

**UNIVERSIDAD CENTRAL**  
**VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD,  
CALIDAD Y DISMINUCIÓN DEL COSTO EN LA LÍNEA  
DE EMPAQUE ESTÉRIL DEL PROCESO DE STEERABLE  
EN ABBOTT MEDICAL COSTA RICA LIMITADA**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL  
GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ESTUDIANTE: ALFREDO CASTRO SALAZAR**

**TUTOR: ING. ROCÍO HERRERA QUESADA**

**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA**

**ABRIL, 2021**

## **Resumen Ejecutivo**

La investigación en curso se desarrolla en la empresa Abbott Medical Limitada, específicamente en el área de manufactura de catéteres de diagnóstico Steerable, ubicada en Alajuela, Zona Franca Coyol. La empresa se dedica a la construcción de dispositivos médicos.

La razón principal de donde deriva el presente estudio, es debido a que el departamento producción presenta deficiencias en el proceso, las cuales le impiden cumplir con las metas de manufactura, incremento de costos y eventos de calidad, entre otras causas.

Con el fin de recolectar la información requerida para iniciar la investigación, se procede a aplicar sesiones de Kaizen Blitz con la Gerencia de Manufactura y todo el equipo funcional del área de Steerable, posteriormente se obtiene reportes generados mediante los sistemas de la empresa.

Una vez se analiza los datos, se utiliza herramientas ingenieriles para generar mejoras en la situación, como son Diagramas de Flujo, Multivoto, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de SIPOC, Simulación, SMED, entre otros.

Con base en lo anterior se desarrolla las propuestas de mejora, y se crea así un impacto positivo atacando los puntos críticos. Esto se puede traducir en mejoramiento de la productividad, reduciendo la cantidad y tiempo empleado en el alistamiento de las estaciones de trabajo, así como le reducción de tiempo de paro en los equipos de empaque. Las mejoras facilitarían la disminución de costos de operación y mantendrían la calidad de los dispositivos y la satisfacción del usuario final.

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi madre Olga, por su apoyo incondicional, porque con sus sacrificios me ha dado la mejor herencia.

A Mary, por estar a mi lado en las alegrías y tristezas, por enseñarme que, con valentía y fe, es posible enfrentar gigantes para lograr lo grande en la vida.

A todas las personas quienes de una forma u otra me apoyaron durante los años de estudio y en el desarrollo de este proyecto.

En especial a Dios, por ser mi fortaleza para obtener mis metas.

### **Agradecimiento**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las personas quienes me han apoyado al realizar mi Proyecto de Graduación, en especial a la Ing. Rocío Quesada Herrera, profesora asesora del proyecto, por sus consejos, paciencia, sabiduría y profesionalismo.

Mi agradecimiento a la empresa Abbott Medical de Costa Rica Ltda., y todos los colaboradores, por permitir el desarrollo de este proyecto de graduación.

A todos, muchas gracias.

## Epígrafes

*“Después de escalar una montaña muy alta, descubrimos que hay muchas otras  
montañas por escalar”*

Nelson Mandela

## CONTENIDO

Carta de aprobación del Tutor .....	2
Carta de autorización del Lector.....	3
.....	3
Carta de revisión filológica.....	4
Declaración Jurada .....	6
Cédula de identidad .....	7
Resumen Ejecutivo .....	8
Dedicatoria.....	9
Agradecimiento .....	10
Epígrafes .....	11
CONTENIDO .....	12
Tablas.....	18
Figuras .....	22
Capítulo I: Introducción.....	28
1.1. Planteamiento del problema.....	29
1.2. Objetivos.....	30
1.2.1. Objetivo general .....	30
1.2.2. Objetivos específicos .....	30
1.3. Justificación .....	31

	13
1.4. Antecedentes.....	31
1.5. Proyecciones.....	38
1.5.1. Alcances.....	38
1.5.2. Limitaciones.....	39
Capítulo II. Marco Teórico.....	40
2.1. Definiciones técnicas.....	41
2.1.1. Gestión de la Calidad Total.....	41
2.1.2. Ishikawa o diagrama de causa-efecto.....	42
2.1.3. Histograma.....	46
2.1.4. Diagrama de Pareto.....	46
2.1.5. Diagrama de flujo.....	48
2.1.6. Cálculo del número de observaciones.....	50
2.1.7. Simulación.....	51
2.1.8. Software ARENA.....	53
2.1.9. Analizador de datos de entrada Arena.....	67
2.1.10. Distribución uniforme.....	68
2.1.11. Distribución Beta.....	69
2.1.12. Distribución Lognormal.....	71
2.1.13. Gráfico de Pastel.....	72
2.1.14. Gráfico de barras.....	73

	14
2.1.15. Tiempo estándar.....	75
2.1.16. Lluvia de ideas ( <i>Brainstorming</i> ).....	76
2.1.17. Multivotación.....	78
2.1.18. Diseño asistido por computadora (CAD).....	80
2.1.19. Diagrama de Gantt.....	81
2.1.20. Diagrama SIPOC.....	83
2.1.21. Metodología SMED.....	84
2.1.22. ECRS.....	87
2.1.23. Retorno de la Inversión (ROI).....	88
2.2. Identificación de la empresa.....	89
2.2.1. Misión, Visión y Política de Calidad de la Empresa.....	89
2.2.2. Antecedentes históricos.....	90
2.2.3. Ubicación geográfica.....	91
2.2.4. Estructura organizacional.....	91
2.2.5. Cantidad de empleados.....	92
2.2.6. Tipos de Productos.....	93
2.2.7. Descripción general del proceso productivo.....	94
2.2.8. Proceso Productivo de Catéteres de Diagnóstico Steerable.....	95
Capítulo III. Marco Metodológico.....	97
3.1. Enfoque de la investigación.....	98

	15
3.2. Tipo de Investigación.....	98
3.3. Sujetos y Fuentes de información. ....	99
3.3.1. Sujetos de información.....	99
3.3.2. Fuentes de información. ....	99
3.4. Variables de la investigación. ....	100
3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información. ....	101
Capítulo IV. Análisis de Resultados.....	105
4.1. Análisis de la situación actual.....	106
4.1.1. Descripción detallada del proceso.....	107
4.2. Problemática. ....	116
4.3. Análisis de la información. ....	134
4.3.1. Simulación.....	142
4.3.2. SMED.....	184
Capítulo V. Alternativas de solución.....	193
5.1. Propuesta de mejora.....	194
5.1.1. Documentación en operaciones de alistamiento y pruebas operativas. ....	194
5.1.2. Retrabajos.....	197
5.1.3. Impacto económico. ....	197
5.1.4. Método de fijación de junta de sellado. ....	198

Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones.....	208
6.1. Conclusiones.....	209
6.2. Recomendaciones.....	211
Referencias y bibliografía.....	212
Referencias .....	213
Apéndices .....	218
Apéndice 1: Histórico de Producción de Steerable.....	219
Apéndice 2: Ausentismo Steerable.....	225
Apéndice 3: Unidades desechadas en Steerable .....	226
Apéndice 4: Histórico de mantenimiento equipo de sellado de blisters.....	228
Apéndice 5: Histórico de mantenimiento equipo de sellado de pouch.....	232
Apéndice 6: Formulario de Multivotación.....	233
Apéndice 7: Respuestas del multivoto.....	234
Apéndice 8: Muestreo de tiempos por actividad.....	235
Apéndice 9: Tabla de probabilidad de demanda mensual de cada tipo de catéter.....	236
Apéndice 10: Gráficos y tablas de distribución de mejor ajuste.....	237
Apéndice 11: Diagrama SIPOC .....	246
Apéndice 12: Modelado completo del proceso de empaque estéril de Steerable, en su condición inicial.....	247

Apéndice 13: Reporte de la simulación de la situación inicial de la línea de empaque estéril de Steerable. ....	248
Apéndice 14: Reporte de la simulación de la situación inicial de la línea de empaque estéril de Steerable, con tiempo extraordinario. ....	296
Apéndice 15: Reporte de la simulación con la implementación de la propuesta en el proceso de la línea de empaque estéril de Steerable. ....	346
Apéndice 16: Descripción cronológica - Diagrama de Gantt. ....	394

## Tablas

Tabla 2.1 <i>Distribuciones aceptadas por Analizador de datos de entrada Arena.</i> .....	68
Tabla 2.2 <i>Ejemplo de técnica Multivoto.</i> .....	79
Tabla 2.3 <i>Distribución de funcionarios por área.</i> .....	93
Tabla 3.1 <i>Variables de la investigación.</i> .....	101
Tabla 3. 1 <i>Descripción cronológica.</i> .....	102
Tabla 4.1 <i>Producción semanal del periodo julio 2019 a junio 2020.</i> .....	116
Tabla 4.2 <i>Ausencias en el periodo comprendido entre mayo y octubre 2020.</i> .....	122
Tabla 4.3 <i>Detalle de piezas no conformes desde julio a diciembre 2019.</i> .....	124
Tabla 4.4 <i>Tiempo de paro de la selladora de blíster en el periodo julio 2019 a junio 2020.</i> .....	133
Tabla 4.5 <i>Resultados del multivoto sin agrupar.</i> .....	135
Tabla 4.6 <i>Resultados del multivoto por categorías.</i> .....	137
Tabla 4.7 <i>Resultados del multivoto para el no cumplimiento de la meta semanal.</i> .....	139
Tabla 4.8 <i>Resumen del registro histórico de producción de Steerable durante el año 2019.</i> .....	144
Tabla 4.9 <i>Probabilidades de la demanda por catéter.</i> .....	145
Tabla 4.10 <i>Registro de tiempos por tarea en cada operación de la línea de empaque estéril.</i> .....	148
Tabla 4.11 <i>Cantidad de observaciones por actividad.</i> .....	149

Tabla 4.12 <i>Resumen de la distribución ajustada para los tiempos en la operación de Alistamiento.</i> .....	151
Tabla 4.13 <i>Resumen de la distribución ajustada para los tiempos de pruebas operativas.</i> .....	153
Tabla 4.14 <i>Expresiones de distribución estadística de mejor ajuste para cada actividad simulada.</i> .....	155
Tabla 4.15 <i>Parámetros de aceptación para pruebas de sellado del blíster y el pouch.</i>	164
Tabla 4.16 <i>Asistencia técnica en la selladora de blíster desde enero 2019 hasta octubre 2020.</i> .....	176
Tabla 4.17 <i>Órdenes manufacturadas por semana durante el periodo julio 2019 a junio 2020.</i> .....	178
Tabla 4.18 <i>Tiempo acumulado por actividades documentales.</i> .....	179
Tabla 4.19 <i>Impacto de las actividades documentales en la capacidad de producción.</i>	179
Tabla 4.20 <i>Impacto económico semanal por tiempo extraordinario.</i> .....	180
Tabla 4.21 <i>Impacto de las actividades documentales en la capacidad de producción durante el tiempo extraordinario.</i> .....	180
Tabla 4.22 <i>Costos semanales relacionados con las operaciones de alistamiento y pruebas operativas.</i> .....	181
Tabla 4.23 <i>Tiempo acumulado por tiempos de paro de la selladora de blíster.</i> .....	182
Tabla 4.24 <i>Impacto en la capacidad de producción por tiempo de paro de la selladora de blíster, en tiempo regular.</i> .....	182

