los tiempos improductivos y los resultados representados del Pareto que determinan la causa raíz, por medio del análisis del 20/80.

4.8.1 Muestreo para determinar las causas que generan los tiempos improductivos.

Se realizó un muestreo de los paros de la línea de Kitting. Ver punto 4.2.2 Cálculo de muestra para tiempos improductivos. Se les entregó a cada operario un formulario para que anotarán cual era el motivo para que se detuviera la producción y con los datos obtenidos se determinarían las causas que generan los tiempos improductivos y el que tipo. Ver (Anexo 12 Formulario de recolecta de causas de paros en operación).

En el apartado 4.6.1 Diagrama de Causa-Efecto se explica el proceso para llegar a obtener la clasificación de las causas de tiempos improductivos.

Como representación de los datos obtenidos se utiliza el Diagrama de Ishikawa. Por medio de la información obtenida se construye una tabla de frecuencias que permita distribuir la información. La tabla siguiente presenta las causas encontradas:

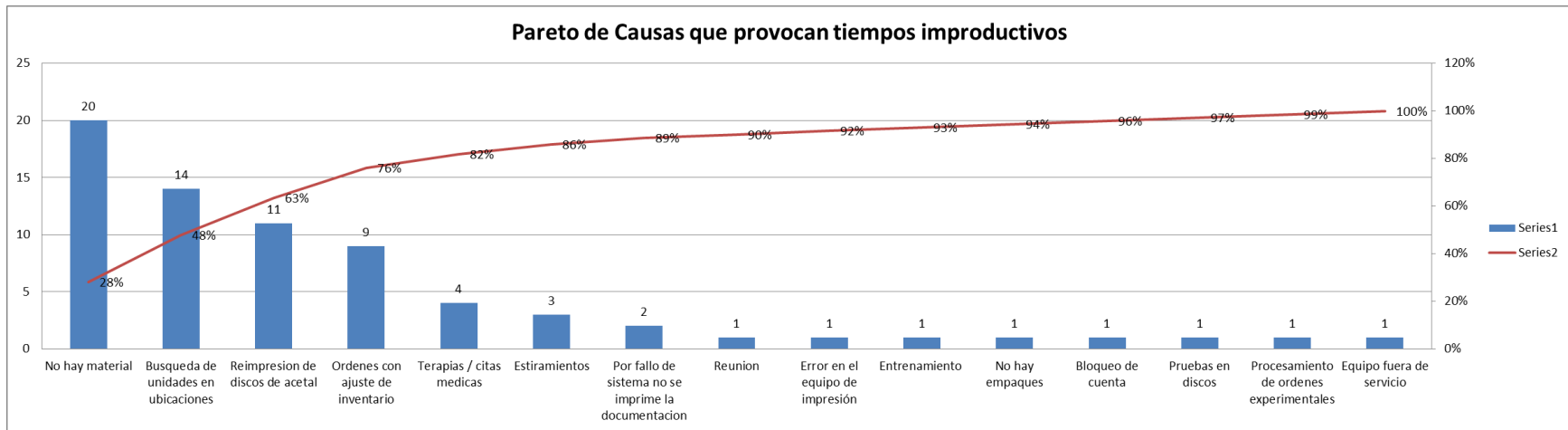
Tabla 24 Causas que provocan los tiempos improductivos en la línea de Kitting de ensamble con base en datos de muestreo de una semana del mes de mayo de 2018.

Causas	Xi	Frecuencia absoluta (ni)	Frecuencia absoluta acumulada (Ni)	Frecuencia relativa (fi)	Frecuencia relativa acumulada (Fi)
No hay material	20	1	1	28%	28%
Busqueda de unidades en ubicaciones	14	1	1	20%	48%
Reimpresion de discos de acetal	11	2	3	15%	63%
Ordenes con ajuste de inventario	9	1	4	13%	76%
Terapias / citas medicas	4	1	5	6%	82%
Estiramientos	3	1	6	4%	86%
Por fallo de sistema no se imprime la documentacion	2	2	8	3%	89%
Reunion	1	2	10	1%	90%
Error en el equipo de impresión	1	2	12	1%	92%
Entrenamiento	1	2	14	1%	93%
No hay empaques	1	1	15	1%	94%
Bloqueo de cuenta	1	1	16	1%	96%
Pruebas en discos	1	1	17	1%	97%
Procesamiento de ordenes experimentales	1	1	18	1%	99%
Equipo fuera de servicio	1	1	19	1%	100%
Total	71	20			

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Se presenta el Pareto de la tabla de frecuencias:

Figura 20 Diagrama de Pareto de causas que provocan los tiempos improductivos basados en un muestreo de una semana del mes de mayo 2018



Fuente: Elaboración propia con base en los datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Según los datos obtenidos en el Diagrama de Pareto de causas que generan los tiempos improductivos de la línea de Kitting se determina que el 20% de las causas (Sin producto y búsqueda de unidades en ubicaciones) generan el 80% de tiempos improductivos de la línea.

Para el estudio del presente proyecto se determinará como la causa raíz este 20% de tiempos improductivos con el fin de proponer soluciones realizables y que cumplan con los intereses de la empresa.

CAPITULO V

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En este capítulo se tratará lo relacionado con el diseño de la mejora, las modificaciones que se proponen realizar y la implementación para alcanzar la reducción de tiempos improductivos.

A partir de la información recolectada en la etapa de análisis se emplearán herramientas ingenieriles que faciliten la resolución del problema y la obtención de resultados positivos.

Como producto de la observación del proceso, de la revisión del procedimiento y del análisis de los resultados se determinarán oportunidades de mejora en el método de trabajo.

Cabe señalar que en el capítulo anterior se determinó que el factor más crítico es el método de trabajo, detectado por medio de la recolección de las causas que se pueden analizar en el Ishikawa y al Pareto que género que el 20% de causas de paro de la línea obtiene como resultado el 80% de los tiempos improductivos por lo tanto las propuestas a desarrollar que se darán son enfocadas en este punto.

5.1.1 Paso 4 Elevar la restricción del sistema

Elevar la restricción del sistema implica llevar a cabo una serie de mejoras en el recurso restrictivo, con el fin de aumentar el proceso, en este caso el proceso de Kitting de ensamble. A continuación, se presentan las propuestas a analizar.

5.1.1.1 Propuesta Cambio en el Método de trabajo

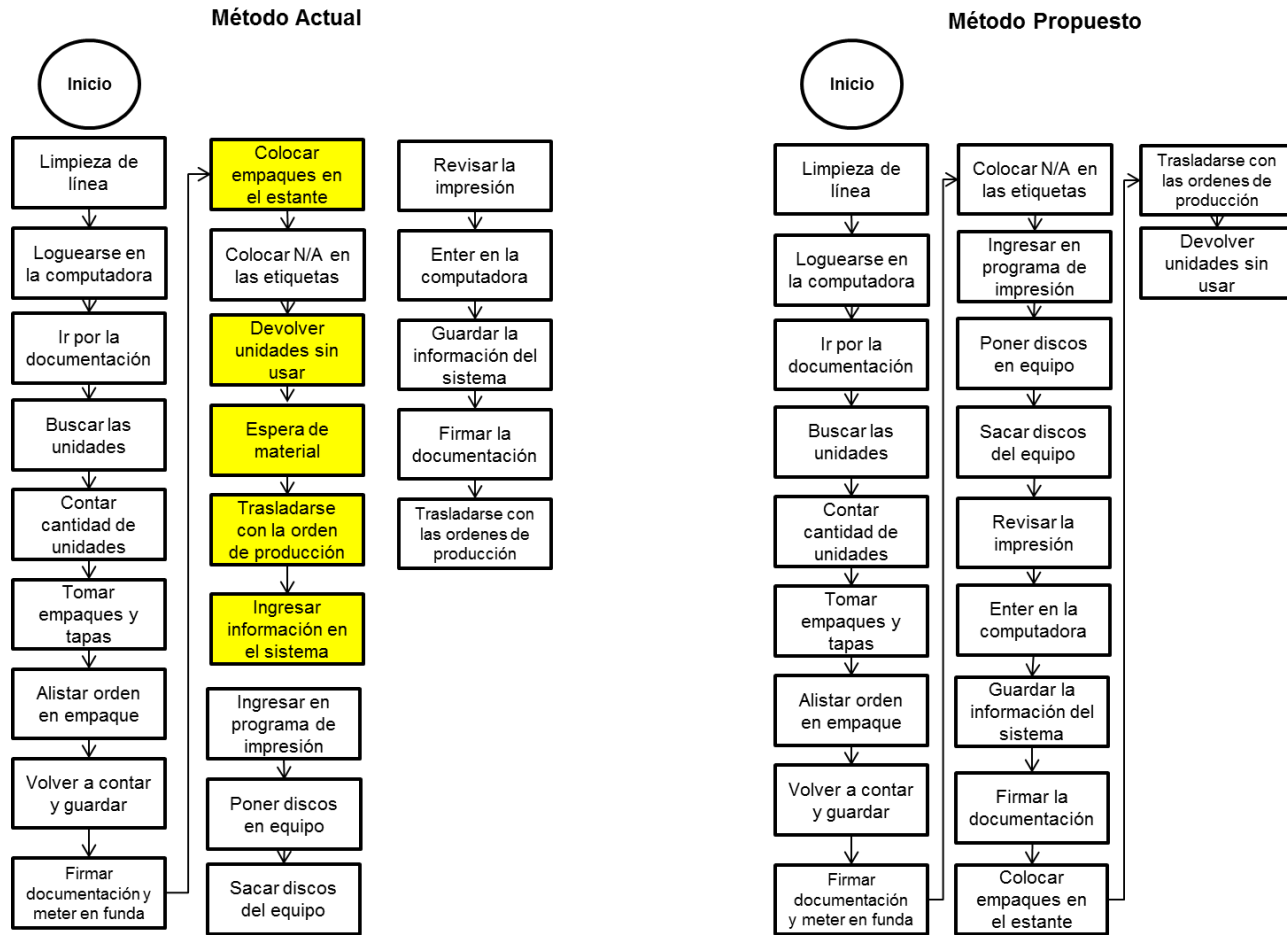
El cambio propuesto en el método de trabajo toma en cuenta dos aspectos: Unificar la operación de alisto de material y la impresión de discos de acetal, así como crear un plan de revisión de inventario de las ubicaciones de los implantes y entrenamiento adecuado al personal que realiza la ubicación.

5.1.1.2 Optimización del proceso realizando la unificación de la operación de alisto de material y la impresión de discos de acetato

El proceso de alisto de material se trabaja en una estación aparte que es móvil y se realiza inmediatamente después la operación de impresión de discos de acetato.

El procedimiento que rige este proceso permite que el mismo operador que alista el material también imprima los discos. Por lo tanto se puede modificar la distribución de la línea y unificar estas dos operaciones y así eliminar los tiempos improductivos que hay entre ambas.

Figura 21 Método Actual y Método Propuesto para Unificación de Operaciones.

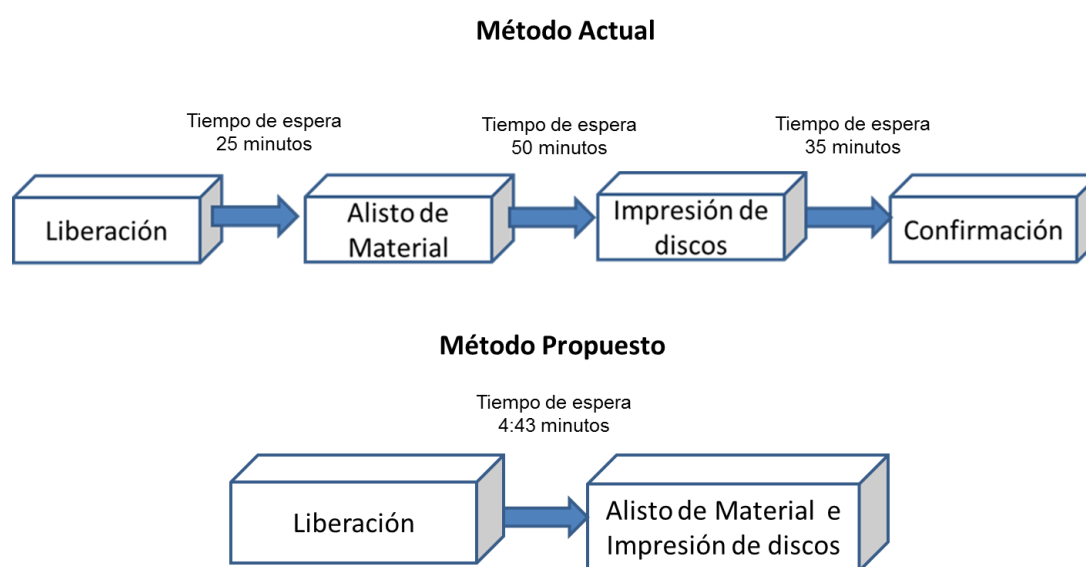


Fuente: Elaboración propia, San José, 2018.