Tabla 4.25 <i>Impacto en la capacidad de producción por tiempo de paro de la selladora de blíster, en tiempo extraordinario.</i> .....	183
Tabla 4.26 <i>Retrabajos por sellos no conformes.</i> .....	184
Tabla 4.27 <i>Retrabajos por sellos no conformes durante la jornada extraordinaria.</i> ...	184
Tabla 4.27 <i>Producción semanal y tiempos de paro durante el periodo julio 2019 a junio 2020.</i> .....	186
Tabla 4.28 <i>Actividades, tiempos y recorridos del proceso de cambio de la junta de sellado.</i> .....	188
Tabla 4.29 <i>Costos de cambio de junta de sellado.</i> .....	188
Tabla 4.30 <i>Clasificación de actividades para cambio de junta de sellado.</i> .....	189
Tabla 4.31 <i>Clasificación de actividades en operaciones y análisis ECRS para cambio de junta de sellado.</i> .....	190
Tabla 5. 1 <i>Actividades documentales generadas durante una semana, aplicando la propuesta.</i> .....	195
Tabla 5. 2 <i>Tabla comparativa de impacto de las actividades documentales, en la situación inicial y la propuesta.</i> .....	196
Tabla 5. 3 <i>Tabla comparativa de reproceso en las actividades operaciones de sellado de blíster y sellado de pouch, en la situación inicial y la propuesta.</i> .....	197
Tabla 5. 4 <i>Tabla comparativa de impacto económico de las actividades documentales, en la situación inicial y la propuesta.</i> .....	198
Tabla 5.5 <i>Costos por modificación del dado y junta de sellado.</i> .....	201

Tabla 5.6 <i>Actividades, tiempos y recorridos del proceso de cambio de la junta de sellado después del SMED.</i> .....	202
Tabla 5.7 <i>Tiempos del proceso de cambio de la junta de sellado después del SMED.</i> ..	203
Tabla 5.8 <i>Tabla comparativa de tiempos y movimientos entre la situación inicial y la propuesta para cambio de la junta de sellado después de SMED.</i> .....	204
Tabla 5.9 <i>Tabla comparativa de costos por cambio de junta antes y después de la implementación de SMED.</i> .....	204
Tabla 5.10 <i>Tabla de resultados del cálculo del Retorno de Inversión por la implementación de los cambios del dado y junta de sellado.</i> .....	207

## Figuras

Figura 2.1 <i>Cuerpo principal del Diagrama de Ishikawa</i> .....	43
Figura 2.2 <i>Principales categorías del Diagrama de Ishikawa</i> .....	44
Figura 2.3 <i>Identificación de causas del Diagrama de Ishikawa</i> .....	45
Figura 2.4 <i>Ejemplo de Diagrama de Pareto</i> .....	47
Figura 2.5 <i>Símbolos normalizados para diagramas de flujo</i> .....	49
Figura 2.6 <i>Interfaz de Software Arena</i> .....	53
Figura 2.7 <i>Módulo de proceso Create</i> .....	55
Figura 2.8 <i>Caja de diálogo para configurar el módulo Create</i> .....	56
Figura 2.9 <i>Módulo de proceso Dispose</i> .....	57
Figura 2.10 <i>Caja de diálogo para configurar el módulo Dispose</i> .....	57
Figura 2.11 <i>Módulo Process</i> .....	58
Figura 2.12 <i>Caja de diálogo para configurar el módulo Process</i> .....	59
Figura 2.13 <i>Módulo Decide</i> .....	60
Figura 2.14 <i>Caja de diálogo para configurar el módulo Decide</i> .....	61
Figura 2.15 <i>Módulo Assign</i> .....	62
Figura 2.16 <i>Caja de diálogo para configurar el módulo Assign</i> .....	62
Figura 2.17 <i>Módulo Batch</i> .....	63
Figura 2.18 <i>Caja de diálogo para configurar el módulo Batch</i> .....	64

Figura 2.19 <i>Módulo Separate.</i> .....	65
Figura 2.20 <i>Caja de diálogo para configurar el módulo Separate.</i> .....	65
Figura 2.21 <i>Módulo Record.</i> .....	66
Figura 2.22 <i>Caja de diálogo para configurar el módulo Record.</i> .....	67
Figura 2.23 <i>Gráfico de distribución uniforme.</i> .....	69
Figura 2.24 <i>Gráfico de distribución Lognormal.</i> .....	72
Figura 2.25 <i>Gráfico de Pastel.</i> .....	73
Figura 2.26 <i>Gráfico de Barras.</i> .....	74
Figura 2.27 <i>Gráficos de Barras horizontales y verticales.</i> .....	75
Figura 2.28 <i>Diagrama de Gantt.</i> .....	82
Figura 2.29 <i>Diagrama SIPOC.</i> .....	84
Figura 2.30 <i>Planta de Abbott Medical Costa Rica.</i> .....	91
Figura 2.31 <i>Estructura Organizacional de Abbott Medical Costa Rica.</i> .....	92
Figura 2.32 <i>Proceso Productivo de Abbott Medical Costa Rica.</i> .....	94
Figura 2.33 <i>Diagrama de flujo del proceso de Steerable.</i> .....	96
Figura 4.1 <i>Diagrama de flujo del proceso de Steerable.</i> .....	108
Figura 4.2 <i>Elementos de identificación del lote en proceso.</i> .....	109
Figura 4.3 <i>Blíster sanitizados y apilados.</i> .....	110
Figura 4.4 <i>Catéter ensamblado en Blíster.</i> .....	110
Figura 4.5 <i>Equipo para control estático.</i> .....	111

Figura 4.6 <i>Selladora de blíster.</i> .....	111
Figura 4.7 <i>Blíster posicionado en cargador de material.</i> .....	112
Figura 4.8 <i>Contenedor plástico para transporte de blíster sellados.</i> .....	113
Figura 4.9 <i>Impresora de etiquetas.</i> .....	113
Figura 4.10 <i>Selladora de Pouch.</i> .....	114
Figura 4.11 <i>Etiqueta y pouch identificado.</i> .....	114
Figura 4.12 <i>Representación gráfica de la línea de empaque estéril.</i> .....	115
Figura 4.13 <i>Gráfico de producción semanal</i> .....	117
Figura 4.14 <i>Estantes de almacenamiento con bandejas y piezas terminadas.</i> .....	119
Figura 4.15 <i>Gráfico de Ishikawa del incumplimiento de la meta semanal</i> .....	120
Figura 4.16 <i>Gráfico de ausentismo.</i> .....	123
Figura 4.17 <i>Representación porcentual de piezas no conformes.</i> .....	125
Figura 4.18 <i>Representación porcentual del tiempo de paro durante el periodo julio 2019 a junio 2020.</i> .....	134
Figura 4.19 <i>Pareto de las causas del no cumplimiento de la meta semanal de producción.</i> .....	136
Figura 4.20 <i>Distribución porcentual de las categorías para el 25.08% del problema.</i> 138	
Figura 4.21 <i>Distribución porcentual de las categorías para el 100% del problema.</i> ...	140
Figura 4.22 <i>Histograma de la probabilidad de la demanda por número de parte.</i> .....	146
Figura 4.23 <i>Gráfico de ajuste para tiempos en la operación de Alistamiento.</i> .....	152

Figura 4.24 <i>Gráfico de ajuste para tiempos en la operación de Pruebas operativas. ..</i>	154
Figura 4.25 <i>Diagrama SIPOC de la línea de empaque estéril. ....</i>	155
Figura 4.26 <i>Módulos que simulan la llegada de unidades ensambladas al área de empaque estéril. ....</i>	158
Figura 4.27 <i>Diagrama SIPOC del proceso de llegada de catéteres ensamblados. ....</i>	158
Figura 4.28 <i>Representación gráfica de la ubicación de los racks de almacenamiento de unidades ensambladas. ....</i>	159
Figura 4.29 <i>Módulos que simulan el proceso de alistamiento de la línea de empaque estéril. ....</i>	160
Figura 4.30 <i>Diagrama SIPOC del proceso de alistamiento. ....</i>	161
Figura 4.31 <i>Módulos que simulan el proceso de pruebas operativas de la línea de empaque estéril. ....</i>	161
Figura 4.32 <i>Localización de los cortes para cupones del blíster sellado. ....</i>	162
Figura 4.33 <i>Localización de los cortes para cupones del pouch sellado. ....</i>	162
Figura 4.34 <i>Herramienta de corte de cupones y cupón extraído del blíster. ....</i>	163
Figura 4.35 <i>Herramienta de corte de cupones en el pouch. ....</i>	163
Figura 4.36 <i>Diagrama SIPOC del proceso de pruebas operativas. ....</i>	165
Figura 4.37 <i>Módulos que simulan el proceso de limpieza de blíster en la línea de empaque estéril. ....</i>	165
Figura 4.38 <i>Representación gráfica de la ubicación del rack de almacenamiento de materiales. ....</i>	166

Figura 4.39 <i>Diagrama SIPOC del proceso de pruebas operativas.</i> .....	166
Figura 4.40 <i>Módulos que simulan el proceso de limpieza de catéteres en la línea de empaque estéril.</i> .....	167
Figura 4.41 <i>Representación gráfica del recorrido entre rack de almacenamiento y estación de limpieza de catéteres.</i> .....	167
Figura 4.42 <i>Representación gráfica del recorrido entre las estaciones de limpieza de catéteres y ensamble de catéter en blíster.</i> .....	168
Figura 4.43 <i>Diagrama SIPOC del proceso de limpieza de catéteres.</i> .....	169
Figura 4.44 <i>Módulos que simulan el proceso de limpieza de catéteres en la línea de empaque estéril.</i> .....	169
Figura 4.45 <i>Diagrama SIPOC del proceso de colocar catéter en blíster.</i> .....	170
Figura 4.46 <i>Módulos que simulan el proceso de control estático en la línea de empaque estéril.</i> .....	170
Figura 4.47 <i>Diagrama SIPOC del proceso de control estático.</i> .....	171
Figura 4.48 <i>Módulos que simulan el proceso de sellado de blísteres en la línea de empaque estéril.</i> .....	171
Figura 4.49 <i>Representación gráfica del recorrido entre las estaciones de sellado de blísteres y sellado de pouch.</i> .....	173
Figura 4.50 <i>Diagrama SIPOC del proceso de sellado de blísteres.</i> .....	174
Figura 4.51 <i>Módulos que simulan el proceso de sellado de pouch en la línea de empaque estéril.</i> .....	174

Figura 4.52 <i>Representación gráfica del recorrido entre las estaciones de sellado de pouch y el área de transferencia de materiales.</i> .....	175
Figura 4.53 <i>Gráfico de tiempos de paro de la selladora de pouch desde enero 2019 hasta octubre 2020.</i> .....	176
Figura 4.54 <i>Diagrama SIPOC del proceso de sellado de pouch.</i> .....	177
Figura 4.55 <i>Junta de sellado adherida con silicón, condición original.</i> .....	185
Figura 4.56 <i>Gráfico de la relación entre producción semanal y tiempos por cambio de junta de sellado.</i> .....	187
Figura 4.57 <i>Gráfico de clasificación de actividades en operaciones.</i> .....	191
Figura 4.58 <i>Gráfico del análisis ECRS para el cambio de junta de sellado.</i> .....	191
Figura 5.1 <i>Dado de sellado modificado.</i> .....	200
Figura 5.2 <i>Nueva junta de sellado modificado.</i> .....	200
Figura 5.3 <i>Dado y junta de sellado con mejoras implementadas.</i> .....	201
Figura 5.4 <i>Flujo general del proceso de Iterable.</i> .....	205
Figura 5.5 <i>Diagrama de Gantt para la implementación del cambio del tamaño de lote.</i> .....	206

## **Capítulo I: Introducción**

### **1.1. Planteamiento del problema.**

La familia de catéteres Steerable, se diseña para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardíacas. Debido a su naturaleza y la creciente demanda en el mercado, es de suma importancia controlar los procesos, para asegurar la efectividad y mantener la calidad de los dispositivos, satisfaciendo las necesidades de los usuarios finales.

El área de Steerable se constituye por cuatro áreas de trabajo, denominadas subensamble, ensamble final, línea de empaque estéril y empaque final. La línea de empaque estéril es el área en la cual se enfoca esta investigación.

Por ser una industria de manufactura de dispositivos médicos, sus procesos productivos están inmersos en lineamientos y regulaciones internacionales, por ello todos sus procedimientos, sistemas de documentación y control, se actualizan según las demandas de los entes reguladores. Por esta razón, los despejes de línea, como se denomina a la documentación utilizada para registrar y evidenciar que al final y antes de iniciar la siguiente orden de producción, no hay materia prima, materiales o insumos en las estaciones de trabajo. Esto con el objetivo de evitar mezcla de materiales, debido a poseer Steerable un portafolio de 73 catéteres diferentes, y los tamaños de los lotes de producción varían de 16, 32, 48 o 96 unidades, dependiendo del tipo de dispositivo, se genera paros del proceso para realizar los despejes de línea, estas actividades demoran en promedio 10 minutos, tiempos que, acumulados mensualmente, afectan el rendimiento de la línea.

El área de empaque estéril cuenta con una línea para el empaque de todas las unidades manufacturadas en Steerable. Esta situación condiciona a empaquetar un lote a la

vez, limitando el volumen de producción. Por este motivo es importante evaluar la distribución del área de sellado y la organización de las estaciones de trabajo con el fin de optimizar el flujo y ofrecer flexibilidad.

**Por lo tanto, la pregunta de la investigación es:**

¿Cómo mejorar la productividad de la línea de empaque estéril del proceso de Steerable en Abbott Medical Costa Rica Limitada?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Evaluar los factores que afectan la productividad en el proceso actual de empaque estéril de Steerable de la empresa Abbott Medical Costa Rica Ltda., mediante modelos de simulación, que propongan mejoras para el aumento de este indicador.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Identificar las causas que provocan las pérdidas productivas de la línea.
- Analizar las causas que inciden en la reducción de la productividad del área en estudio.
- Proponer mejoras que conlleven al aumento de productividad de la línea
- Determinar el impacto económico que tiene la implementación de la propuesta.

### **1.3. Justificación**

La mejora de la productividad en la línea de empaque estéril en Steerable, despierta el interés investigativo para determinar cuáles son las principales variables que generan pérdidas productivas.

Medir y controlar de forma rigurosa las variables, es crucial para conseguir los objetivos empresariales, pues se ahorra costes y elimina los elementos innecesarios, aportando agilidad y flexibilidad para responder a los cambios de demanda del mercado.

El consumo de los dispositivos médicos utilizados en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardíacas, como la fibrilación auricular, se mantiene con un crecimiento de un 5% en la población mundial. La Organización Mundial de la Salud cataloga esta enfermedad como la Epidemia del siglo XXI. (Medicina Salud Pública, 2020)

Por tanto, es la población adulta mayor, la principal beneficiaria al aumentar la cantidad de unidades producidas y reducir los costos, favoreciendo la competitividad con precios más accesibles para el mercado meta.

Se espera a partir de este estudio obtener datos los cuales permitan evaluar el cumplimiento de las metas de producción, disponer de información que sirva para identificar oportunidades de mejora y proponer medidas para facilitar el desarrollo de la optimización de la productividad en el área de empaque estéril. Las herramientas, técnicas y métodos empleados podrían aplicarse en otras áreas productivas de Abbott.

### **1.4. Antecedentes.**

Un primer estudio lo realiza Ibáñez (2016), con el título “Diseño de propuestas de mejora para el área de producción en la empresa Puerto de Humos S.A.”. Presentado en

Puerto Montt, Chile, en el año 2016. La investigación es motivada por la necesidad de maximizar la productividad de sus procesos y aprovechar los recursos invertidos, mediante la utilización de técnicas y herramientas ingenieriles.

El objetivo general de la investigación es “Desarrollar una propuesta de mejora para el área de producción, mediante la utilización de las técnicas de mejora continua, las 5S’s y manufactura esbelta, para aumentar la productividad, disminuir el desperdicio, tener un lugar de trabajo más limpio y aumentar la satisfacción laboral.” (Ibáñez, 2016).

Con el desarrollo de la investigación, y la puesta en práctica de herramientas para el diagnóstico de la situación actual, pudo identificarse las principales causas que favorecían la baja productividad. También se implementa indicadores de gestión para medir y controlar el manejo de insumos. Aplicando 5S’s, se logra organizar las áreas de trabajo de forma limpia y ordenada, cambiando hábitos y normas de la entidad.

Como resultado de la investigación se plantea propuestas enfocadas en la implementación del programa de 5S’s con el fin de controlar el entorno del área de manufactura. Crear un plan y calidad total para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad. Crear un plan de mejora continua para dar solución a problemas, mejorar la comunicación y planificación.

La investigación se vincula con el presente estudio, pues desarrolla técnicas y herramientas orientadas al análisis de falencias productivas, así como la utilización de metodologías para mejorar, y controlar la productividad.

Un segundo trabajo corresponde a Tello (2017), se titula: “Estudio del proceso de empaque y embalaje de pegantes en la empresa SUMICOL en Soacha Cundinamarca”.

Se trata de un estudio realizado en Colombia durante el año 2017, para determinar las causas que generan los cuellos de botella y pérdidas de tiempo en el proceso productivo, integrando el proceso de fabricación y empaque.

El estudio se realiza tomando en cuenta la capacidad instalada en el área de empaque, la cual es de tres líneas. Las herramientas utilizadas son diagrama de Ishikawa, los 5 por qué, prueba de hipótesis, estudio de correlación, FMEA, Función de Calidad (QFD), diagramas de Pareto, Diseño de experimentos (DOE), Poka Yoke y las metodologías TPM y DMAIC. El estudio determina que el descuido de las condiciones básicas de operación, la falta de estandarización en los procesos, los cuellos de botella y un programa de mantenimiento deficiente, son los principales contribuyentes en la merma de productividad. Adicionalmente, demuestra que la aplicación de las metodologías DMAIC y TPM en conjunto con las herramientas mencionadas anteriormente, contribuyen en la reducción de tiempos de ciclo y por consiguiente aumenta la productividad del proceso en estudio. (Tello, 2017)

Este estudio se relaciona con la investigación en curso, pues expone diferentes herramientas y metodologías las cuales facilitan la determinación de las causas que contribuyen a la merma de la productividad, a través de actividades y un detallado análisis de resultados, con apoyo en gráficos e ilustraciones, entre otros.

Un tercer trabajo desarrollado por Pérez (2019), con el tema “Propuesta de un plan de mejora de la productividad para una línea de envasado de productos dermatológicos”, se presenta en Chile en el año 2019. El contenido de este estudio, describe el plan de trabajo, se basa en el modelo de gestión Lean Manufacturing,

orientado a la mejora continua y optimización del sistema de producción, mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso, diagnostica las causas raíces de los problemas que generan interrupción del flujo del producto o generan problemas de calidad. (Pérez, 2109)

Este trabajo es referente para la investigación planteada, por cuanto muestra la eficiencia de la metodología LEAN, desde el punto de minimización de las pérdidas producidas en el proceso de fabricación, y en utilizar solo aquellos recursos imprescindibles. Así se mejora la calidad, se reduce el tiempo de fabricación y los costos.

Un cuarto trabajo de Henseleit (2019), se denomina “Propuestas de mejora a los procesos de la empresa Puerto de Humos S.A., mediante herramientas de la metodología Six Sigma”. Expuesto en Puerto Montt, Chile en el 2019. Este proyecto se origina de las preguntas ¿Cómo es la calidad de los productos de Puerto de Humos S.A.?, ¿Cuáles son los defectos que tienen un mayor impacto en la calidad de la empresa?, ¿Cuáles son las causas raíz de los defectos detectados?, ¿En cuánto se ven reducidos los costos de calidad, al aumentar los niveles de Sigma? (Henseleit, 2019, p.8).

El objetivo general del trabajo es: Diseñar propuestas de mejora para los procesos de la empresa Puerto de Humos S.A, mediante herramientas de la metodología Six Sigma, para reducir las no conformidades y los defectos totales en los productos. (Henseleit, 2019, p.9).

Durante el desarrollo del proyecto se utiliza herramientas para obtener y analizar información cualitativa y cuantitativa, la cual mostrara irregularidades en la calidad del

producto. También se analiza los procesos para comprenderlos y entender la relación de los defectos en los productos. Otro aspecto evaluado mediante la metodología Six Sigma, es la capacidad de los procesos críticos para determinar la productividad de cada uno de ellos.

La implementación de las propuestas permite controlar los procesos, reducir la cantidad de productos defectuosos, los costos de incumplimiento de calidad, contribuyendo a la mejora en la satisfacción del cliente y el aumento de la productividad.

La metodología empleada en este proyecto se relaciona con la investigación planteada, pues muestra cómo deben aplicarse las técnicas y herramientas vinculándolas a Six Sigma, para mejorar la productividad de los procesos y la calidad de los productos.

Ramírez (2016) realiza un estudio con el tema “Sistema para mejorar la productividad y confiabilidad del proceso de Empaque para productos moldeados por inyección en Panduit de Costa Rica Ltda”, Se trata de un proyecto apoyado por una investigación de campo, cuyo objetivo es identificar las variables que intervienen en la pérdida de productividad de las líneas de empaque. Por ser un proceso automatizado se utiliza la herramienta de Eficiencia General de Equipos que mide la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. En este estudio se concluye: la mejora de productividad representa un ahorro mensual de \$42764.44, y una disminución mensual de 360 horas extraordinarias. (Ramírez, 2016)

Un sexto estudio realizado por Rosales (2017), denominado “Implementación de la filosofía Lean en la producción de concreto con autohormigonera”, desarrollado en el

2017, en la provincia de Alajuela, Costa Rica. Trata de la implementación de una metodología productiva en la industria del concreto.

El objetivo principal del proyecto es el desarrollo de una metodología la cual involucra las partes de planificación, un control antes, durante y después del proceso de producción de concreto, de tal forma que maximizara el uso del equipo y con esto diera resultados económicos tolerables para la empresa. (Rosales, 2017, p.2).