En el diagrama anterior se muestra que el método actual tiene 23 operaciones, mientras que el propuesto tiene 20, por lo tanto se da una reducción en actividades y tiempos improductivos.

Seguidamente se presenta el método actual y el método propuesto:

Figura 22 Relación del proceso actual y el proceso propuesto de la línea de Kitting de Ensamble



Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

En la figura anterior se propone una reducción de 155 minutos diarios de tiempos improductivos al realizar la unificación de las operaciones de alisto de material e impresión de discos.

Es importante que con esta unificación de operaciones se cambie el método de trabajo desde la operación de Liberación ya que al trabajar en línea el abastecimiento de material tiene que ser constante, no se debe acumular material. Si se abastece la línea se disminuirán los tiempos a un mínimo de 4:43 minutos de tiempo improductivo en la operación de Liberación, constituido por todos los movimientos realizados para obtener la primera documentación para que la

operación de alisto de material de inicio a sus labores. Además con la eliminación del tiempo de espera entre las operaciones de Alisto de material e Impresión de discos se eliminará el tiempo de espera de material de la operación de Confirmación.

Como resultado de la propuesta, el mejoramiento en el método como resultado del proceso pasa de realizarse de 4 operarios a 3 operarios en cada turno, por lo que se plantean las siguientes opciones:

Opción A: Utilizar 2 recursos para revisar toda la documentación al finalizar el proceso de Kitting de ensamble, para evitar retenciones de material, lo que provoca que el material para la venta a cliente no esté listo y por lo tanto no pueda venderse. Es importante explicar en este punto que a lo largo del proceso de ensamble diariamente se retienen órdenes en promedio con un costo aproximado a los 200 dólares y en el caso del departamento de Empaque que se encuentra al finalizar la línea para venta al cliente que forman corridas con aproximadamente trescientas unidades con un valor de 6000 dólares, se retienen 2 corridas diarias por errores de documentación producidos por el departamento de Kitting de ensamble. El ahorro es de 153.600,00 dólares anuales y se entrega el producto a tiempo al cliente.

Opción B: Reubicar los 2 operarios en puestos de similar responsabilidad y salarialmente en otras áreas en las que sea necesario y esté disponible la plaza. Esto constituye, en un mes un ahorro de 1.267,32 dólares por los dos operarios. En un año el ahorro es de 15.207,80 dólares. El costo para la empresa es el mismo, pero este costo no se le carga a la línea de Kitting de ensamble por lo que representa un ahorro.

Opción C: Prescindir de los servicios de 1 operario por turno, total de los 2 operarios del área de Kitting de ensamble. Esto constituye en un mes un ahorro de

1.267,32 dólares por los dos operarios. En un año el ahorro es de 15.207,80 dólares.

Para efectos del costo-beneficio se toma en cuenta la opción A por ser el mayor ahorro para la empresa. Además de que permite invertir tiempo en nuevos proyectos para vender más en el futuro.

5.1.1.3 Crear un plan de revisión de inventario de las ubicaciones de los implantes y entrenamiento adecuado al personal que realiza la ubicación.

Como se menciona el personal encargado de la ubicación y manejo del almacenamiento de los implantes, el factor que más influye en la generación de tiempos improductivos es la búsqueda de las ubicaciones de los implantes, esto se confirma con los datos obtenidos por el muestreo de una semana, representados en el cuadro de frecuencias y Pareto de tiempos improductivos, en el cual se comprobó que un 33% corresponde a esta búsqueda, (ver detalle en Tabla 19 Causas que provocan los tiempos improductivos en la línea de Kitting de ensamble con base en datos de muestreo de una semana del mes de mayo de 2018).

El personal encargado de esta tarea afirma que es frecuente que las personas no acomoden las unidades en la ubicación que el sistema se le asignó y, cuando preparan los materiales de la orden, deben buscar en todas las ubicaciones y revisar contra sistema, lo que genera mucho tiempo improductivo.

Se consulta al departamento de Planeación cual es la periodicidad del ingreso de nuevos implantes para almacenarlos en el área de alisto, con los datos obtenidos se determinan los miércoles, jueves y viernes.

Entre la información importante se debe considerar que el inventario de los implantes almacenados en el área de ensamble se realiza cada 3 meses, lo que representa inconsistencias entre lo contado físico con lo que revisa en el sistema.

.

Se realizó un estudio de los estilos de implantes según la rotación.

Tipo: La distribución de los implantes según la rotación en A, B, C. Los implantes tipo A son aquellos que tienen una mayor rotación en el mes, los tipo B son los que rotan menos veces en el mes y los tipo C son los que rotan pocas veces.

Se presentan a continuación por medio de una tabla de frecuencias:

Rango: Es la cantidad de veces que se rotan en un mes.

Xi: Es la cantidad de total de los datos recolectados que se encuentran en cada uno de los rangos.

(fi): Frecuencia relativa.

Fi: Frecuencia relativa absoluta.

(ni): Frecuencia absoluta. Representa el porcentaje de datos que se encuentran en cada rango.

Ni: Frecuencia absoluta acumulada.

Tabla 25 Tabla de frecuencias de clasificación de rotación de implantes.

Tipo	Rango	X_i	f_i	F_i	Frecuencia absoluta (n_i)	Frecuencia absoluta acumulada (N_i)
A	54-36	2693	2693	2693	73%	73%
B	36-18	747	747	3440	20%	93%
C	18-1	260	260	3700	7%	100%

3700

Fuente: Datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

La tabla 20 Tabla de frecuencias de clasificación de rotación de implantes es un resumen de los 3700 estilos que ingresan al área de almacenamiento según la rotación que tienen en una semana como tipo A rotación alta, tipo B rotación media y tipo C rotación muy poca.

Por lo tanto según el Pareto anterior, se puede analizar la realización un pequeño inventario del material según la clasificación A, B, o C para corregir inconsistencias de material físico contra el sistema.

Tabla 26 Cronograma de realización de inventario de los implantes almacenados en el área de ensamble.

Inventario	Tipo
1 Vez por semana	A
1 vez por mes	B
Cada 3 meses	C

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos suministrados por la empresa, San José, 2018.

Además se planea un entrenamiento con ayuda del personal encargado del sistema y el manejo del inventario del material almacenado en el área de ensamble para todos los operarios que ubican los implantes físicos en las diferentes ubicaciones. Se estima que el tiempo de entrenamiento es de 1 hora, por lo tanto se puede realizar en el momento en que se reúna todo el personal involucrado.

La forma en que se asegura que siempre haya inventario es por dos maneras:

1. El departamento de Planeación es el encargado de programar junto con bodega las entregas de material y que estas estén en el momento indicado en el área de almacenamiento temporal en la zona designada del departamento de Kitting de ensamble.
2. La revisión de inventarios permite que, en caso de que exista un faltante, sobrante o mezcla de implantes, tanto físico como en el sistema, se analice el caso con las personas encargadas del área y se tomen medidas preventivas para que el material esté disponible en el momento en el que se tenga que procesar para el requerimiento de una orden.

5.1.1.4 Propuesta Actualización del índice de eficiencia

Según lo mencionado por el grupo de personas a las que se les consultó sobre el proceso se indica que el índice de eficiencia está desactualizado, esto se confirma con los datos obtenidos del seguimiento realizado de julio a diciembre del 2017 en el cual se comprobó que las eficiencias sobrepasan el 100% de la meta, ver detalle en la Tabla 12 Listado del promedio de la eficiencia de la línea en el periodo contemplado de julio a diciembre de la línea de Kitting de Ensamble.

El grupo experto afirma que en el análisis de las eficiencias del personal no se actualizan los datos desde hace 4 años y que en el momento de revisar los datos estos no concuerdan con la realidad.

La producción diaria varía, según los datos proporcionados por el departamento de Planeación, por lo tanto se justifica que hace 4 años la producción correspondía a un 51% de volumen menos que lo que se produce actualmente, lo que explica los operarios en su eficiencia obtengan valores registrados más altos que los esperados con respecto a la meta.

Debido a que se cuenta con la información de la producción diaria por parte del departamento de Planeación se procede a realizar la modificación de la eficiencia con respecto a los datos diarios proporcionados.

Como nota aclaratoria para la empresa la meta de la eficiencia es 100% en toda la línea de Kitting. Además si la línea de Kitting presenta eficiencias por encima del 100% es porque no se utiliza la capacidad máxima de la línea de producción.

Es importante que la eficiencia se ajuste a la fórmula real por medio de lo siguiente fórmula tomada de: (Gutiérrez, 2013, pág. 7).

Eficiencia: $\frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}$

Los datos utilizados se calcularon en: Apartado 4.3.1.3 Capacidad de la línea

$$\text{Eficiencia} = \frac{800 \text{ minutos de producción}}{960 \text{ minutos disponibles}} * 100\% = 83\%$$

Según lo calculado la eficiencia de la línea es de un 83%.

Actualmente la producción diaria es de 4000 unidades, pero la capacidad máxima es de 4800 unidades, lo que representa un 17% que no se utiliza. Por lo tanto, la propuesta está basada en la capacidad de la línea. Ver punto 4.3.1.3 Capacidad de la línea:

Opción A: Aumentar el porcentaje de la meta de producción. Esto significa que se cuenta con dos formas de llegar a aumentarla, que son las siguientes opciones A. 1 y A. 2.

Opción A. 1: Utilizar recurso para realizar labores ligadas con las propuestas de creación de revisión de inventario de ubicaciones de los implantes y de revisión de documentación para la disminución de implantes retenidos como resultado que llegue a tiempo el producto a cliente.

Opción A. 2: Sugerirle al departamento de Planeación que incremente la producción, ya que la capacidad máxima es de 4800 unidades y se producen 4000 unidades diarias (ver punto 4.1.1.3).

Opción B: Prescindir de 1 recurso o reubicarlo en otro puesto similar por motivo de que al implementar las propuestas se estará sobre completando la eficiencia.

5.1.1.5 Propuesta Disminución de reimpresiones de discos de acetal

Después de haber consultado con el grupo experto, se indicó que en la operación de impresión de discos una de las causas que provocan más tiempos improductivos son las reimpresiones de discos de acetal que son provocadas por desajustes en las plantillas de impresión de los dibujos.

Para determinar si es factible se realiza una investigación más a fondo en el departamento de ingeniería y se determina que, actualmente, la empresa no hay un grupo experto en la manipulación de las máquinas de impresión, como resultado no se pueden determinar los fallos en el equipo ni realizar las correcciones a las plantillas de los dibujos que debe llevar cada orden de trabajo.

Se consultó al departamento de Ingeniería sobre la cotización para llevar a la empresa una persona experta en los equipos de impresión para entrenar a un grupo que se formará de varios departamentos que van a estar involucrados manufactura, ingeniería y sistemas. La cotización ronda 7580.77 dólares que consisten en traer el entrenador, alojamiento, salario de supervisor, salario de personal de departamento de Tecnología, viáticos, tiempo de entrenamiento de 1 semana, integración del equipo, materiales y horas de entrenamiento al personal elegido.

5.1 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA

En el presente capítulo se describirá la implementación del área de Kitting, resultados y los mecanismos de control.

5.1.1 Cronograma de actividades de implementación de la Propuesta #1

A continuación se presenta el cronograma de implementación de la propuesta Unificación de las operaciones de Alisto de material e Impresión de discos.