Adoptando la filosofía LEAN con sus herramientas Last Planner y Value Stream Mapping, marcan el curso para identificar oportunidades de mejora la cual facilitaría la depuración, la fluidez del proceso productivo, la exclusión de actividades que no adicionan valor y la reducción de costos de operación. Con la ejecución de LEAN la productividad del proceso productivo de concreto aumenta en un 24.76% manteniendo su calidad.

La metodología empleada se relaciona con el presente estudio, ya que propone el uso de LEAN, filosofía ha tenido un papel importante en la evaluación de procesos, así como, en la determinación de los principales factores que generan desperdicios en los procesos. Otro de los beneficios es el control de variables las cuales facilitan aumentar la productividad, aumentar la calidad y aumentar la rentabilidad.

Un séptimo proyecto de Salas (2018) denominado: “Propuesta de mejoramiento de la productividad de procesos constructivos en proyectos de la empresa Volio y Trejos”, presentado en Costa Rica, el año 2018.

El objetivo principal es aumentar la productividad de procesos constructivos en las obras de construcción. (Salas, 2018, p.2)

El estudio tuvo como objeto la implementación de la filosofía LEAN, haciendo uso de herramienta 5 S's, diagrama de flujo, diagrama de recorrido, diagrama de Ishikawa para evaluar los procesos constructivos y determinar las oportunidades de mejora. Además, confirma que la aplicación de las herramientas y técnicas asociadas con LEAN, facilitan el aumento de la productividad y determinan los tipos de desperdicios existentes. Además, la implementación de indicadores que permitan medir y controlar la productividad.

Este estudio se relaciona con la investigación en curso, pues demuestra que el objetivo de la metodología LEAN, es mejorar los procesos donde el trabajo de las personas se ve involucrado, con el propósito de aumentar la rentabilidad, productividad y calidad de ellos.

Un octavo proyecto de Orozco, Rodríguez y Zamora (2019), lleva por título “Mejora del proceso de producción de cables de aluminio enfocada en la disminución de scrap en la compañía General Cable Conducen”, desarrollado en Heredia, Costa Rica, en el año 2019.

EL objetivo del proyecto es mejorar el control del proceso de producción de cables de aluminio para disminuir el scrap. (Orozco, Rodríguez y Zamora, 2019, p.18).

El proyecto se orienta a la implementación de la filosofía de la mejora continua, recurriendo a herramientas como “Master Production Schedule”, “Material Requirement Planning”, diagramas de flujo de proceso, Pareto, análisis de brechas y análisis estadístico. Partiendo de la información obtenida y el análisis de ella, se realiza propuestas las cuales rinden frutos, pues reducen el scrap en un 50% y mejoran la

productividad. Otro aspecto favorable es la reducción del gasto mensual, representando un monto de \$8207.

La relación de este proyecto con la investigación planteada se basa en la implementación de metodologías dirigidas a analizar y revisar los procesos que se utilizan en las organizaciones para realizar adecuaciones con el fin de minimizar los errores y ejecutar una mejora continua y en consecuencia una mejora en la productividad.

## **1.5. Proyecciones.**

### **1.5.1. Alcances.**

El estudio se enfoca en la línea empaque estéril en Steerable de la empresa Abbott Medical Limitada, el cual involucra el área de producción de empaque estéril y el Departamento de Ingeniería de Manufactura.

Esta investigación inicia con los datos de fabricación del último año, suministrados por el Departamento de Producción de la empresa, y datos recolectados por el autor, los cuales evidencian el no cumplimiento de la meta mensual de producción, los movimientos excesivos de los trabajadores y materiales, desplazamientos innecesarios en el proceso de manufactura y en la manipulación de las unidades por los colaboradores, pérdidas de tiempo, tiempos de paro en los equipos de sellado, así como la necesidad de mejorar las facilidades de manera que el ambiente laboral se vuelva más cómodo y seguro en cada una de las actividades y estaciones de trabajo.

El análisis finaliza con un planteamiento de una distribución del área de empaque estéril mejorada, y la minimización de los tiempos de paro de los equipos, lo cual logra aumentar la producción mensual en un 29,40%, con beneficios económicos alrededor de los \$3.4 millones.

### **1.5.2. Limitaciones.**

No se visualiza limitaciones en el desarrollo del presente estudio.

## **Capítulo II. Marco Teórico.**

## 2.1. Definiciones técnicas

### 2.1.1. Gestión de la Calidad Total.

Abreviado como TQM, por sus siglas en inglés *Total Quality Management*, es una estrategia de gestión enfocada en el cambio profundo de la cultura organizacional, cuyo objetivo es que los procesos, sistemas y todos los integrantes de la empresa, se empeñen en el logro colectivo y global de la máxima calidad. Cadena (2018) define:

La calidad es el conjunto de características inherentes de un producto para satisfacer las expectativas del cliente al menor costo, minimizando la pérdida para la empresa y la sociedad.

(p.9)

Realizar las actividades con calidad implica hacerlas bien a la primera, sin defectos, cumpliendo con las especificaciones según el diseño, de modo que sea un producto confiable y conforme con las expectativas del cliente en el momento justo.

Producir con calidad genera menos rechazos, desechos, reprocesos e inspecciones, por lo tanto, los costos se reducen.

Los costos de la calidad se clasifican en costos directos e indirectos.

Costos directos de la calidad son aquellos relacionados con costos de conformidad, o bien con costos de no conformidad, pero pueden considerarse como gastos operativos directos. Tales costos incluyen el costo del personal de inspección, los desechos, los retrocesos, los gastos de garantía, entre otros. Son fácilmente identificables, y es fácil hacer un seguimiento de ellos adaptando un poco la contabilidad de la empresa. Los costos de calidad directos se clasifican generalmente en Prevención, Evaluación, Fallo interno, Fallo externo. (Cadena, 2018, p.17)

Costos indirectos son todos aquellos costos de la calidad que la empresa no puede imputar de una forma clara, por ser desconocidos o por no ser consciente de su existencia. Identificar y seguir los costos de calidad indirectos resulta algo más complejo, sino imposible. Los costos de la calidad indirectos se relacionan con la no conformidad. Están relacionados con los costos de fallo interno y externo, pues si éstos son elevados, es frecuente también lo sean los indirectos. Los costos de la calidad indirectos se agrupan normalmente en Costos de oportunidad pérdida, Confianza de la clientela, Erosión de la cuota de mercado, Responsabilidad civil y Multas. (Cadena, 2018, p.17)

La calidad trae consigo la satisfacción y fidelidad de los clientes, así como, el posicionamiento en el mercado, y mejores resultados con menos costos.

Para analizar la calidad, es importante determinar las características críticas de un producto o servicio. Al medir estos rasgos se obtiene datos numéricos los cuales permiten visualizar fluctuaciones entre los servicios o elementos producidos.

Un análisis efectivo de los datos obtenidos debe apoyarse en técnicas gráficas de calidad, útiles en la solución de problemas enfocados a la calidad de los productos o servicios.

### **2.1.2. Ishikawa o diagrama de causa-efecto.**

Esta herramienta es particularmente útil para reunir ideas capaces de contribuir a un resultado mostrando las interrelaciones entre un efecto y sus posibles causas de forma ordenada, clara, precisa, y permitiendo una mejor comprensión del fenómeno en estudio.

Está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral) y cuatro o más líneas que apuntan a la línea principal y forman un ángulo aproximado de 70 (espinas

principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario.

#### Pasos para construir un diagrama de Ishikawa

Identifique y defina con exactitud el problema, fenómeno, evento o situación que se quiere analizar. Éste debe plantearse de manera específica y concreta para que el análisis de las causas se oriente correctamente y se evite confusiones.

Los Diagramas de Ishikawa permiten analizar problemas o fenómenos propios de diversas áreas del conocimiento. Una vez el problema se delimite correctamente, debe escribirse con una frase corta y sencilla, en el recuadro principal o **cabeza del pescado**, tal como se muestra en el siguiente ejemplo: Bajo rendimiento en Matemáticas.

**Figura 2.1** *Cuerpo principal del Diagrama de Ishikawa.*

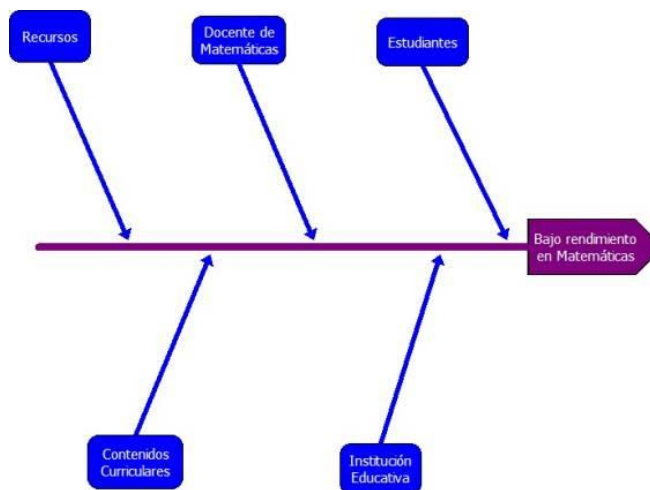


*Nota.* La figura muestra el cuerpo principal del Diagrama de Ishikawa. Fuente Eduteka (2018).

Para identificar categorías en un Diagrama de Ishikawa, es necesario definir los factores o agentes generales que dan origen a la situación, evento, fenómeno o problema el cual se quiere analizar y hacen se presente de una manera determinada. Se asume todas las causas del problema que se identifique, pueden clasificarse dentro de una u otra categoría. Generalmente, la mejor estrategia para identificar la mayor cantidad de categorías posibles, es realizar una lluvia de ideas con el equipo de trabajo. Cada categoría la cual se identifique debe ubicarse independientemente en una de las **espinas principales** del pescado.

Siguiendo con el ejemplo, se puede decir: las causas del problema del bajo rendimiento en Matemáticas, pueden clasificarse dentro de las siguientes categorías o factores que influyen en este: a) políticas de la Institución Educativa; b) docente de matemáticas; c) contenidos curriculares; y d) estudiantes, como se muestra a continuación.

**Figura 2.2** Principales categorías del Diagrama de Ishikawa.



*Nota.* La figura ilustra las principales categorías del Diagrama de Ishikawa. Fuente: Eduteka (2018).

### **Identificar las causas**

Mediante una lluvia de ideas y teniendo en cuenta las categorías encontradas, identifique las causas del problema. Éstas son, por lo regular, aspectos específicos de cada una de las categorías las cuales, al estar presentes de una u otra manera, generan el problema.

Las causas identificadas se deben ubicar en las espinas, que confluyen en las espinas principales del pescado. Si una o más de las causas identificadas son muy complejas, ésta puede descomponerse en subcausas. Éstas últimas se ubican en nuevas espinas, espinas menores, ellas a la vez confluyen en la espina correspondiente de la causa principal. También puede ocurrir que al realizar la lluvia de ideas resulte una causa del problema la cual no pueda clasificarse en ninguna

de las categorías previamente identificadas. En este caso, es necesario generar una nueva categoría e identificar otras posibles causas del problema relacionadas con ésta.

En el ejemplo, se identifica diferentes causas del problema y se clasifican en las categorías correspondientes. En el caso de la categoría *Docente de Matemáticas*, se establece que una causa potencial es el uso de estrategias de clase inadecuadas. Sin embargo, es necesario establecer subcausas, pues existen muchos factores influyentes.

Por otra parte, se identifica otra de las posibles causas es la falta de recursos necesarios para ello. Sin embargo, esta causa no puede ser clasificada únicamente dentro de la categoría *Docente de Matemáticas*, porque el hecho de no usar recursos adecuados para sus clases puede deberse a factores externos a él, por ejemplo, una baja disponibilidad de recursos. Por tal motivo, lo más adecuado es crear una nueva categoría llamada *Recursos*. Como se muestra en la siguiente figura 3.

**Figura 2.3** Identificación de causas del Diagrama de Ishikawa.



*Nota.* La figura es un ejemplo de la identificación de causas del Diagrama de Ishikawa. Fuente: Eduteka (2018).

Como es posible observar, el proceso de construcción de un Diagrama Causa-Efecto puede darse en dos vías: En la primera, se establece en primer lugar las categorías y después, de acuerdo con ellas, se determina las posibles causas. En la segunda, se establece las causas y después se crea las categorías dentro de las cuales estas causas se pueden clasificar. Ambas vías son válidas y generalmente se dan de manera complementaria. (Eduteka, 2018)

### **2.1.3. Histograma.**

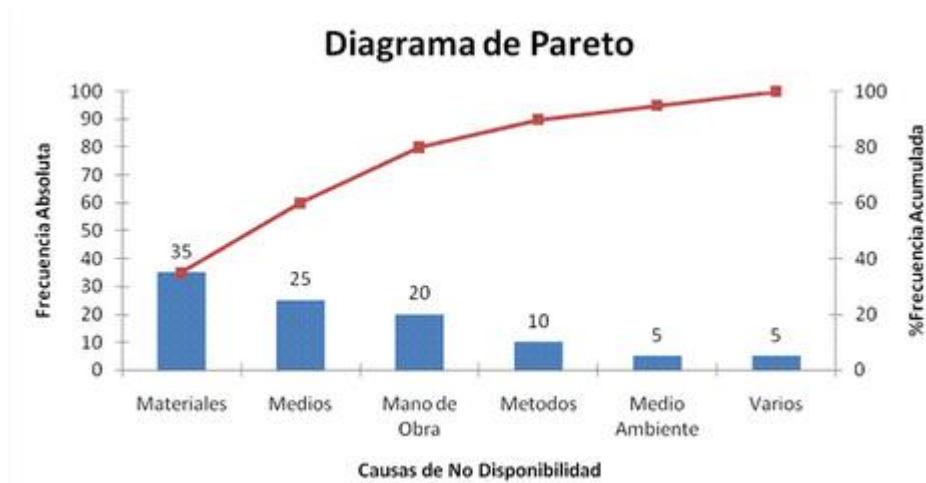
Es un gráfico utilizado para mostrar la frecuencia en que ocurren varias cosas en un conjunto de datos. Son muy útiles para monitorear el estado actual y evaluar la importancia de un problema, para observar y descubrir lo que realmente está sucediendo. Facilitan la búsqueda de patrones y comparaciones, al evaluar si la solución implementada realmente resuelve el problema. (Instituto Nacional de Estadística de España, 2014)

### **2.1.4. Diagrama de Pareto.**

El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis, ayuda a tomar decisiones en función de prioridades, el diagrama se basa en el principio enunciado por Vilfredo Pareto. Dice: "El 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan".

En otras palabras: un 20% de los errores vitales, causan el 80% de los problemas, o lo que es igual: En el origen de un problema, siempre se encuentran un 20% de causas vitales y un 80% de triviales. Al Diagrama de Pareto también se le conoce también como regla 80 - 20 o también por "muchos triviales y pocos vitales" o por la curva C-A-B. El diagrama de Pareto es un caso particular del gráfico de barras, en él las barras que representan los factores correspondientes a una magnitud cualquiera están ordenados de mayor a menor (en orden descendente) y de izquierda a derecha. Como se muestra en la figura 4.

**Figura 2.4** Ejemplo de Diagrama de Pareto.



*Nota.* La figura muestra un ejemplo de Diagrama de Pareto. Fuente: Quées (2016).

Concretamente, este tipo de diagrama se utiliza básicamente para:

- Conocer cuál es el factor o factores más importantes en un problema.
- Determinar las causas raíz del problema.
- Decidir el objetivo de mejora y los elementos que se debe mejorar.
- Conocer si ha conseguido el efecto deseado (por comparación con los Paretos iniciales).

Con objeto de realizar correctamente un diagrama de Pareto, se debe realizar los siguientes pasos:

- Recolectar o recoger datos y clasificarlos por categorías.
- Ordenar las categorías de mayor a menor indicando el número de veces que se ha producido.
- Calcular los porcentajes individuales y acumulados de cada categoría, el acumulado se calcula sumando los porcentajes anteriores a la categoría seleccionada.

- Construcción del diagrama en función de los datos obtenidos anteriormente.
- Generación del diagrama de Pareto.

El diagrama es gráfico, contiene las categorías en el eje horizontal y dos ejes verticales, el de la izquierda con una escala proporcional a la magnitud medida (valor total de los datos) y el de la derecha con una escala porcentual de igual tamaño. Se coloca las barras de mayor a menor y de izquierda a derecha, pero poniendo en último lugar la barra correspondiente a otros, (aunque no sea la menor). Se marca en el gráfico con un punto cada uno de los porcentajes acumulados (los puntos se pueden situar en el centro de cada una de las categorías o en la zona dónde se juntan una con otra) y se unen los puntos mediante líneas rectas. Se separan (por medio de una línea recta discontinua, por ejemplo) las pocas categorías que contribuyen a la mayor parte del problema. Esto se hará en el punto en el que el porcentaje acumulado sume entre el 70% y el 90% del total, generalmente en este punto la recta sufre un cambio importante de inclinación. (Quéés, 2016)

### **2.1.5. Diagrama de flujo.**

El diagrama de flujo es la representación gráfica de la secuencia de pasos que se realiza para alcanzar un resultado. Cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente, el cual contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso, muestra la relación secuencial ente ellas, facilita la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el

proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones interdepartamentales.

### Beneficios del Diagrama de Flujo

- ✓ Facilita la obtención de una visión transparente del proceso, mejorando su comprensión.
- ✓ Permiten definir los límites de un proceso.
- ✓ Estimula el pensamiento analítico en el momento de estudiar un proceso, haciendo más factible generar alternativas útiles.
- ✓ Proporciona un método de comunicación más eficaz, al introducir un lenguaje común.
- ✓ Constituye el punto de comienzo indispensable para acciones de mejora o reingeniería.

### Simbología

A continuación, se presenta un cuadro con los símbolos estandarizados de acuerdo con la norma por ANSI, para la construcción de diagramas de flujo.

**Figura 2.5** *Símbolos normalizados para diagramas de flujo.*

<b>Símbolos de Producción</b>	
<b>Símbolos de Documentación</b>	
<b>Símbolos de Almacenamiento</b>	
<b>Símbolos de Transporte</b>	
<b>Símbolos de Inspección</b>	

*Nota.* La imagen muestra los Símbolos normalizados para diagramas de flujo. Fuente: AITECO Consultores (2019).

### **Elaboración del Diagrama de Flujo**

Determinar el proceso por diagramar. Definir el grado de detalle. El diagrama de flujo del proceso puede mostrar información básica de actividades principales, o ser desarrollado de modo que se incluya todas las actividades y los puntos de decisión.

Identificar la secuencia de pasos del proceso. Situándolos en el orden en el cual se llevan a cabo.

Construir el diagrama de flujo. Para la elaboración de un diagrama de flujo, los símbolos estándar han sido normalizados, por la *American National Standards Institute* (ANSI). (AITECO Consultores, 2019)

#### **2.1.6. Cálculo del número de observaciones.**

En estadística al tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones se le conoce como aquel número determinado de sujetos o cosas que componen la muestra.

Según Salazar (2019), es un proceso vital en la etapa de cronometraje, pues de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento.

Uno de los métodos más utilizados para determinar el número de observaciones es el Método Estadístico, el cual requiere un número de observaciones preliminares o premuestras ( $n'$ ), para luego aplicar la siguiente fórmula:

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

$n$  = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar

$\Sigma$  = Suma de los valores

$x$  = Valor de las observaciones.

$40$  = Constante para un nivel de confianza de 95,45%

### **2.1.7. Simulación.**

La simulación es una aplicación basada en la tecnología, análisis y resolución de problemas que existen en sistemas reales. Estos sistemas incluyen todas las áreas de fabricación, la minería, servicios de operaciones como la salud, seguridad, transporte, comercio minorista y distribución, además de situaciones aplicadas de la vida real.

El uso de la simulación agrega valor en las facetas de la toma de decisiones, cuyo enfoque principal está en el modelado y análisis de las situaciones.

El verbo simular significa imitar, sin embargo, desde el enfoque de la simulación se imita a través de la experimentación con un modelo o representación de algún sistema.

La simulación también implica más que imitar o experimentar. Implica realizar actividades tales como definir, diseñar y construir un modelo o representación; definiendo los experimentos por realizar; recolectando y analizando datos para conducir el modelo, y analizar e interpretar los resultados obtenidos de los experimentos. Por lo tanto, simular, significa participar en un proceso que abarca todas las actividades anteriores. (Beaverstock, Greenwood, Lavery y Nordgren, 2011).

La simulación, y al igual la mayoría de los métodos de análisis, implica sistemas y sus modelos. La simulación por computadora trata con modelos de sistemas los cuales pueden ser una instalación o un proceso real o planeado, como una planta de manufactura con máquinas, personas, métodos de transporte, bandas transportadoras y espacio de almacenamiento. Un banco con diferentes tipos de clientes, servidores e instalaciones como ventanillas de cajeros, cajeros automáticos, mesas de préstamos y cajas de seguridad para depósitos, entre otros.

Los modelos de simulación se pueden clasificar de muchas maneras.

### **Estático contra dinámico.**

El tiempo no desempeña un papel natural en los modelos estáticos; pero sí en los dinámicos. La mayoría de los modelos operativos son dinámicos. (Kelton, Sadowski y Sturrock, 2008)

### **Continuo contra discreto.**

En un modelo continuo el estado del sistema puede cambiar continuamente en el tiempo, mientras en un modelo discreto el cambio puede ocurrir sólo en puntos separados en el tiempo, tal como un sistema de fabricación con partes que llegan y se van en tiempos específicos,

máquinas que se apagan y encienden en momentos específicos y descansos para los trabajadores. Se puede tener elementos, tanto del cambio continuo como del discreto en un modelo, el cual recibe el nombre de modelo combinado continuo-discreto. (Kelton et al., 2008).

### **Determinista contra estocástico.**

Los modelos que no tienen entradas aleatorias son deterministas; la operación estricta de una agenda de citas con tiempos de servicio fijos es un ejemplo. Por otra parte, los modelos estocásticos, operan con al menos algunas entradas aleatorias como un banco con clientes quienes llegan de forma aleatoria y requieren tiempos de servicio variados. (Kelton et al., 2008).