Figura 23 Diagrama de Gantt Implementación Propuesta #1

Propuesta #1 Unificación de operación																															
# Actividad	Actividad	Encargado	Inicio	Final	16-jul-18	17-jul-18	18-jul-18	19-jul-18	20-jul-18	21-jul-18	22-jul-18	23-jul-18	24-jul-18	25-jul-18	26-jul-18	27-jul-18	28-jul-18	29-jul-18	30-jul-18	31-jul-18	01-ago-18	02-ago-18	03-ago-18	04-ago-18	05-ago-18	06-ago-18	07-ago-18	08-ago-18	09-ago-18	10-ago-18	11-ago-18
					1	Planificación de movimiento de estaciones de trabajo.	Ingeniería	16/07/2018	29/07/2018	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
2	Movimiento de estaciones de trabajo.	Ingeniería	30/07/2018	05/08/2018														█	█	█	█	█	█	█							
3	Revisión de nueva distribución de estaciones de trabajo.	Manufactura	06/08/2018	11/08/2018																					█	█	█	█	█	█	

Fuente: Elaboración propia, San José, 2018.

Se presenta el cronograma para que el departamento de Ingeniería planifique el movimiento de las estaciones de alisto contiguo a las impresoras de discos de acetal para que el personal realice estas operaciones y eliminar el tiempo improductivo entre ambas.

5.2.2 Cronograma de propuesta #2

El siguiente Diagrama contiene el Cronograma de la Propuesta de la Modificación del Índice de Eficiencia:

Figura 24 Diagrama de Gantt de Propuesta #2 Modificación de Índice de Eficiencia

Propuesta #2 Modificación del Índice de Eficiencia																																
# Actividad	Actividad	Encargado	Inicio	Final	16-jul-18	17-jul-18	18-jul-18	19-jul-18	20-jul-18	21-jul-18	22-jul-18	23-jul-18	24-jul-18	25-jul-18	26-jul-18	27-jul-18	28-jul-18	29-jul-18	30-jul-18	31-jul-18	01-ago-18	02-ago-18	03-ago-18	04-ago-18	05-ago-18	06-ago-18	07-ago-18	08-ago-18	09-ago-18	10-ago-18	11-ago-18	
1	Modificación del índice de eficiencia	Fabiola Barrantes	20/07/2018	20/07/2018																												
2	Revisión por parte de la Supervisión	Manufactura	23/07/2018	24/07/2018																												
3	Aprobación de Supervisión	Manufactura	25/07/2018	26/07/2018																												
4	Entrenamiento a personal soporte	Fabiola Barrantes	27/07/2018	27/07/2018																												

Fuente: Elaboración propia, San José, 2018.

Es importante indicar que el plan de Modificación de Eficiencia es importante que se lleve a cabo ya que es un parámetro de medición para indicar si se está aprovechando de la mejor manera los recursos en el tiempo de producción.

Si se refleja la realidad se puede realizar un análisis más profundo para generar medidas en el proceso para lograr el objetivo.

5.2.3 Cronograma de Propuesta #3

Figura 25 Diagrama de Gantt de Propuesta Entrenamiento en equipo de grabado de discos de acetato

Propuesta #3 Entrenamiento de grupo con persona experta en Laser grabados de discos de acetato																																
# Actividad	Actividad	Encargado	Inicio	Final	16-jul-18	17-jul-18	18-jul-18	19-jul-18	20-jul-18	21-jul-18	22-jul-18	23-jul-18	24-jul-18	25-jul-18	26-jul-18	27-jul-18	28-jul-18	29-jul-18	30-jul-18	31-jul-18	01-ago-18	02-ago-18	03-ago-18	04-ago-18	05-ago-18	06-ago-18	07-ago-18	08-ago-18	09-ago-18	10-ago-18	11-ago-18	
1	Planificación de Entrenamiento	Departamento de Informática	20/07/2018	20/07/2018	■	■	■	■	■																							
2	Entrenamiento a personal soporte	Departamento de Informática	23/07/2018	24/07/2018							■	■	■	■	■	■																
3	Verificación de efectividad de entrenamiento	Departamento de Informática	25/07/2018	26/07/2018														■	■	■	■	■										

Fuente: Elaboración propia, San José, 2018.

Como se expuso anteriormente, no existe un grupo encargado de solucionar los problemas presentados en los equipos de grabado, por lo tanto es relevante que se realice la implementación de la propuesta presentada en los equipos de grabado y, la implementación de la propuesta #3.

El beneficio a largo plazo es la disminución de reimpresiones de discos de acetato, como resultado la minimización de los tiempos improductivos.

5.3 Costo Beneficio de las Propuestas

Es importante destacar que los montos presentados son una estimación y no los datos puntuales proporcionados por la empresa. A continuación, se presenta el costo beneficio de las propuestas.

5.3.1 Costo Beneficio Propuesta de Unificación de Operaciones

Seguidamente se presentará un resumen con el monto en dólares producto del beneficio en la disminución de tiempos improductivos por medio de la unificación de las operaciones de Impresión de discos y de Alisto de material, el costo de la inversión inicial de la implementación de mover las estaciones de Alisto junto con los equipos de impresión de discos. Además, con el cambio de método se disminuirán los tiempos improductivos de la operación generada por Liberación.

Después de hacer el análisis del costo beneficio de la unificación de las operaciones de alisto de material e impresión de discos se determina que el costo total es de 854,00 dólares y el beneficio de 163137,12 dólares (ver tablas 27 Cuadro resumen cálculo de costos de Propuestas y 28 Cuadro resumen cálculo de beneficios de Propuestas).

Además al disminuir los tiempos improductivos, el recurso libre dentro en la línea se utiliza al revisar la documentación, cuando finaliza el proceso de la línea de Kitting de ensamble, para que estos errores no lleguen a lo largo de la línea de ensamble, ya que constituyen 153.600,00 dólares anuales, por material retenido durante el día debido a estos errores, lo que retrasa la entrega al cliente.

5.3.2 Costo Beneficio de Propuesta de Entrenamiento en equipos de grabado de discos de acetato

Es el costo estimado en dólares por el tiempo invertido en las actividades de entrenamiento del personal elegido que forme parte del equipo que va a ser el experto en las máquinas de grabado.

El análisis del costo beneficio de la propuesta de Entrenamiento en equipos de grabado de acetal, evidenció que el costo total de la inversión es de 7580,77 dólares y el beneficio es de 10929,02 dólares. Es importante que el grupo de Manufactura tome en cuenta la implementación para disminuir los tiempos improductivos por fallos en equipos que se pueden corregir (ver tablas 27 Cuadro resumen cálculo de costos de Propuestas y 28 Cuadro Resumen cálculo de beneficios de Propuestas).

5.3.3 Cálculo de costos y beneficios

5.3.3.1 Cálculo de Costos

En la siguiente tabla se presentan los cálculos de los costos por propuesta.

Tabla 27 Cuadro resumen de cálculo de costos por Propuesta

Cuadro de calculo de costos		
Propuesta	Calculo	Costo
Unificar operaciones.	Salario por día * cantidad de personas * días	\$34,16 salario por día * 5 personas * 6 días = \$854
Crear un plan de revision de inventario de las ubicaciones de los implantes y entrenamiento.	Salario en extras de 1 operario por semana* 3 horas * 48 semanas + Salario de 4 operarios en extras dobles y 1 persona soporte de inventario que se realiza cada 3 meses de 4 horas	(\$5,38 salario de operario en extras*3 horas*48 semanas) +(\$7,16 salario de operarios doble en extras*4 operarios*4 horas +\$4,78 salario de personal soporte doble en extras *4 horas)*3 veces al año = \$1175,76
Entrenamiento al personal.	Salario de 8 operarios * 1 hora + salario de 2 soporte lider * 1 hora + salario de 2 supervisores * 1 hora + salario de 3 soporte de línea * 1 hora	\$3,58 salario de operario*8 operarios*1 hora+\$5,29 salario de soporte lider*2 lideres*1 hora+\$8,88 salario de supervisor*2 supervisores* 1 hora +\$4,78 salario de soporte*3 personas de soporte*1 hora= \$71,32
Actualizar el indice de eficiencia.	Salario de soporte lider * 2 lideres * 1 hora + salario de supervisor * 2 supervisores * 1 hora	\$5,29 salario de soporte lider *2 lideres* 1 hora + \$8,88 salario de supervisor * 2 supervisores *1 hora = \$28,34
Disminuir las reimpressiones de discos de acetal.	Salario de supervisor * 1 semana + Salario de personal de IT * 1 semana + Viaticos + Materiales + Pago de persona experta + Alojamiento	\$426,24 salario supervisor + \$852,48 salario departamento de IT+ \$341,30 materiales + \$853,24 alojamiento + \$341,30 viaticos + \$4266,22 Pago personal experto = \$7580,77
Total		\$9710,19

Fuente: Elaboración propia, San José, 2018.

En el cuadro anterior se presentan los cálculos de los costos de cada propuesta, resultado es un costo anual de 9.710,19 dólares.

5.3.3.2 Cálculo de Beneficios

En la siguiente tabla se presentan los cálculos de los beneficios por propuesta.

Tabla 28 Cuadro resumen de cálculo de Beneficios de las Propuestas

Cuadro de calculo de Beneficios		
Propuesta	Calculo de Beneficio	Ahorro
Unificar operaciones.	<p>Tiempo improductivo (horas) * costo de hora * dias * semanas * meses</p> <p>Valor promedio de orden al procesandose * ordenes retenidas por error de documentacion + Valor promedio de material detenido diario al final de la linea por errores de documentacion de Kitting de ensamble * Material retenido por dia (carros de material) * 48 semanas</p>	<p>2,66 horas de tiempo improductivo *\$3,58 *6 dias * 4 semanas * 12 meses = \$2742,57 al año</p> <p>\$100 * 2 ordenes promedio en la linea + \$3000 valor promedio de carro de material al finalizar la linea de trabajo *1 carro de material *48 semanas = \$153600</p>
<p>Crear un plan de revision de inventario de las ubicaciones de los implantes y entrenamiento.</p> <p>Entrenamiento al personal.</p>	Ajustes de inventarios * horas invertidas en solucion * valor hora laborada * dias * semanas * meses	12 ajustes * 0,5 horas * \$3,58 hora laborada * 6 dias * 4 semanas * 12 meses = \$6192,50
Actualizar el indice de eficiencia.	Salario invertido personal soporte * 1 hora semanal * numero personal soporte + Salario invertido supervisores * numero supervisores * semanas	\$5,30 dolares *2 personal soporte*1 hora + \$8,87 salario supervisor *2 supervisores *48 semanas = \$1359,73 al año
Disminuir las reimpressiones de discos de acetel.	Promedio de reimpressiones diarias* valor hora laborada *horas *dias * semanas * meses	20 reimpressiones promedio diarias *0,53 horas * \$3,58 * 6 dias * 4 semanas * 12 meses = \$10929,02 al año
Total		\$174.823,82

Fuente: Elaboración propia, San José, 2018.

Los datos de producción son obtenidos del sistema SAP, salarios del departamento de Recursos Humanos, montos de entrenamientos de departamento de Ingeniería.

En la tabla anterior se presentan los cálculos de los beneficios por propuesta resultado son 174.823.32 dólares anuales.

Si se logran implementar las propuestas el ahorro permitirá que se puedan invertir en nuevos proyectos para vender más en el futuro.

5.3.3.3 Costo – Beneficio

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los costos-beneficios.

Tabla 29 Cuadro resumen de costo-beneficio de las propuestas.

Cuadro Resumen de costos de Implementacion de Propuestas				
Propuesta	Actividad	Costo	Beneficio Cualitativo	Ahorro
Unificar operaciones.	Realizar un nuevo acomodo de las estaciones de trabajo de alisto de materiales y unirlos con la operación de impresión de discos.	\$854	Disminucion de tiempos improductivos. Personal realiza revision de documentacion y de material para evitar retencion del mismo.	\$9537,12 \$153600
	Crear un plan de revision de inventario de las ubicaciones de los implantes y entrenamiento.	\$1175,76	Se disminuyen transportes por ajustes de material.	\$6192,50
Entrenamiento al personal.	Planear un entrenamiento con todo el personal encargado del sistema y manejo del inventario. Tiempo estimado 1 hora.	\$71,32	Se garantiza material a lo largo de la linea.	
Actualizar el indice de eficiencia.	Actualizar el indice de eficiencia con respecto a la produccion y se le asigna un rango de aceptacion.	\$28,34	Agilizacion en la toma de decisiones.	\$1359,73
Disminuir las reimpressiones de discos de acetal.	Realizar una capacitacion con un experto en equipos de impresion para conformar un grupo que maneje las soluciones de los problemas de equipo. Se consideran los siguientes aspectos: horas de entrenamiento de supervisores e ingenieros, horas de persona experta, alojamiento, viaticos, materiales.	\$7580,77	Disminucion de tiempos improductivos. Soluciones a la mano en temas de equipos.	\$10929,02
Total		\$9710,19		\$174.823,82
Costo - Beneficio				\$165.113,63

Fuente: Elaboración propia, San José, 2018.

El costo-beneficio que se obtiene del cuadro anterior se obtiene al restar el costo de la inversión que se le resta el costo de la ineficiencia actual, si se aplican las propuestas que generarían un ahorro de 165.113.63 dólares por año.

5.1.2 Paso 5: Volver al paso 1

El quinto paso del enfoque sistemático indica lo siguiente: “Si en los pasos previos se ha eliminado una restricción, volver al Paso 1”, no obstante, como el TOC un proceso de mejora continua, es importante prestar atención a nuevas restricciones que se deben presentar al eliminar una, por lo que se recomienda lo siguiente:

Actualizar constantemente el análisis de los 5 porqués cuando se encuentra una nueva restricción.

Se requiere estar pendiente a los cambios del sistema ya que al mejorar y disminuir los tiempos improductivos es probable que aparezca una nueva restricción en el sistema.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Luego de realizar el estudio, por medio de las herramientas de la metodología DMAIC y del TOC para definir la causa raíz; medir los datos recolectados; analizar las relaciones entre las distintas variables e identificar mejoras; se concluye que se lograron disminuir los tiempos improductivos entre la operación de alisto de material e impresión de discos, era objetivo principal de esta investigación.

Se concluye, además, que de acuerdo con los objetivos es importante acotar:

1. El método utilizado para hallar los datos de tiempo estándar de cada operación se realiza por medio de un muestreo. Se obtiene que los tiempos estándar por operación son los siguientes: En liberación 04:43 minutos, Alisto de material 06:15, Impresión de discos 02:15 minutos y en Confirmación 00:58 minutos. El Alisto de material se constituye la operación con mayor tiempo de duración y, por lo tanto el cuello de botella de la línea de producción con el análisis del paso 1 Identificar las Restricciones.
2. Con el paso 2: Explotar la restricción se realizó un muestreo para determinar los tiempos improductivos que afectan el índice de eficiencia de la línea de Kitting de Ensamble, se muestrearon los tiempos del mes de mayo 2018 y, se efectuó un análisis de los tiempos improductivos de cada operación. Se obtuvieron, 25 minutos en alisto de material, 50 minutos en impresión de discos y 47 minutos en confirmación. El costo total de los tiempos improductivos es 1.081,73 dólares para un periodo de un mes.
3. Además se obtuvo que en un mes el costo del tiempo laborado es de 2.752,88 dólares lo que corresponde al 79% del tiempo laborado, mientras que el de tiempos improductivos es de 1.081,73 dólares que representa el 21%.

4. Con el paso 3: Subordinar todo lo demás a la restricción, se analizaron las diferentes causas por medio de la utilización de las herramientas de análisis (Diagrama de causa-efecto, tabla de frecuencias y Pareto de causas encontradas) se recolectaron y analizaron las posibles razones que pueden estar afectar y generar tiempos improductivos entre la operación de alisto y la de impresión de discos de acetal de la línea de Kitting de ensamble. Se encontró que la causa raíz era el método. Entre los principales motivos están:
 - Sin producto que se produce por tiempos improductivos por espera de material de una operación a otra.
 - Búsqueda de unidades en ubicaciones, ya que todas las órdenes por alistar necesitan ser encontradas en el área temporal en el que se localizan lo que requiere de transportes constantes.
 - Reimpresión de discos, generada por el método de trabajo utilizado y errores generados por el equipo.
 - Ordenes con ajuste de inventario debido a que es frecuente que las personas no acomoden las unidades en la ubicación que les corresponden en el sistema que se les asigno y, cuando están preparando los materiales de la orden, deben buscar en todas las ubicaciones y revisar contra sistema.
5. En el paso 4: Elevar la restricción del sistema una vez analizadas las causas se plantean las siguientes propuestas:
 - Unificar las operaciones de alisto de material e impresión de discos por medio de movilización de estaciones de trabajo.

- Crear un plan de revisión de inventario de las ubicaciones de los implantes y entrenamiento adecuado al personal que realiza la ubicación, tomando en cuenta la rotación de cada estilo de implante que ingrese al almacenamiento temporal.
 - Actualización del índice de eficiencia para toma de decisiones.
 - Disminución de reimpresiones de discos de acetal por medio de un entrenamiento a personal elegido para pertenecer a un grupo encargado de solucionar los desajustes que presente el equipo de impresión.
6. Se realiza el análisis del costo-beneficio y si se aplican las propuestas generarían un ahorro de 165.113,63 dólares por año.
7. Paso 5: Volver al paso 1. Actualizar constantemente el análisis de los 5 porqués cuando se encuentra una nueva restricción.

6.2 RECOMENDACIONES

Concluido el presente estudio se identificaron varios puntos importantes a considerar para que se garantice que si se implementan las mejoras sean exitosas, así como que se mantengan a través del tiempo y permitan realizar monitoreo periódico y un seguimiento que guíe los esfuerzos para la mejora continua.

Es de suma importancia el involucramiento del supervisor del área, la alta gerencia y los departamentos que brindan servicios a Manufactura, de manera que la implementación de la mejora sea perdurable en el tiempo, principalmente los departamentos de Calidad, Procesos, Logística, Compras e Ingeniería.

Se recomienda involucrar a los encargados de estas áreas en los cambios que se ejecutan actualmente, de manera que la coordinación de las tareas favorezca una comunicación efectiva y una ejecución expedita.

Finalmente, se le realizan las siguientes recomendaciones al supervisor del área de Alisto de material:

1. Se debe capacitar periódicamente a los encargados de entrenar personal de nuevo ingreso, para no perder las mejoras de las propuestas a implementar.
2. Realizar auditorías para verificar que la operación se realiza de acuerdo con el manual de instrucciones y así llevar un control.
3. Implementar las siguientes propuestas expuestas para lograr un ahorro de 165.113,82 dólares por año:
 - Unificar las operaciones de alisto de material e impresión de discos por medio de movilización de estaciones de trabajo.

- Crear un plan de revisión de inventario de las ubicaciones de los implantes y entrenamiento adecuado al personal que realiza la ubicación tomando en cuenta la rotación de cada estilo de implante que se ingrese al almacenamiento temporal.
- Actualización del índice de eficiencia para toma de decisiones.
- Disminución de reimpresiones de discos de acetal por medio de un entrenamiento a personal elegido para pertenecer a un grupo encargado de solucionar los desajustes que presente el equipo de impresión.

Se requiere estar pendiente a los cambios del sistema ya que al mejorar y disminuir los tiempos improductivos es probable que aparezca una nueva restricción en el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA.

Abascal, J. Sistemas de gestión: Normas ISO aplicar el sentido común. Disponible en: www.ecogesa.net/servicios/sistemas-de-gestión-normas-ISO.

Acevedo García A, Conde Horta L. (2013). *Metodología para el diseño, estandarización y mejoramiento de procesos en una empresa prestadora de servicios*. Bogotá: Universidad EAN.

AllerganInc. Historia, Recuperado, el 29/01/2018. Disponible en: <https://www.allergan.es/es-es/aboutus/history/pages/default.aspx>

Allergan Medical. (2015). Allergan. Disponible en: www.Allergan.com/home

Allergan Medical, SRL. CR (2016). Manual del empleado. (2016).

Alfaro Vargas, Raquel (2015), Mejora en el del recurso humano mediante una reasignación de labores en el área de manufactura de Allergan Medical, Costa Rica. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Álvarez, R. (2015). Guía Metodológica para la elaboración de Proyectos de investigación en posgrado. México.

Campos Monge, A (2014). Propuesta de estandarización metodológica de los proyectos internos en Prodigios Latin América. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Crizman, P. (2016). La construcción de escalas de medición para la investigación lingüística y sus aplicaciones didácticas. Una propuesta con respecto a la modalidad lingüística andaluza. Madrid, España: ACCI ediciones-Asociación cultural y científica iberoamericana.

De Seta, L. "La técnica de los 5 porque". Recuperado el 02/04/2018. Disponible en: <https://dosideas.com/noticias/metodologias/366-la-tecnica-de-los-5-porque>.

Dieter, George. (Ed 4ta). Ingeniería de diseño. (2009).

Espinosa, Roberto. (2013). Estrategia Marketing. Recuperado el 19/02/2018. Disponible en: <http://robertoepinosa.es/2013/07/29/la-matriz-de-analisis-dafo-foda>.

González, Evans, Pérez (2017). Manual Vancouver, APA, citas y referencias bibliográficas. Costa Rica: Universidad Hispanoamericana.

Godínez Madrigal, Gustavo (2016), Reducción de implantes mamarios rechazados por presencia de partículas de acetal generados en el departamento de Shell fab de la empresa Allergan, para el primer trimestre de 2016. Costa Rica: Universidad Hispanoamericana.

González Neira, Eliana (2004), Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Servioptica LTDA. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Gutiérrez, H. (Ed. 4ta). (2014). Calidad y Productividad. México. Mc GRAW-HILL.

Gutiérrez, H. (Ed. 3era) (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. México. Mc GRAW-HILL.

ISO 9001:2015 “Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos”. Recuperado el: 23/04/2018. Disponible en: <https://calidadgestion.wordpress.com/tag/mapa-de-procesos>.

Kanawaty. (Ed. 4ta). Introducción al estudio del trabajo. Oficina Internacional del Trabajo (Ginebra), 1996.

Trishchler, W. Mejora del Valor añadido en los procesos. Ediciones Gestión 2000. 1996.

Manene, L. Diagramas de flujo. Recuperado el 02/04/2018. Disponible en: <http://www.luismiguelmanene.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/>.

Métodos de Diseño. Recuperado, el 15/02/2018. Disponible en: <http://www.ingenieria.unam.mx/~guiaindustrial/disenoinfo/3/6.htm>.

Molteni, P. y Cecchi, P. (Ed. 2 da). *El liderazgo del Lean Six Sigma*. (2005). Buenos Aires, Argentina: Macchi Grupo Editorial (2005).

Muriel, A. ¿Qué es un diagrama de Gantt? Recuperado el 04/04/2018. Disponible en: <https://redbooth.com/hub/es/que-es-un-diagrama-de-gantt/>.

Niebel, Freivalds. (Ed. 11 va). Métodos, estándares y diseño del trabajo. (2014).

Sampieri, Roberto. (Ed 5ta). Metodología de la investigación. (2010).

Chapman, S. Planificación y control de la producción (2006). Costa Rica. Editorial Pearson Educación.

Universidad Hispanoamericana (UH) (2018). *Guía 02 Presentación de proyectos de Graduación*. (Versión 02), 2018. Costa Rica.

GLOSARIO

8.1 GLOSARIO

Kitting: Área de alisto de las órdenes de implantes, que está dividido en cuatro operaciones:

- Liberación que consiste en la impresión de la documentación de cada orden.
- Alisto de materiales que se encarga de encontrar el implante respectivo de la orden y colocarlo en su empaque.
- Impresión de discos que se encarga de imprimir la información de los discos de acetal según el requerimiento de cada orden de trabajo para su trazabilidad.
- Verificación de discos su función es la de contar la cantidad de discos, firmar y confirmar en el sistema todo el proceso. Terminado esta operación el operario se dirige con el total de la cantidad de ordenes hacia el área de espera de Gel, Salinos o Tissue Expander.

Router: Documentación de trazabilidad de una orden de trabajo.

Kitters: Operarios que realizan la labores en el departamento de Kitting de ensamble.

Shell: Implante de seno.

Pick list: Hoja con la lista de materiales.

Frezzets: Empaque de plástico donde se almacena el producto a ensamblar.

ID de la Shell: Número de identificación de unidad para darle trazabilidad durante el proceso.

Incoming: Departamento encargado de revisar todo el suministro para producir el producto.

Disco de Acetal: Disco cortado del material de acetal que es ensamblado en la unidad para darle un número identificador.