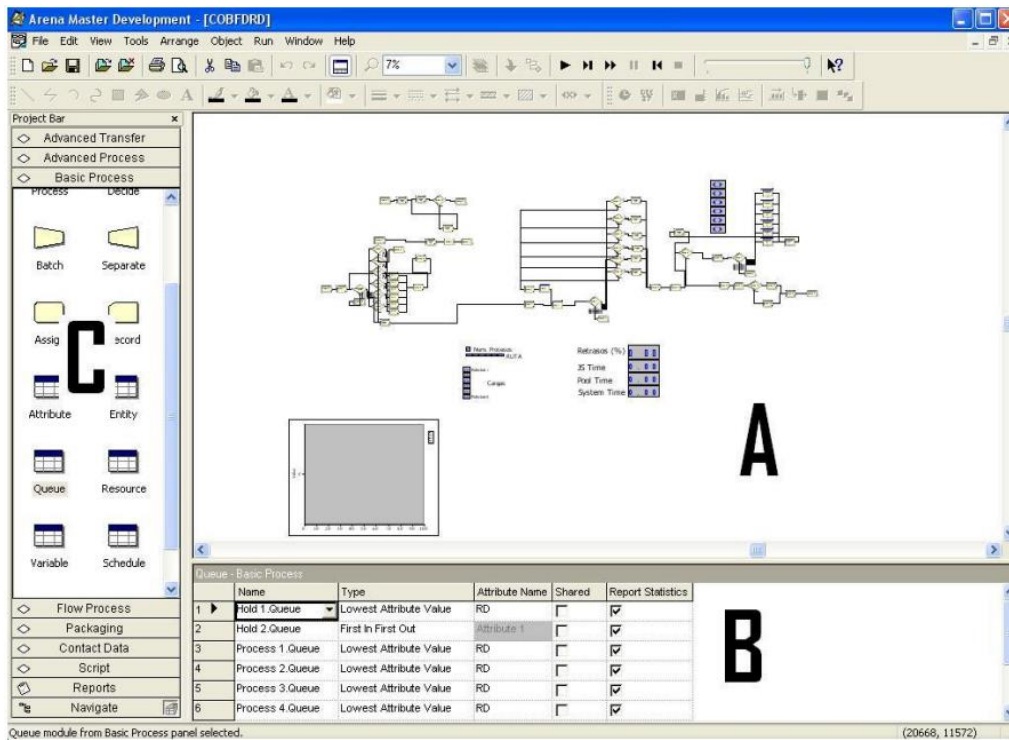
### **2.1.8. Software ARENA**

Arena es un software de modelado y simulación de diferentes áreas de negocio, diseñado para analizar el impacto de los cambios que suponen los procesos, brindando flexibilidad y cobertura a gran cantidad de aplicaciones por modelar con cualquier nivel de detalle o complejidad. (Rockwell, Automation, 2004)

Software Arena es un simulador intuitivo gracias a que la programación está basada en la colocación y unión de gráfica de distintos módulos de proceso.

El entorno de modelado de Arena consta de tres zonas diferenciadas.

**Figura 2.6** *Interfaz de Software Arena.*



*Nota.* La imagen muestra el interfaz de trabajo del software Arena. Fuente: Arena Guía de Usuario, p. 6. Derechos de autor 2004 por Rockwell Automation.

A) Ventana del diagrama de flujo del modelo (*Model window flowchart view*) En este espacio se construye el diagrama de bloques que conforman el modelo de simulación del proceso. En esta ventana puede observarse también los elementos gráficos y animaciones de las simulaciones.

B) Ventana de hoja de cálculo (*Model window spreadsheet view*) En esta ventana se pueden comprobar y modificar los parámetros correspondientes a los bloques (procesos) y a las entidades.

C) Barra de Proyectos (*Project Bar*) Este espacio tiene varios paneles desplegables, ellos permiten diseñar el modelo. Dichos paneles contienen los módulos necesarios para construir el

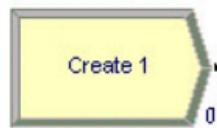
modelo, así como otros elementos como los informes estadísticos de las simulaciones o un panel de navegación el cual facilita la localización del modelo de la ventana A.

### **Módulos de proceso.**

#### **Módulo Create.**

Este módulo representa la llegada de entidades al modelo de simulación. Las entidades se crean usando una planificación o basándose en el tiempo entre llegadas. En este módulo se especifica también el tipo de entidad de que se trata. Una vez se incluye en el modelo a la derecha del símbolo aparece bajo una línea el número de entidades creadas. (Rockwell, Automation, 2004).

**Figura 2.7** *Módulo de proceso Create.*

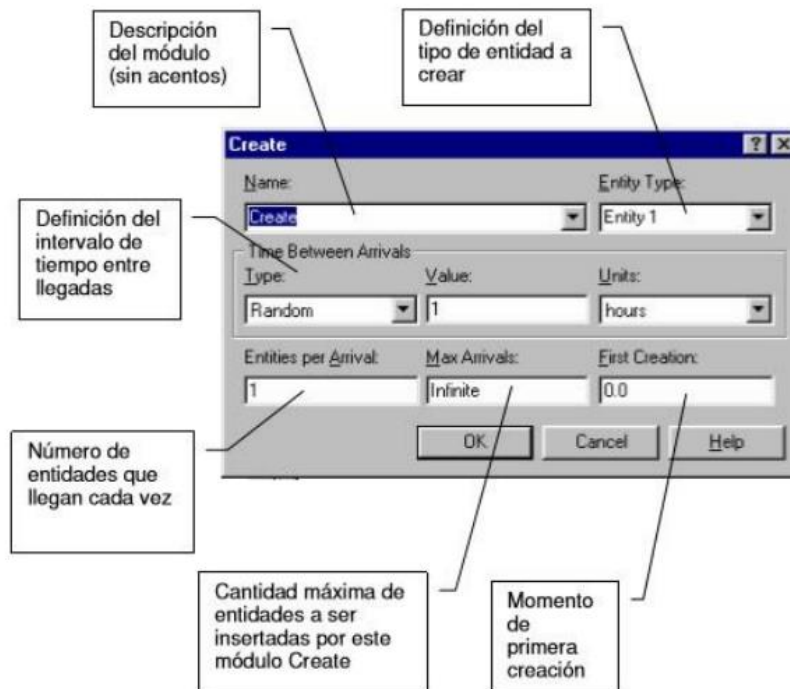


*Nota.* La imagen muestra la representación gráfica del módulo de proceso Create del software Arena. Fuente: Arena Guía de Usuario, p. 12. Derechos de autor 2004 por Rockwell Automation.

#### **Posibles usos:**

- Punto de inicio de producción en una línea de fabricación.
- Llegada de un documento (por ejemplo, una petición, una factura, una orden) en un proceso de negocio.
- Llegada de un cliente a un proceso de servicio (por ejemplo, un restaurante, una oficina de información).

**Figura 2.8** Caja de diálogo para configurar el módulo Create.



*Nota.* La imagen muestra la caja de diálogo para configuración del módulo de proceso Create del software Arena. Fuente: Modelamiento básico Arena [Presentación en un blog]. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/393718129/8-Modelamiento-Basico-Arena>

### **Módulo Dispose.**

Este módulo representa el punto final de entidades en un modelo de simulación. Las estadísticas de la entidad se registrarán antes de que la entidad se elimine del modelo. (Rockwell, Automation, 2004)

**Figura 2.9** Módulo de proceso Dispose.

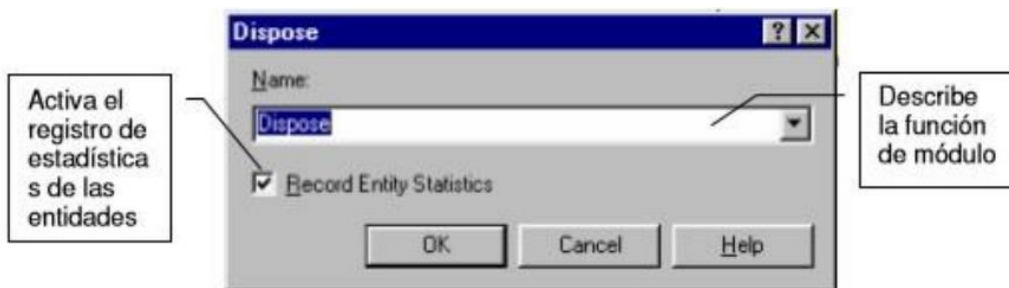


*Nota.* La imagen muestra la representación gráfica del módulo de proceso Dispose del software Arena. Fuente: Arena Guía de Usuario, p. 16. Derechos de autor 2004 por Rockwell Automation.

**Posibles usos:**

- Partes que abandonan un servicio.
- Finalización de un proceso de negocio.
- Clientes abandonando un comercio.

**Figura 2.10** Caja de diálogo para configurar el módulo Dispose.



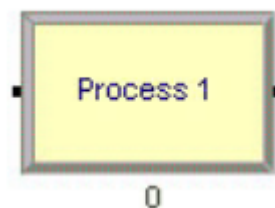
*Nota.* La imagen muestra la caja de diálogo para configuración del módulo de proceso Dispose del software Arena. Fuente: Modelamiento básico Arena [Presentación en un blog]. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/393718129/8-Modelamiento-Basico-Arena>

**Módulo Process.**

Este módulo corresponde a la principal forma de procesamiento en simulación. Se dispone de opciones para ocupar y liberar un recurso. Adicionalmente, existe la opción de

especificar un “submodelo” y especificar jerárquicamente la lógica definida por el usuario. El tiempo de proceso se le añade a la entidad y se puede considerar como valor añadido, valor no-añadido, transferencia, espera u otros. Una vez se introduce en el modelo, aparece un número en la parte inferior del símbolo e indica el número de entidades que actualmente están procesándose.

**Figura 2.11** *Módulo Process.*

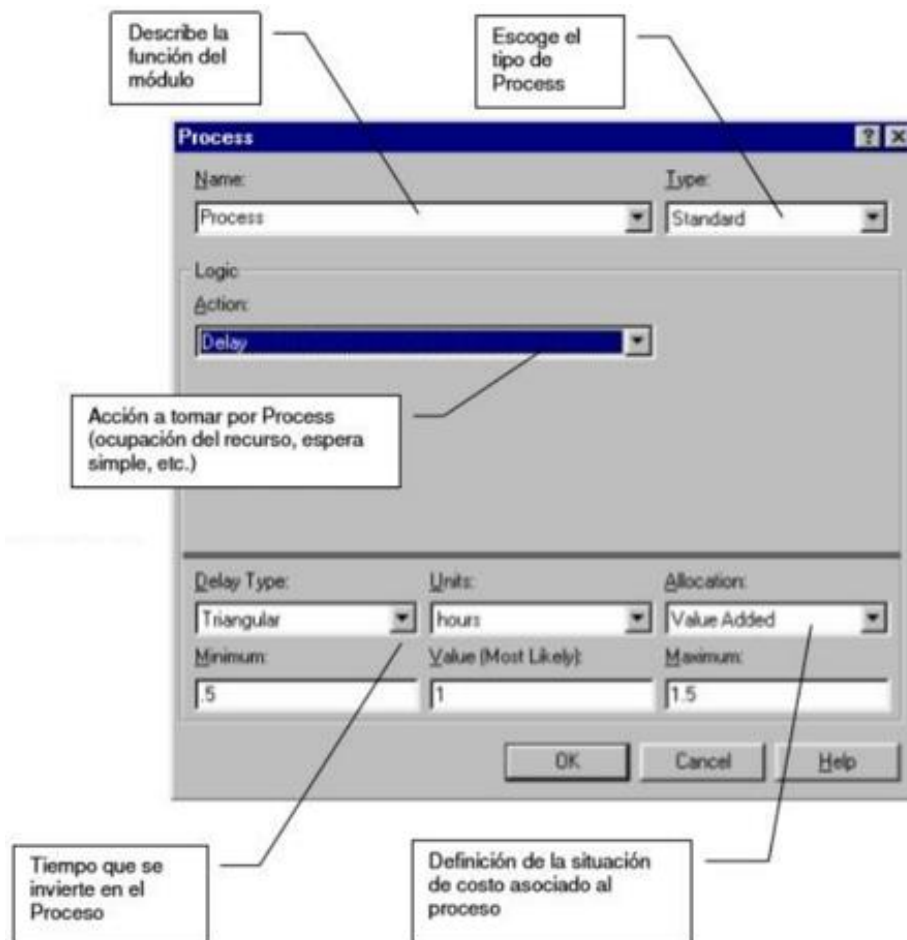


*Nota.* La imagen muestra la representación gráfica del módulo Process del software Arena. Fuente: Arena Guía de Usuario, p. 13. Derechos de autor 2004 por Rockwell Automation.