Ensamble de tissue Expander: Departamento encargado de ensamblar implantes para expansión de tejido.

Ensamble de gel: Departamento encargado de ensamblar y llenar los implantes con los diferentes tipos de gel.

Ensamble de salinos: Departamento encargado de ensamblar implantes salinos.

Shell Fab: Departamento encargado de fabricar la horma del implante.

Bodega: Departamento encargado de suministrar los implantes al área de alistado de las ordenes de implantes que luego se ensamblaran.

ANEXOS

1. MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA LA OPERACIÓN DE KITTING DE ENSAMBLE.

1.0 PROPÓSITO

Este documento provee instrucciones para la emisión y preparación de materiales de órdenes de trabajo de componentes y productos finales.

2.0 ALCANCE

Este procedimiento aplica todos los productos de implantes mamarios, sizers, Magna Finder Xact, Esteril, Expansores de tejido, Expansores de tejido con cejillas de sutura, Expansores de tejido con líneas de orientación, Expansores de tejido CUI, puertos remotos de inyección CUI, accesorios, tubo de llenado.

3.0 RESPONSABILIDAD

Personal responsable: Personal de Ensamble de Producto.

Propietario del documento: Manufacturing / Process Engineer, Ensamble de Producto (Costa Rica).

4.0 DOCUMENTOS RELACIONADOS

DWG 700,261

5.0 DEFINICIONES

Orden de trabajo: Refiérase a QM-003, Glosario del Sistema de Calidad, para una explicación de este término.

6.0 SUMINISTROS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Suministros

3059-01 Láminas de homopolímero de acetal

3162-01 Lámina de polietileno texturizado

3233-01 Solución IPA 70/30

3268-XX Paño de poliéster

6741-XX Paños de espuma
6965 Contenedores/ Suministros y Herramientas aprobadas
Recipientes, según dibujo 6965
Bolsas de polietileno (varios tamaños)
Guantes de polietileno desechables
Anteojos/ Gafas de seguridad
Etiqueta de recipiente de producto
Etiqueta de orden de trabajo
Bolsa (manga)
Tijeras
Guantes de Vinil
Plantilla de verificación de discos de acetal
Lámpara de inspección
Herramientas
4121-01 Herramienta de retención de acetal
Equipo
MO807 Laser Engraving System
MO884 Laser Etcher for Laser Marking System
Impresora de etiquetas de identificación de lote INTERMEC de 3400 dpi

7.0 REQUISITOS DE SEGURIDAD

Deben usarse guantes y protección visual al manipular 3233-01, solución IPA 70/30.

8.0 INSTRUCCIONES GENERALES

Nota: La firma en el router equivale a la realización de todos los pasos requeridos para completar una tarea, así como al cumplimiento de las instrucciones generales establecidas en este procedimiento, como por ejemplo: emisión de materiales, limpieza de línea, entre otros.

8.1 Consulte en DOP-036, SAP User Manual Work in Process, (Manual del Usuario de SAP – WIP (Trabajo en proceso)), los requisitos sobre:

- Creación de orden de producción.
- Auto liberación de orden de producción.
- Liberación de lote.
- Asignación de lotes a ciclos de inmersión.
- Transacción de transferencia.
- Impresión de etiquetas.
- Traslado a la localización de desechos (scrap).

8.2 Prepare el área de trabajo

- 8.2.1 Retire del área de trabajo todos los materiales utilizados en la orden de producción anterior.
- 8.2.2 Limpie la superficie de trabajo utilizando 3233-01 y 6741-XX, paños de espuma. (No se aplica a las áreas de Ingreso de Datos fuera de los entornos de área controlada).

8.3 Emisión de materiales

- 8.3.1 Asegúrese de que el material emitido en el lote de producción anterior haya sido consumido antes de iniciar un nuevo lote en el área de trabajo.
- 8.3.2 Traslade el material a emitir a la mesa de trabajo.

9.0 LIBERE LA ORDEN DE TRABAJO PARA PRODUCCIÓN

9.1 Solo ordenes de producción de ensamble/empacado

- 9.1.1 Libere la orden de trabajo del sistema. El sistema SAP imprimirá automáticamente las etiquetas, el router y la lista de selección.
- 9.1.2 Verifique el número de parte y lote de las etiquetas y la lista de selección contra el router.
- 9.1.3 Arme la orden de trabajo en el área asignada. Asegúrese de no mantener órdenes de producción armadas, frezzettes con

etiquetas pegadas, u otro material ajeno a la orden que va a procesar.

- 9.1.4 Coloque los recipientes de las shells requeridas en la mesa de armado, junto con el router de la orden de producción. Cuéntela cantidad de shells requeridas por la orden y verifique que la identificación de la Shell coincida con el solicitado por la orden de producción.
- 9.1.5 Adhiera las etiquetas de la orden de producción a los nuevos frezzets, y coloque las unidades en cada uno, de acuerdo a la cantidad establecida por la etiqueta.
- 9.1.6 Adjunte el router de la orden de producción a los frezzettes correspondientes y colóquelos en el estante de material en proceso.
- 9.1.7 Una vez impresos los discos de acetel, adjúntelos a las órdenes correspondientes, verificando que el número del lote coincida con el del router. Verifique que el router/orden de producción esté debidamente llenado y que las shells coincidan con lo requerido.
- 9.1.8 Si utiliza documentos en línea, imprima según las instrucciones del DOP-074, eDoc and ECO USER Manual, para ver e imprimir, si obtenga el documento del armado o lugar donde se guardan los libros.

9.2 Solo ordenes de producción de ensamble de Expansores de tejido, Expansores de tejido con cejillas de sutura, Expansores de tejido con línea de orientación, Komuro y Estilo 150.

- 9.2.1 Identifique y seleccione los números de parte de los componentes que se deben cortar en los dibujos correspondientes.
- 9.2.2 Determine la cantidad de componentes a cortar con base en la información en los dibujos y la orden de trabajo (router).

9.2.3 Traslada la información de la cantidad de componentes a cortar al área de Corte de Componentes.

9.3 Solamente para trabajos de accesorios, Expansores de tejido CUI y puestos remotos de inyección CUI.

9.3.1 Refiérase a la Tabla I para determinar el tipo de accesorio:

Tabla I

9.3.2 Solamente un lote de accesorios puede enviarse al área de Empaque una vez. Para el expansor de tejido CUI y el puerto remoto de inyección CUI, puede enviarse al área de empaque más de una vez.

9.3.3 Libere la orden de trabajo del sistema. El sistema SAP imprimirá automáticamente las etiquetas.

9.3.4 Verifique que el número de parte y el número de lote estén correctos y asegúrese de que cada página de la orden de trabajo esté completa y exacta.

9.3.5 Elabore la orden de producción en el área designada. Asegúrese de que el área este totalmente limpia (ningún frezzette con etiquetas, etiquetas de otra orden, u otro material que no tenga ninguna relación con la nueva orden).

9.3.6 Coloque el router con la orden de producción (frezzalettes) y transfíralo al área de empaque.

9.4 Ensamble del tubo de llenado solamente (NP 500.017)

9.4.1 Libere la orden de trabajo del sistema. El sistema SAP imprimirá automáticamente las etiquetas.

9.4.2 Verifique que el número de parte y el número de lote sean los correctos y asegúrese de que cada página de la orden de trabajo esté completa y exacta.

9.4.3 Remita la orden de trabajo con los materiales (y herramientas, si es necesario), a la siguiente etapa de procesamiento.

10.0 SUMINISTRO DE MATERIALES WIP

- 10.1 Suministre los materiales necesarios necesarios para el número de orden de producción correspondiente a la orden de trabajo según DOP-036.

Nota: Debe lavarse las manos cuando va a cambiar los guantes de vinilo por guantes de nitrilo.

- 10.2 Pata Tissue Expanders CUI:

10.2.1 Solicite la cantidad y estilos de unidades de Tissue Expanders CUI apropiadas a Almacén utilizando una requisición de material.

10.2.2 Verifique el router, el componente y el dibujo para asegurarse que la etiqueta pegada en el componente corresponde con el estilo correcto.

10.2.3 Emita los Tissue Expanders CUI necesarios para completar la cantidad requerida para la orden de trabajo. De ser posible, tome todas las unidades del mismo lote.

10.2.4 Coloque una etiqueta de lote de trabajo en cada recipiente.

- 10.3 Para ordenes de trabajo que requieren shells:

10.3.1 Utilice el router y la lista de selección para buscar las shells en el rack de kitting de acuerdo con la localización de la lista de selección.

10.3.2 Para sizers, verifique el router, Shell y dibujo para asegurar que la información estampada en la Shell se encuentre de acuerdo al estilo y tamaño correspondiente cuando aplique.

10.3.3 Suministre las shells necesarias para completar la cantidad requerida para la orden de trabajo. Si es posible, tome todas las shells del mismo lote.

Nota: Al momento de emitir las shells, se debe escanear el número de lote de las mismas, desde la etiqueta de identificación de todos los recipientes. Por ejemplo, si un lote de shells emitido tiene dos recipientes de 6 y 5 unidades cada

uno, el operario debe escanear el número de lote del primer recipiente e ingresar 6 y luego escanear el número de lote del segundo recipiente e ingresar el número 5.

10.3.4 Cambie la cantidad que figura en la etiqueta de un recipiente de shells que va a devolverse al inventario. Coloque iniciales y fecha en la etiqueta cambiada. Devuelva las shells al rack de kitting de acuerdo con la localización de la lista de selección.

10.3.5 Si se suministran varios recipientes para la orden de trabajo, escriba la cantidad de shells por recipiente en la etiqueta del lote de trabajo.

10.3.6 Coloque una etiqueta del lote de trabajo en cada recipiente.

11.0 CORTE DE DISCOS DE ACETAL

11.1 Refiérase al procedimiento MO807, Laser Engraving System para cortar los discos de acetal.

12.0 GRABE LOS DISCOS DE ACETAL (solo implantes mamarios, sizers, Expansores de tejido, Expansores de tejido con cejillas de sutura y Expansores de tejido con línea de orientación).

Nota: Esta operación puede realizarse en cualquier momento durante el proceso de suministro de materiales.

Nota: Remueva cualquier cobertor del router, para escanear directamente la información del código de barras grabado en el router.

12.1 Refiérase al procedimiento MO884, Laser Etcher for Laser Marking System para el grabado de discos de acetal y siga el dibujo DWG 700,261.

12.1.1 Repita la operación si es necesario. Con un par de tijeras destruya cualquier disco grabado no utilizado.

Nota: Si es necesario reimprimir un disco, llene el formulario correspondiente FRM-03397. Inmediatamente después de concluir el

proceso de reimpresión, destruya con unas tijeras los discos originales y deséchelos.

1.2 Si el MO884 no se encuentra disponible, el supervisor del área puede autorizar el uso del MO807:

1.2.1 Consulte en el procedimiento MO887, Laser Engraving System, las instrucciones sobre cómo grabar una identificación de logotipo en un disco de acetal, 700,261.

1.2.2 Escanee el MO de la laser.

1.2.3 Grabe la información requerida en un (1) disco de acetal por cada ensamble texturizado y un (1) disco de acetal por cada dos (2) ensambles lisos.

1.2.4 Repita la operación si es necesario. Con un par de tijeras destruya cualquier disco grabado no utilizado.

Nota: Si es necesario reimprimir un disco, llene el formulario correspondiente FRM-02297.

1.2.5 Apague los equipos MO807 al finalizar cada turno.

13.0 VERIFICACIÓN DE LOS DISCOS GRABADOS

13.1 Verifique los discos grabados.

Nota: Esta operación debe ser realizada por un apersona distinta a la que realizo la operación de grabado, una orden de trabajo a la vez. Asimismo, cada número de lote de cada orden de trabajo debe ser escaneado sin la funda plástica del router.

13.1.1 Verifique, utilizando la lámpara de inspección, que cada disco grabado este claro y asegúrese de que el contenido del disco coincida con la información incluida en el router.

13.1.2 Verifique la cantidad de discos de acetal usando la plantilla de verificación.

13.1.3 Limpie el disco con 3233-01.

13.1.4 Coloque los discos grabados con la orden de trabajo para su envío al área de manufactura.

13.1.5 Confirme la orden de trabajo en SAP.

14.0 TRANSFIERA LA ORDEN DE TRABAJO.

14.1 Remita la orden de trabajo con los materiales (y herramientas, si es necesario), a la siguiente etapa de procesamiento.

14.2 Traslade los componentes terminados al inventario.

3. HOJA MUESTRA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN LIBERACIÓN

Toma de tiempos (minutos) de Operación Liberación							
Cantidad de Tiempos	Copiar la información en SAP	Liberar orden en sistema	Tomar etiquetas /identificar	Engrapar etiquetas en documentación	Firmar documentación	Meter en funda	Dejar documentación al otro lado
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							

36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
Promedio							

8. HOJA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN LIBERACIÓN

Toma de tiempos (minutos) de Operación Liberación										
Cantidad de Tiempos	Limpieza de línea	Log en la compu	Abrir archivo	Copiar la informacion en SAP	Liberar orden en sistema	Tomar etiquetas /identificar	Engraprar etiquetas en documentacion	Firmar documentacion	Meter en funda	Dejar documentacion al otro lado
1	02:06	05:38	00:30	00:41	00:20	00:05	00:02	00:08	00:03	00:05
2	01:16	04:30	00:45	00:32	00:23	00:05	00:02	00:06	00:03	00:06
3	02:43	05:05	00:50	00:29	00:22	00:06	00:02	00:07	00:04	00:07
4	02:16	03:10	00:30	00:27	00:20	00:10	00:01	00:11	00:02	00:04
5	02:30	05:00	00:31	00:15	00:24	00:20	00:02	00:08	00:03	00:04
6	00:49	05:15	00:29	00:24	00:45	00:38	00:07	00:08	00:02	00:05
7	00:50	05:17	00:45	00:10	00:50	00:39	00:04	00:06	00:03	00:05
8	01:16	04:02	00:30	00:16	01:06	00:06	00:06	00:08	00:06	00:05
9	01:45	04:16	00:30	00:15	00:51	00:06	00:03	00:08	00:02	00:06
10	01:32	03:38	00:58	00:13	00:45	00:11	00:02	00:09	00:03	00:06
11	01:36	05:16	00:30	00:37	00:46	00:15	00:03	00:07	00:03	00:05
12	02:04	04:48	00:30	00:18	00:47	00:10	00:04	00:06	00:03	00:05
13	01:59	04:36	00:30	00:10	00:52	00:05	00:04	00:08	00:04	00:05
14	01:46	04:49	01:10	00:26	00:44	00:08	00:03	00:09	00:03	00:05
15	00:52	04:59	00:46	00:23	00:46	00:05	00:04	00:07	00:04	00:04
16	00:32	05:27	00:25	00:21	00:40	00:16	00:02	00:08	00:03	00:05
17	02:10	03:45	00:30	00:24	00:42	00:16	00:03	00:07	00:03	00:07
18	01:54	04:36	00:31	00:10	00:48	00:21	00:01	00:07	00:04	00:05
19	02:40	04:18	00:46	00:19	00:35	00:37	00:04	00:09	00:04	00:05
20	02:02	04:00	00:50	00:18	00:29	00:34	00:04	00:08	00:03	00:05
21	00:57	04:39	00:41	01:35	00:38	00:37	00:05	00:08	00:04	00:05
22	01:58	03:15	00:32	00:16	00:40	00:15	00:05	00:08	00:06	00:06
23	01:46	03:00	01:00	02:08	00:28	00:25	00:10	00:07	00:07	00:05
24	01:34	04:25	00:54	00:23	00:33	00:26	00:29	00:05	00:08	00:04
25	01:28	04:17	00:39	00:57	00:24	00:34	00:25	00:06	00:08	00:05
26	01:16	04:28	00:30	00:24	00:25	00:34	00:34	00:06	00:07	00:05
27	02:46	04:36	00:47	00:16	00:28	00:25	00:18	00:06	00:07	00:05
28	02:19	04:07	00:37	00:17	00:35	00:30	00:30	00:07	00:06	00:05
29	02:24	03:56	00:30	00:23	01:00	00:05	00:02	00:05	00:02	00:04
30	01:48	05:06	01:20	01:13	00:23	00:22	00:02	00:08	00:04	00:05
31	01:49	04:23	00:30	00:27	00:43	00:16	00:04	00:08	00:04	00:07
32	01:51	04:38	00:49	00:13	00:54	00:18	00:05	00:07	00:03	00:05
33	03:00	04:23	00:31	00:18	00:27	00:06	00:07	00:06	00:07	00:05
34	02:49	03:15	00:38	00:27	00:46	00:37	00:03	00:09	00:03	00:05
35	01:13	04:46	00:30	00:56	00:58	00:13	00:04	00:10	00:06	00:05
36	01:27	04:27	00:30	00:26	00:44	00:08	00:05	00:11	00:04	00:05
37	02:38	05:00	00:56	00:24	00:37	00:35	00:02	00:08	00:03	00:08

38	02:49	03:41	00:59	00:18	00:29	00:24	00:02	00:08	00:04	00:05
39	02:37	03:52	00:54	00:26	00:40	00:20	00:02	00:07	00:03	00:05
40	03:16	03:56	00:46	00:17	00:35	00:07	00:05	00:08	00:04	00:04
41	00:51	04:00	00:43	00:27	00:22	00:18	00:04	00:09	00:06	00:06
42	02:29	04:27	00:30	00:13	00:36	00:11	00:07	00:06	00:05	00:05
43	01:27	04:38	00:52	00:21	00:41	00:10	00:03	00:08	00:02	00:05
44	02:15	04:29	00:30	00:55	00:28	00:05	00:10	00:09	00:03	00:05
45	02:27	04:26	00:30	00:16	00:23	00:39	00:02	00:05	00:04	00:05
46	02:39	04:01	00:30	00:19	00:48	00:27	00:02	00:07	00:06	00:04
47	01:45	05:32	00:30	00:24	00:37	00:26	00:04	00:08	00:07	00:05
48	02:37	04:42	00:35	00:31	00:33	00:10	00:03	00:06	00:08	00:05
49	00:59	04:27	00:40	00:36	00:48	00:05	00:04	00:09	00:04	00:05
50	02:00	03:36	00:48	00:23	00:27	00:24	00:02	00:08	00:02	00:04
51	01:06	04:47	00:30	00:49	00:26	00:38	00:02	00:07	00:02	00:05
52	00:49	03:26	00:36	00:18	00:47	00:23	00:05	00:07	00:03	00:05
53	01:44	04:34	00:30	00:16	00:59	00:27	00:04	00:08	00:08	00:05
54	02:59	03:10	00:30	00:23	00:46	00:08	00:04	00:09	00:04	00:06
55	02:43	04:06	00:48	00:27	00:52	00:36	00:02	00:08	00:07	00:05
56	01:37	04:02	00:34	00:27	01:01	00:28	00:02	00:07	00:03	00:04
57	01:59	04:42	00:30	00:28	00:31	00:05	00:09	00:06	00:05	00:05
58	01:58	04:37	00:30	01:46	00:27	00:30	00:02	00:08	00:04	00:04
59	02:47	04:13	00:57	00:13	00:35	00:18	00:03	00:09	00:06	00:05
60	02:38	04:26	00:30	00:28	00:46	00:09	00:08	00:11	00:03	00:05
61	03:01	03:24	01:05	00:21	00:51	00:07	00:02	00:05	00:03	00:05
62	02:37	05:06	00:30	00:26	00:55	00:28	00:02	00:08	00:04	00:05
63	02:46	04:28	00:30	00:10	00:43	00:03	00:05	00:09	00:02	00:04
64	01:34	04:19	00:30	00:14	00:37	00:37	00:06	00:08	00:05	00:05
65	01:59	03:55	00:41	00:46	00:26	00:16	00:03	00:06	00:08	00:05
66	01:47	03:46	00:30	00:26	00:58	00:07	00:02	00:07	00:07	00:06
67	01:49	03:59	01:00	00:17	00:34	00:24	00:04	00:07	00:04	00:08
68	01:24	04:01	00:43	00:29	00:54	00:34	00:03	00:08	00:03	00:04
69	02:49	04:18	00:46	00:21	00:51	00:15	00:02	00:07	00:03	00:04
70	02:36	04:13	01:15	00:17	00:57	00:05	00:02	00:06	00:05	00:04
71	01:59	04:06	00:45	00:15	00:30	00:37	00:02	00:06	00:04	00:04
72	02:50	03:25	00:30	00:19	00:24	00:11	00:04	00:08	00:03	00:05
73	03:16	03:17	00:50	00:00	00:31	00:16	00:02	00:07	00:02	00:05

9. HOJA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN ALISTO DE MATERIAL

Toma de tiempos (minutos) de Operación Alisto de de material										
Cantidad de Tiempos	Ir por documentacion	Buscar unidades	Cantidad de unidades por orden	Tomar freezets y tapas	Alistar orden	Volver a contar y guardar	Firmar documentacion y funda	Colocar freezets en rack	Colocar N/A en etiquetas	Devolver unidades sin usar
1	00:03	00:51	42	00:04	03:04	00:45	00:06	00:05	00:05	00:30
2	00:03	01:13	35	00:05	02:11	00:30	00:05	00:06	00:06	00:19
3	00:04	02:19	48	00:04	05:05	00:58	00:05	00:05	00:03	00:30
4	00:03	01:12	29	00:04	02:20	00:31	00:04	00:05	00:03	00:40
5	00:03	01:00	26	00:04	02:10	00:23	00:07	00:05	00:03	00:30
6	00:04	00:53	14	00:04	02:04	00:15	00:12	00:06	00:04	00:35
7	00:03	00:63	13	00:06	01:03	00:11	00:05	00:05	00:03	00:20
8	00:04	00:51	11	00:06	01:02	00:10	00:09	00:09	00:03	00:15
9	00:04	00:69	9	00:03	01:09	00:12	00:08	00:04	00:06	00:30
10	00:04	00:63	6	00:02	01:32	00:08	00:07	00:05	00:04	00:15
11	00:03	00:59	6	00:10	01:20	00:30	00:08	00:08	00:04	00:50
12	00:03	00:48	5	00:03	01:07	00:18	00:08	00:08	00:04	00:10
13	00:04	01:27	6	00:11	01:20	00:08	00:08	00:10	00:05	00:15
14	00:03	01:21	2	00:04	01:04	00:04	00:08	00:08	00:03	00:25
15	00:03	01:20	3	00:06	01:00	00:05	00:09	00:05	00:03	00:35
16	00:03	01:13	3	00:05	01:00	00:05	00:09	00:05	00:03	00:10
17	00:03	01:00	3	00:04	00:46	00:05	00:10	00:05	00:03	00:40
18	00:04	01:20	4	00:03	01:00	00:03	00:08	00:05	00:05	00:50
19	00:04	01:20	48	00:04	03:46	01:00	00:15	00:18	00:03	00:52
20	00:03	01:25	50	00:07	04:55	01:18	00:10	00:12	00:04	00:11
21	00:08	01:39	48	00:08	04:16	01:46	00:08	00:12	00:03	00:20
22	00:03	01:32	48	00:07	04:36	01:50	00:14	00:14	00:03	00:20
23	00:03	01:39	48	00:06	04:37	02:05	00:08	00:10	00:03	00:15
24	00:03	01:28	48	00:08	04:07	01:20	00:10	00:09	00:02	00:23
25	00:05	01:36	34	00:08	04:35	01:04	00:09	00:06	00:03	00:30
26	00:03	01:14	24	00:05	02:04	00:36	00:27	00:05	00:03	00:24
27	00:03	00:37	18	00:06	01:33	00:32	00:24	00:07	00:03	00:12
28	00:03	00:47	13	00:05	00:50	00:30	00:34	00:34	00:03	00:20
29	00:03	01:36	12	00:05	01:11	00:12	00:33	00:04	00:04	00:42
30	00:03	01:04	12	00:05	01:12	00:11	00:25	00:04	00:03	00:13
31	00:03	00:59	10	00:05	01:29	00:12	00:28	00:05	00:03	00:30
32	00:03	01:38	7	00:05	01:12	00:30	00:21	00:05	00:03	00:21
33	00:03	01:21	7	00:05	01:36	00:20	00:11	00:05	00:03	00:53