**Posibles usos:**

- Mecanizado de una parte.
- Revisión de un documento para completarlo.
- Rellenar órdenes.
- Servir a un cliente.

**Figura 2.12** Caja de diálogo para configurar el módulo Process.



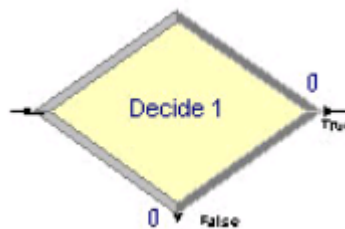
*Nota.* La imagen muestra la caja de diálogo para configuración del módulo Process del software Arena. Fuente: Modelamiento básico Arena [Presentación en un blog]. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/393718129/8-Modelamiento-Basico-Arena>

### **Módulo Decide.**

Este módulo permite a los procesos tomar decisiones en el sistema. Incluye la opción de tomar decisiones basándose en una o más condiciones (por ejemplo, si el tipo de la entidad es Gold Car) o basándose en una o más probabilidades (por ejemplo, 75% verdadero, 25% falso). Las condiciones se pueden basar en valores de atributos (por ejemplo, prioridad), valores de

variables (por ejemplo, número de rechazados), el tipo de entidad o una expresión. Hay dos puntos de salida del módulo Decide cuando se especifica el tipo *2-way chance* o *2-way condition*. Hay un punto de salida para las entidades “verdaderas” y una para las entidades “falsas”. Cuando se especifica el tipo *Nway chance* o *condition*, aparecen múltiples puntos de salida para cada condición o probabilidad y una única salida “else”. Una vez incluido en el modelo, cerca de cada una de las ramas que salen del símbolo el cual representa el módulo, aparece un número. En la rama “True” corresponde al número de entidades que toman la rama de verdadero y el de la rama “False” el número de entidades quienes toman la rama de falso.

**Figura 2.13** Módulo Decide.

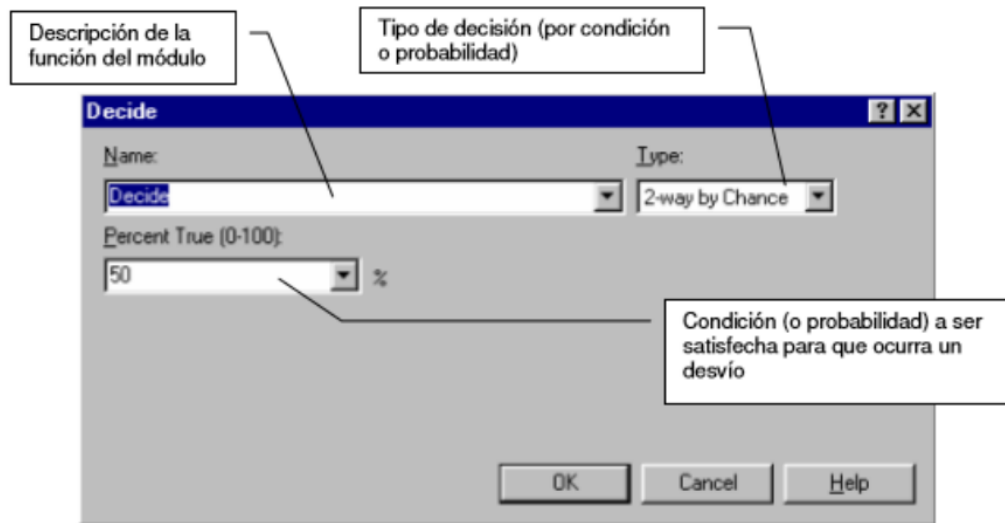


*Nota.* La imagen muestra la representación gráfica del módulo Decide del software Arena. Fuente: Arena Guía de Usuario, p. 15. Derechos de autor 2004 por Rockwell Automation.

**Posibles usos:**

- Envío de partes defectuosas para que se vuelvan a hacer.
- Ramas aceptadas frente a rechazadas.
- Envío de clientes prioritarios a procesos dedicados.

**Figura 2.14** Caja de diálogo para configurar el módulo Decide.



*Nota.* La imagen muestra la caja de diálogo para configuración del módulo Decide del software Arena. Fuente: Modelamiento básico Arena [Presentación en un blog]. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/393718129/8-Modelamiento-Basico-Arena>

### **Módulo Assign.**

Este módulo se usa para asignar valores nuevos a las variables, a los atributos de las entidades, tipos de entidades, figuras de las entidades, u otras variables del sistema. Se puede hacer múltiples asignaciones con un único módulo Assign. Para añadir una nueva variable al modelo, simplemente se selecciona Add, Type: Entity, el nombre de la variable y el valor que se desea tome a partir de ese momento.

**Figura 2.15** Módulo Assign.

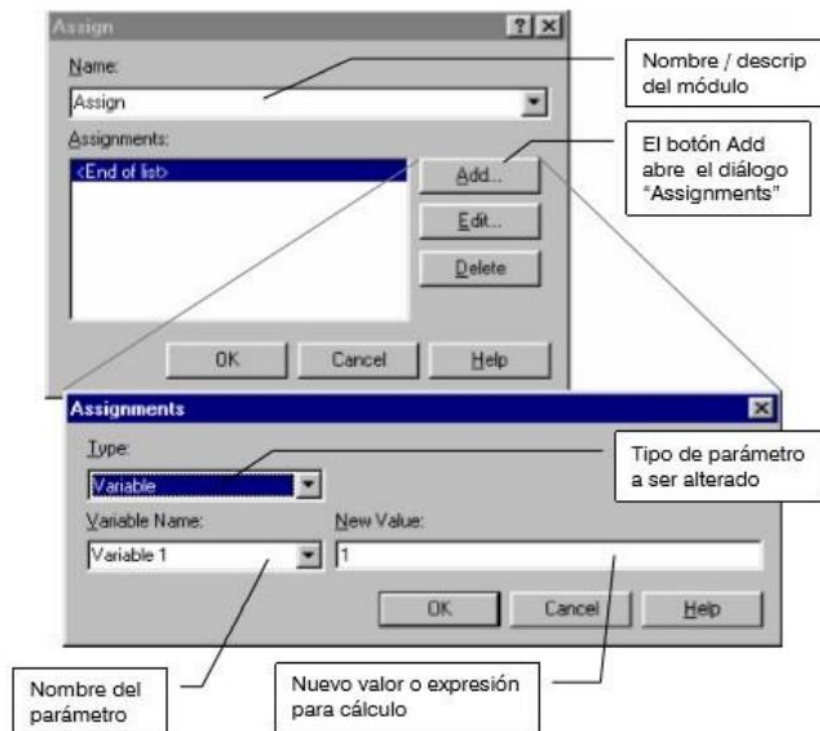


*Nota.* La imagen muestra la representación gráfica del módulo Assign del software Arena. Fuente: Arena Guía de Usuario, p. 35. Derechos de autor 2004 por Rockwell Automation.

**Posibles usos:**

- Acumular el número de subensamblados añadidos a una parte.
- Cambiar el tipo de entidad para representar una copia de un formulario multicopia.
- Establecer una prioridad del cliente.

**Figura 2.16** Caja de diálogo para configurar el módulo Assign.

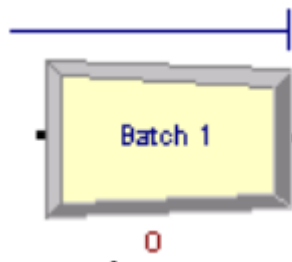


*Nota.* La imagen muestra la caja de diálogo para configuración del módulo Assign del software Arena. Fuente: Modelamiento básico Arena [Presentación en un blog]. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/393718129/8-Modelamiento-Basico-Arena>

### **Módulo Batch.**

Este módulo funciona como un mecanismo de agrupamiento dentro del modelo de simulación. Los lotes pueden estar agrupados permanente o temporalmente. Los lotes temporales deben ser divididos posteriormente usando el módulo Separate. Los lotes se pueden realizar con un número específico de entidades de entrada o se pueden unir a partir del valor de un determinado atributo. Las entidades que llegan a un módulo Batch se coloca en una cola hasta tanto se ha acumulado el número necesario de entidades. Una vez acumuladas, se crea una nueva entidad representativa. Cuando se incluye en el modelo, en la parte inferior del símbolo se representa el Número de entidades en espera de ser agrupadas.

**Figura 2.17** *Módulo Batch.*

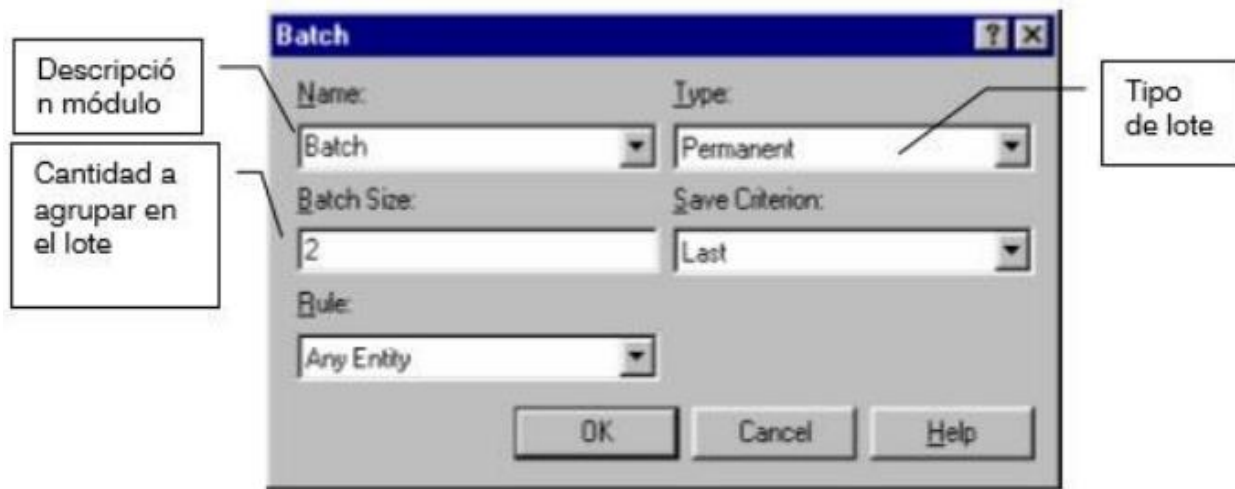


*Nota.* La imagen muestra la representación gráfica del módulo Batch del software Arena. Fuente: Arena Guía de Usuario, p. 33. Derechos de autor 2004 por Rockwell Automation.