34	00:03	01:25	6	00:05	00:46	00:08	00:24	00:05	00:03	00:41
35	00:03	00:56	3	00:05	01:14	00:08	00:08	00:03	00:03	00:30
36	00:03	01:05	2	00:04	01:00	00:04	00:12	00:04	00:04	00:30
37	00:03	00:55	2	00:04	01:03	00:04	00:22	00:04	00:04	00:33
38	00:03	00:47	5	00:05	01:06	00:04	00:20	00:08	00:04	00:30
39	00:03	01:19	4	00:05	01:08	00:06	00:21	00:10	00:08	00:21
40	00:03	01:12	9	00:05	01:06	00:08	00:27	00:03	00:08	00:30
41	00:04	01:24	6	00:05	01:19	00:04	00:34	00:03	00:10	00:35
42	00:04	01:09	50	00:06	04:53	01:30	00:22	00:45	00:08	00:14
43	00:03	00:53	31	00:08	02:10	00:44	00:07	00:08	00:04	00:25
44	00:03	01:22	41	00:06	03:24	00:40	00:14	00:06	00:04	00:20
45	00:04	01:41	29	00:07	02:46	00:27	00:10	00:03	00:06	00:16
46	00:08	01:08	38	00:06	02:51	00:38	00:10	00:05	00:08	00:10
47	00:04	01:14	32	00:08	02:21	00:40	00:09	00:04	00:07	00:30
48	00:03	02:40	48	00:06	03:55	01:21	00:17	00:06	00:08	00:20
49	00:03	01:11	35	00:05	00:56	01:10	00:04	00:15	00:04	00:17
50	00:04	00:38	24	00:05	01:36	00:45	00:23	00:04	00:03	00:15
51	00:04	00:58	18	00:04	02:45	00:35	00:14	00:05	00:10	00:29
52	00:04	02:10	15	00:10	03:54	00:32	00:12	00:05	00:05	00:38
53	00:03	01:15	12	00:04	01:21	00:31	00:11	00:04	00:04	00:14
54	00:04	01:28	12	00:11	00:59	00:30	00:06	00:10	00:04	00:16
55	00:03	01:24	12	00:05	04:30	00:29	00:08	00:11	00:03	00:18
56	00:03	00:45	10	00:05	02:35	00:25	00:08	00:15	00:03	00:10
57	00:04	01:59	8	00:06	02:13	00:25	00:10	00:04	00:03	00:26
58	00:03	00:43	7	00:04	02:00	00:24	00:10	00:08	00:08	00:34
59	00:04	01:43	7	00:04	03:58	00:23	00:31	00:16	00:04	00:14
60	00:03	01:15	6	00:04	01:42	00:20	00:22	00:04	00:03	00:43
61	00:04	01:35	6	00:08	02:13	00:17	00:09	00:04	00:03	00:25
62	00:04	00:42	6	00:06	03:32	00:15	00:16	00:03	00:09	00:55
63	00:03	00:57	5	00:04	01:00	00:14	00:15	00:03	00:03	00:45
64	00:03	00:52	3	00:03	01:16	00:05	00:10	00:03	00:03	00:18
65	00:03	00:38	3	00:06	04:00	00:04	00:08	00:05	00:03	00:10
66	00:04	00:39	2	00:03	01:29	00:04	00:06	00:04	00:05	00:46
67	00:03	01:05	2	00:03	01:35	00:04	00:06	00:10	00:04	00:24
68	00:04	02:23	61	00:04	02:36	02:00	00:27	00:06	00:06	00:33
69	00:03	01:53	50	00:10	03:49	01:36	00:04	00:05	00:03	00:17
70	00:03	00:39	46	00:08	01:10	01:20	00:12	00:08	00:03	00:10
71	00:04	01:10	30	00:04	03:16	01:00	00:28	00:04	00:06	00:53
72	00:03	01:02	14	00:04	02:10	00:15	00:15	00:03	00:05	00:19
73	00:04	01:25	13	00:03	02:00	00:16	00:11	00:05	00:04	00:28

10. HOJA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN IMPRESIÓN DE DISCOS

Toma de tiempos (minutos) de Operación Impresión de discos									
Cantidad de Tiempos	Trasladarse con la orden de produccion	Ingresar en SAP	Ingresar informacion en programa de Impresion	Poner discos en la laser	Sacar discos	Revisar	Enter en la computadora	Guardar	Firmar documentacion
1	00:08	00:12	00:12	00:38	00:03	00:03	00:01	00:02	00:05
2	00:04	00:04	00:04	01:41	01:40	00:08	00:02	00:02	00:05
3	00:05	00:10	00:05	01:04	00:12	00:06	00:02	00:02	00:08
4	00:05	00:05	00:05	00:31	00:04	00:10	00:02	00:02	00:06
5	00:04	00:04	00:05	00:15	00:08	00:05	00:02	00:02	00:08
6	00:04	00:04	00:06	00:21	00:09	00:05	00:02	00:02	00:08
7	00:06	00:04	00:04	00:23	00:03	00:05	00:02	00:02	00:08
8	00:08	00:04	00:04	00:20	00:04	00:03	00:02	00:02	00:08
9	00:04	00:06	00:06	00:22	02:02	00:04	00:02	00:02	00:06
10	00:08	00:05	00:04	01:34	01:34	00:03	00:02	00:02	00:08
11	00:03	00:05	00:04	01:24	00:12	00:05	00:02	00:02	00:08
12	00:04	00:08	00:06	01:00	00:06	00:09	00:02	00:02	00:08
13	00:04	00:07	00:07	00:20	00:07	00:05	00:02	00:02	00:08
14	00:05	00:06	00:06	00:28	00:06	00:05	00:02	00:02	00:06
15	00:05	00:05	00:05	01:43	00:12	00:15	00:02	00:02	00:06
16	00:10	00:04	00:04	01:27	00:16	00:05	00:02	00:02	00:05
17	00:07	00:03	00:03	00:35	00:07	00:05	00:02	00:02	00:06
18	00:04	00:03	00:03	00:30	00:07	00:06	00:02	00:02	00:06
19	00:06	00:03	00:03	00:33	00:06	00:07	00:03	00:02	00:06
20	00:05	00:03	00:04	00:40	00:07	00:08	00:02	00:03	00:06
21	00:05	00:03	00:05	00:31	00:06	00:06	00:02	00:03	00:06
22	00:04	00:05	00:06	00:40	00:04	00:07	00:02	00:03	00:07
23	00:05	00:05	00:05	00:19	00:06	00:06	00:03	00:03	00:07
24	00:04	00:06	00:05	00:35	00:05	00:06	00:02	00:03	00:06
25	00:04	00:05	00:06	00:17	00:03	00:03	00:02	00:03	00:06
26	00:04	00:04	00:04	00:41	00:06	00:04	00:02	00:03	00:05
27	00:08	00:04	00:04	00:34	00:03	00:03	00:02	00:02	00:05
28	00:06	00:06	00:05	00:21	00:03	00:04	00:02	00:02	00:06
29	00:05	00:05	00:05	00:28	00:03	00:04	00:02	00:03	00:05
30	00:05	00:06	00:05	00:40	00:04	00:04	00:02	00:03	00:06
31	00:05	00:05	00:06	00:27	00:03	00:03	00:02	00:03	00:05
32	00:04	00:05	00:04	00:29	00:04	00:04	00:02	00:03	00:05
33	00:04	00:04	00:04	00:35	00:03	00:03	00:02	00:03	00:05

35	00:03	00:03	00:05	00:30	00:04	00:04	00:02	00:03	00:07
36	00:04	00:04	00:04	00:36	00:03	00:05	00:02	00:03	00:07
37	00:04	00:04	00:03	00:36	00:03	00:04	00:02	00:03	00:06
38	00:03	00:03	00:04	00:30	00:04	00:04	00:02	00:03	00:06
39	00:07	00:04	00:05	00:34	00:04	00:04	00:02	00:02	00:06
40	00:04	00:06	00:03	00:32	00:03	00:04	00:02	00:02	00:05
41	00:04	00:05	00:04	00:28	00:03	00:05	00:02	00:02	00:06
42	00:04	00:05	00:05	00:40	00:03	00:05	00:02	00:02	00:06
43	00:04	00:10	00:06	00:31	00:04	00:04	00:02	00:02	00:06
44	00:04	00:03	00:06	00:40	00:04	00:04	00:02	00:02	00:05
45	00:05	00:05	00:06	00:40	00:04	00:04	00:02	00:02	00:05
46	00:05	00:04	00:06	00:32	01:00	00:06	00:03	00:03	00:06
47	00:06	00:03	00:06	00:45	00:06	00:10	00:02	00:02	00:07
48	00:07	00:06	00:03	00:15	00:05	00:04	00:02	00:03	00:05
49	00:04	00:05	00:04	00:26	00:06	00:04	00:02	00:03	00:05
50	00:04	00:04	00:04	01:35	00:03	00:05	00:02	00:03	00:07
51	00:04	00:03	00:04	00:20	00:03	00:06	00:02	00:02	00:06
52	00:05	00:07	00:06	00:59	00:04	00:04	00:03	00:02	00:05
53	00:04	00:03	00:04	00:22	00:03	00:04	00:02	00:03	00:05
54	00:04	00:04	00:05	00:37	01:45	00:04	00:02	00:02	00:06
55	00:04	00:08	00:03	00:55	00:10	00:09	00:02	00:02	00:08
56	00:05	00:04	00:08	00:16	00:04	00:04	00:02	00:03	00:05
57	00:04	00:03	00:04	00:29	00:04	00:04	00:02	00:02	00:06
58	00:05	00:11	00:04	00:19	00:03	00:05	00:01	00:03	00:06
59	00:04	00:07	00:07	01:02	00:05	00:07	00:02	00:02	00:08
60	00:04	00:04	00:03	00:40	00:04	00:04	00:02	00:02	00:07
61	00:08	00:03	00:04	00:22	00:04	00:04	00:02	00:02	00:06
62	00:04	00:03	00:04	00:58	00:03	00:04	00:02	00:02	00:06
63	00:04	00:05	00:05	00:19	00:04	00:10	00:03	00:02	00:05
64	00:04	00:06	00:04	01:32	00:55	00:04	00:02	00:02	00:06
65	00:05	00:04	00:03	00:28	00:03	00:04	00:02	00:03	00:07
66	00:05	00:03	00:09	00:15	00:03	00:05	00:03	00:02	00:06
67	00:04	00:03	00:04	00:39	00:03	00:04	00:02	00:02	00:05
68	00:06	00:04	00:05	00:27	00:35	00:06	00:02	00:02	00:06
69	00:04	00:05	00:04	00:58	00:04	00:05	00:03	00:02	00:06
70	00:04	00:03	00:04	00:23	00:03	00:04	00:02	00:02	00:06
71	00:04	00:04	00:09	00:23	00:04	00:04	00:02	00:02	00:08
72	00:04	00:05	00:04	00:36	00:03	00:04	00:02	00:02	00:05
73	00:04	00:03	00:03	00:52	00:06	00:04	00:02	00:02	00:06

11. HOJA DE TOMA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN CONFIRMACIÓN

Toma de tiempos (minutos) de Operación Confirmación										
Cantidad de Tiempos	Log en la computadora	Tomar el router	Ingresar informacion de orden	Sacar documentacion de la bolsa	Verificar discos contra dibujo	Contar discos	Meter documentacion en la bolsa	Firmar documentacion	Confirmar	Colocar documentacion en el rack
1	03:00	00:03	00:04	00:02	00:30	04:37	00:40	00:08	00:04	00:02
2	04:15	00:03	00:04	00:03	01:00	02:88	00:10	00:10	00:04	00:02
3	05:25	00:05	00:04	00:03	00:10	01:28	00:10	00:07	00:04	00:02
4	05:30	00:03	00:04	00:02	00:22	01:00	00:08	00:06	00:03	00:02
5	05:27	00:04	00:04	00:02	00:27	01:10	00:08	00:06	00:03	00:02
6	06:10	00:04	00:05	00:02	00:10	01:42	00:08	00:07	00:03	00:02
7	05:40	00:03	00:05	00:02	00:10	00:32	00:08	00:06	00:03	00:05
8	05:37	00:03	00:04	00:02	00:16	01:18	00:04	00:06	00:03	00:02
9	05:16	00:02	00:05	00:02	00:12	01:30	00:08	00:07	00:03	00:02
10	04:59	00:03	00:05	00:02	00:24	00:30	00:08	00:06	00:03	00:02
11	05:01	00:02	00:04	00:03	00:31	02:30	00:38	00:07	00:03	00:02
12	05:10	00:02	00:04	00:02	00:30	01:41	00:08	00:07	00:03	00:02
13	05:39	00:02	00:04	00:02	00:30	00:13	00:08	00:06	00:03	00:02
14	03:10	00:02	00:05	00:03	00:46	00:51	00:09	00:06	00:03	00:02
15	04:37	00:03	00:04	00:03	00:29	00:23	00:10	00:06	00:03	00:02
16	05:06	00:04	00:04	00:03	00:18	00:28	00:08	00:06	00:03	00:02
17	05:00	00:04	00:04	00:02	00:15	00:12	00:08	00:06	00:03	00:03
18	04:49	00:04	00:04	00:02	00:24	00:26	00:08	00:07	00:03	00:02
19	04:38	00:03	00:03	00:02	00:18	00:41	00:05	00:07	00:03	00:02
20	03:33	00:03	00:04	00:02	00:13	00:15	00:05	00:07	00:03	00:02
21	05:12	00:03	00:04	00:03	00:26	00:30	00:08	00:07	00:03	00:02
22	05:16	00:03	00:04	00:03	00:11	00:38	00:10	00:07	00:03	00:02
23	04:10	00:03	00:04	00:04	00:20	00:49	00:05	00:00	00:04	00:00
24	03:59	00:03	00:04	00:03	00:25	00:42	00:04	00:06	00:03	00:03
25	04:26	00:03	00:04	00:03	00:20	02:15	00:05	00:07	00:03	00:02
26	05:24	00:03	00:04	00:02	00:10	02:42	00:10	00:06	00:03	00:02
27	04:44	00:03	00:06	00:02	00:28	02:15	00:08	00:06	00:03	00:02
28	05:02	00:03	00:03	00:02	00:23	02:42	00:08	00:07	00:03	00:02
29	05:14	00:03	00:05	00:03	00:23	02:28	00:07	00:08	00:03	00:02
30	06:26	00:07	00:04	00:03	00:43	00:44	00:10	00:08	00:03	00:02
31	03:44	00:03	00:07	00:02	00:13	01:46	00:05	00:06	00:03	00:02
32	04:54	00:03	00:04	00:02	00:14	04:52	00:05	00:06	00:03	00:03
33	05:11	00:03	00:03	00:02	00:15	01:40	00:10	00:08	00:03	00:03
34	03:58	00:03	00:05	00:02	00:14	01:33	00:08	00:07	00:03	00:03
35	04:55	00:03	00:05	00:02	00:05	00:25	00:08	00:06	00:04	00:03

36	04:58	00:05	00:03	00:02	00:06	00:15	00:06	00:07	00:03	00:02
37	03:26	00:02	00:03	00:03	00:14	00:13	00:07	00:08	00:03	00:03
38	05:09	00:02	00:03	00:03	00:08	00:24	00:05	00:06	00:04	00:03
39	05:15	00:02	00:03	00:02	00:20	00:35	00:03	00:07	00:03	00:03
40	05:49	00:02	00:07	00:02	00:12	00:41	00:03	00:06	00:03	00:02
41	05:11	00:02	00:03	00:02	00:25	00:15	00:02	00:06	00:03	00:03
42	04:26	00:03	00:03	00:02	00:12	00:13	00:02	00:07	00:03	00:03
43	05:48	00:02	00:03	00:02	00:20	00:19	00:03	00:06	00:03	00:02
44	03:15	00:02	00:03	00:02	00:12	00:45	00:04	00:07	00:04	00:02
45	03:57	00:02	00:04	00:02	00:20	00:18	00:02	00:06	00:03	00:02
46	05:01	00:02	00:03	00:02	00:16	00:17	00:02	00:06	00:03	00:03
47	05:19	00:03	00:03	00:02	00:10	00:11	00:03	00:07	00:03	00:02
48	04:57	00:02	00:04	00:02	00:18	03:02	00:04	00:06	00:03	00:02
49	04:56	00:06	00:07	00:03	00:25	02:35	00:10	00:06	00:04	00:03
50	05:06	00:02	00:04	00:04	00:15	00:11	00:02	00:07	00:04	00:03
51	04:15	00:02	00:03	00:02	00:32	00:45	00:08	00:10	00:04	00:02
52	03:58	00:05	00:03	00:02	00:13	01:20	00:03	00:08	00:03	00:02
53	05:18	00:04	00:03	00:02	00:16	00:59	00:03	00:06	00:04	00:02
54	05:37	00:02	00:05	00:03	00:05	03:52	00:05	00:09	00:03	00:02
55	05:58	00:03	00:04	00:02	00:13	00:10	00:08	00:09	00:03	00:02
56	06:10	00:05	00:03	00:04	00:22	00:26	00:15	00:09	00:03	00:03
57	05:55	00:02	00:06	00:03	00:18	03:24	00:05	00:08	00:03	00:02
58	05:49	00:02	00:03	00:02	00:08	02:46	00:02	00:06	00:04	00:03
59	06:15	00:02	00:04	00:02	00:10	00:09	00:06	00:07	00:04	00:02
60	03:59	00:03	00:03	00:03	00:40	00:18	00:07	00:07	00:03	00:02
61	04:57	00:02	00:07	00:02	00:08	00:20	00:05	00:06	00:03	00:02
62	05:39	00:07	00:06	00:04	00:35	02:36	00:02	00:06	00:04	00:03
63	04:59	00:02	00:03	00:02	00:55	01:16	00:20	00:10	00:03	00:03
64	05:10	00:02	00:03	00:02	00:06	00:45	00:05	00:06	00:03	00:03
65	05:22	00:03	00:04	00:03	00:16	00:15	00:04	00:07	00:03	00:02
66	05:02	00:04	00:03	00:02	00:45	00:09	00:09	00:06	00:03	00:02
67	05:49	00:03	00:05	00:04	00:14	00:35	00:10	00:06	00:04	00:02
68	03:37	00:02	00:03	00:02	00:13	03:48	00:05	00:07	00:04	00:03
69	06:10	00:02	00:04	00:02	00:24	00:28	00:02	00:06	00:03	00:02
70	04:38	00:03	00:03	00:02	00:37	00:15	00:06	00:08	00:03	00:02
71	05:48	00:02	00:03	00:03	00:11	00:59	00:15	00:09	00:03	00:02
72	06:19	00:04	00:06	00:02	00:07	00:37	00:02	00:06	00:03	00:02
73	05:49	00:02	00:04	00:02	00:09	00:10	00:04	00:07	00:03	00:03
Promedio	05:00	00:02	00:04	00:02	00:19	01:10	00:07	00:06	00:03	00:02

**13. HOJA DE SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO EN
PORCENTAJE DE LOS TIEMPOS BÁSICOS**

	H	M
1. Suplementos constantes		
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplemento basico por fatiga	4	4
SUMA	9	11
2. Cantidades variables añadidas al suplemento basico por fatiga		
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4
B. Suplemento por postura anormal		
I. Ligeramente incomoda	0	1
II. Incomoda (Inclinado)	2	3
III. Muy incomoda (Echado, Estirado)	7	7
C. Levantamiento de peso y uso de Fuerza (Tirar y empujar)		
2,5	0	1
5,0	1	2
7,5	2	3
10,0	3	4
12,5	4	6
15,0	6	9
17,5	8	12
20,0	10	15
22,5	12	18
25,0	14	-
30,0	19	-
40,0	33	-
50,0	58	-
D. Densidad de la luz		
I. Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0
II. Bastante por debajo	2	2
III. Absolutamente insuficiente	5	5
E. Calidad del aire		
I. Buena ventilacion o aire libre	0	0
II. Mala ventilacion sin emanaciones toxicas y nocivas	5	5
III. Proximidad de hornos, escaleras, etc.	5-15	5-15
F. Tension visual		
I. Trabajos de cierta precision	0	0
II. Trabajos de precision fatigosos	2	2
III. Trabajos de gran precision o muy fatigosos	5	5
G. Tension auditiva		
I. Sonido continuo	0	0
II. Intermitente y fuerte	2	2
III. Intermitente y muy fuerte	5	5
IV. Estridente y fuerte	5	5
H. Tension mental		
I. Proceso bastante complejo	1	1
II. Proceso complejo o atencion muy dividida	4	4
III. Muy complejo	8	8
I. Monotonia mental		
Trabajo algo monotono	0	0
Trabajo bastante monotono	1	1
Trabajo muy monotono	4	4
J. Monotonia fisica		
I. Trabajo algo aburrido	0	0
II. Trabajo aburrido	2	2
III. Trabajo muy aburrido	5	5

14. CUADRO RESUMEN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS DE ALISTO DE MATERIAL

Tiempos improductivos Operación Alisto de material							
Causa	Frecuencia	Dia					
		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
		Tiempo (minutos)					
No hay material	7	21	15	17	18	20	18
Busqueda de unidades en ubicaciones	0	0	0	0	0	0	0
Reimpresion de discos de acetal	0	0	0	0	0	0	0
Ordenes con ajuste de inventario	0	0	0	0	0	0	0
Terapias / citas medicas	3	0	8	0	8	0	0
Estiramientos	5	0	5	0	0	5	0
Por fallo de sistema no se imprime la documentacion	0	0	0	0	0	0	0
Reunion	2	0	0	6	0	0	0
Error en el equipo de impresión	0	0	0	0	0	0	0
Entrenamiento	2	5	0	5	0	0	0
No hay empaques	0	0	0	0	0	0	0
Bloqueo de cuenta	0	0	0	0	0	0	0
Pruebas en discos	0	0	0	0	0	0	0
Procesamiento de ordenes experimentales	0	0	0	0	0	0	0
Equipo fuera de servicio	0	0	0	0	0	0	0
Total de minutos por dia		26	28	28	26	25	18
Promedio total (minutos)							25

15. CUADRO RESUMEN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS DE IMPRESIÓN DE DISCOS

Tiempos improductivos Operación Impresión de discos							
Causa	Frecuencia	Dia					
		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
		Tiempo (minutos)					
No hay material	7	10	8	5	6	7	16
Busqueda de unidades en ubicaciones	10	20	42	51	35	31	26
Reimpresion de discos de acetal	0	0	0	0	0	0	0
Ordenes con ajuste de inventario	8	5	2	3	8	4	6
Terapias / citas medicas	3	0	3	0	0	0	0
Estiramientos	0	0	0	0	0	0	0
Por fallo de sistema no se imprime la documentacion	0	0	0	0	0	0	0
Reunion	3	0	0	2	0	2	0
Error en el equipo de impresión	0	0	0	0	0	0	0
Entrenamiento	1	0	2	0	0	0	0
No hay empaques	2	3	0	0	2	0	0
Bloqueo de cuenta	0	0	0	0	0	0	0
Pruebas en discos	0	0	0	0	0	0	0
Procesamiento de ordenes experimentales	0	0	0	0	0	0	0
Equipo fuera de servicio	0	0	0	0	0	0	0
Total de minutos por dia		38	57	61	51	44	48
Promedio total (minutos)							50

16. CUADRO RESUMEN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS DE CONFIRMACIÓN

Tiempos improductivos Operación Confirmación							
Causa	Frecuencia	Dia					
		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
		Tiempo (minutos)					
No hay material	4	16	18	20	22	21	26
Busqueda de unidades en ubicaciones	0	0	0	0	0	0	0
Reimpresion de discos de acetal	4	10	9	6	5	10	4
Ordenes con ajuste de inventario	0	0	0	0	0	0	0
Terapias / citas medicas	2	3	4	0	3	0	0
Estiramientos	2	0	0	3	0	3	0
Por fallo de sistema no se imprime la documentacion	0	0	0	0	0	0	0
Reunion	1	2	0	0	0	0	0
Error en el equipo de impresión	2	7	0	0	0	0	0
Entrenamiento	1	2	0	0	0	0	0
No hay empaques	0	0	0	0	0	0	0
Bloqueo de cuenta	1	2	0	0	0	0	2
Pruebas en discos	1	0	0	4	0	0	0
Procesamiento de ordenes experimentales	1	0	0	0	4	0	0
Equipo fuera de servicio	1	0	3	0	0	0	0
Total de minutos por dia		42	34	33	34	34	32
Promedio total (minutos)							35