### **Posibles usos:**

- Recoger un cierto número de partes antes de empezar a procesar.
- Reensamblar previamente copias separadas de un formulario.
- Juntar un paciente con los resultados de sus pruebas antes de concederle una cita.

**Figura 2.18** Caja de diálogo para configurar el módulo Batch.

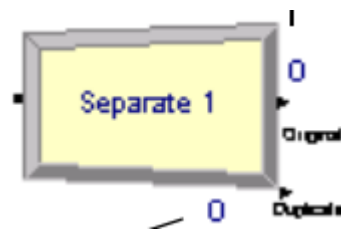


*Nota.* La imagen muestra la caja de diálogo para configuración del módulo Batch del software Arena. Fuente: Modelamiento básico Arena [Presentación en un blog]. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/393718129/8-Modelamiento-Basico-Arena>

### **Modulo Separate.**

Este módulo se puede usar para replicar la entidad entrante en múltiples entidades o para dividir una entidad previamente agrupada. Se especifica también las reglas de asignación de atributos para las entidades miembro. Cuando se segmenta lotes existentes, la entidad temporal que se forma se destruye, y las entidades que originalmente forman el grupo, se recuperan. Las entidades salen del sistema secuencialmente, en el orden en el cual originalmente se agregan al lote. Cuando se duplica entidades, se hace el número de copias especificado. En el símbolo que representa este módulo, el original sale por la rama superior y el duplicado por la rama inferior.

**Figura 2.19** Módulo Separate.

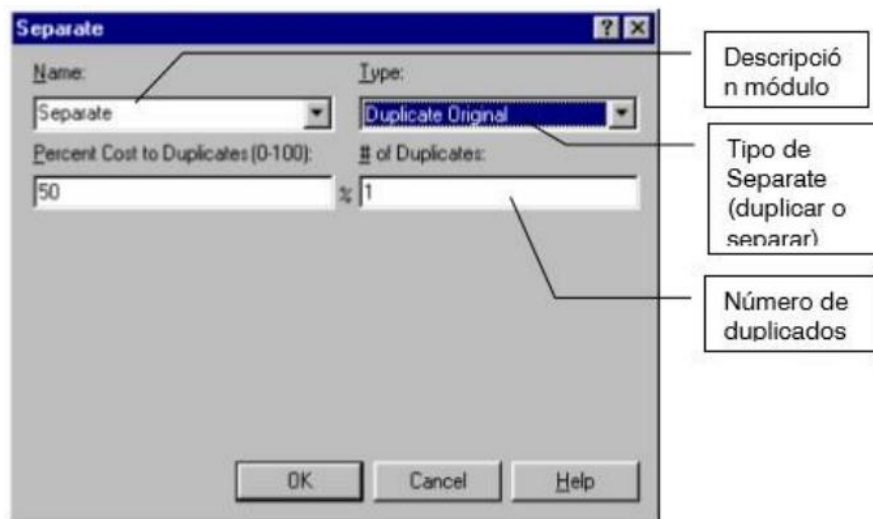


*Nota.* La imagen muestra la representación gráfica del módulo Separate del software Arena. Fuente: Arena Guía de Usuario, p. 34. Derechos de autor 2004 por Rockwell Automation.

**Posibles usos:**

- Enviar entidades individuales que representan cajas eliminadas de un contenedor.
- Enviar una orden tanto a realización y a facturación para un procesamiento paralelo.
- Separar un conjunto de documentos previamente agrupados.

**Figura 2.20** Caja de diálogo para configurar el módulo Separate.



*Nota.* La imagen muestra la caja de diálogo para configuración del módulo Separate del software Arena. Fuente: Modelamiento básico Arena [Presentación en un blog]. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/393718129/8-Modelamiento-Basico-Arena>

### **Módulo Récord.**

Este módulo representa el final de entidades en un modelo de simulación. Las estadísticas de la entidad se registran antes de que la entidad se elimine del modelo.

**Figura 2.21** *Módulo Record.*



*Nota.* La imagen muestra la representación gráfica del módulo Record del software Arena. Fuente: Arena Guía de Usuario, p. 36. Derechos de autor 2004 por Rockwell Automation.

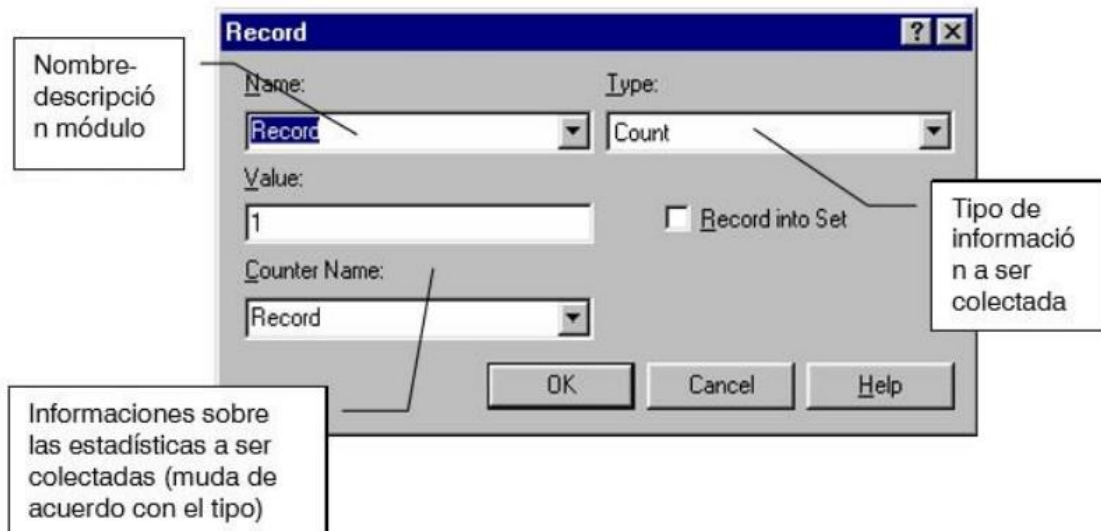
#### **Posibles usos:**

Partes que abandonan el servicio modelado.

Finalización de un proceso de negocio.

Clientes abandonando un comercio.

**Figura 2.22** Caja de diálogo para configurar el módulo Record.



*Nota.* La imagen muestra la caja de diálogo para configuración del módulo Record del software Arena. Fuente: Modelamiento básico Arena [Presentación en un blog]. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/393718129/8-Modelamiento-Basico-Arena>

### 2.1.9. Analizador de datos de entrada Arena

El analizador de datos de entrada (*Input Analyzer*), es una herramienta la cual se encuentra en el ambiente Arena. Es un instrumento de procesamiento de datos que ejecuta pruebas de bondad de ajuste. Es de gran importancia, pues usualmente las muestras de datos tomadas siguen una distribución e inicialmente no se conoce. Entonces, dicha data se ingresa al *software* con la finalidad de obtener distribución que siguen, por ejemplo, la llegada de las entidades al sistema y los tiempos de servicio para luego realizar pruebas de bondad de ajuste. A continuación, se muestra las distribuciones aceptadas por el Analizador de datos de entrada. (Torrejón, 2015)

**Tabla 2.1** *Distribuciones aceptadas por Analizador de datos de entrada Arena.*

<b>Distribución</b>	<b>Nombre en Arena</b>
Exponencial	EXPO
Normal	NORM
Triangular	TRIA
Uniforme	UNIF
Erlang	ERLA
Beta	BETA
Gamma	GAMM
Johnson	JOHN
Log-normal	LOGN
Poisson	POIS
Weibull	WEIB

*Nota.* En la tabla se muestra las distribuciones reconocidas por la herramienta Analizador de datos de entrada Arena. Tomada de “Mejora del proceso de reparación de un taller de carrocería y pintura utilizando simulación de operaciones.”, por Torrejón, 2015, Tesis para el grado académico de Bachiller en Ingeniería Industrial, p.26. Pontificia Universidad Católica del Perú.

### **2.1.10. Distribución uniforme.**

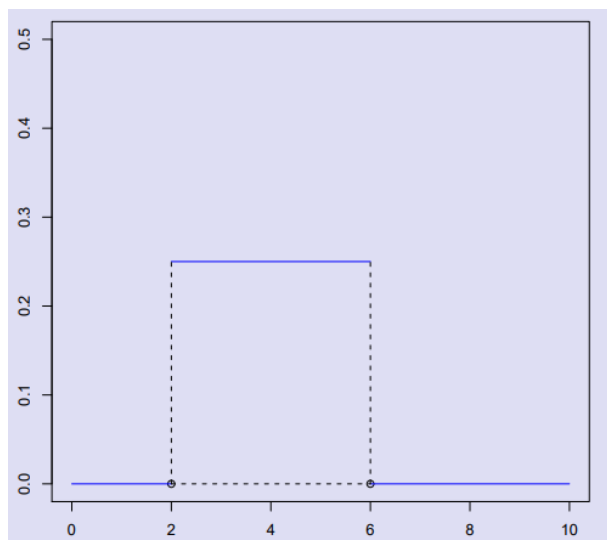
La distribución uniforme se utiliza para describir variables continuas las cuales tienen probabilidad constante que modela un rango de valores con igual probabilidad. La distribución uniforme se especifica mediante cotas inferior y superior, también se conoce como distribución rectangular.

La distribución uniforme se asocia con experimentos similares al elegir un número al azar entre los valores  $a$  y  $b$ , cuya función de densidad es:

$$f(x) = \frac{1}{b - a}, \quad x \in [a, b]$$

La gráfica de su función de densidad se muestra a continuación. (Universidad de Extremadura, 2020).

**Figura 2.23** Gráfico de distribución uniforme.



*Nota.* La figura muestra un gráfico de distribución uniforme. Tomada de “Ciencias ambientales”, por Departamento de Matemáticas, 2020. Universidad de Extremadura. Recuperado de [http://matematicas.unex.es/~mota/ciencias\\_ambientales/tema5\\_nuevo.pdf](http://matematicas.unex.es/~mota/ciencias_ambientales/tema5_nuevo.pdf)

### 2.1.11. Distribución Beta.

La distribución beta generalizada nace de manera natural para dar mayor flexibilidad al soporte acotado, donde su función de densidad es definida como:

$$f(x) = \frac{\Gamma(u+v)}{\Gamma(u)\Gamma(v)} (x)^{u-1} (1-x)^{v-1}; x \in (0,1)$$

De igual modo que en el modelo estándar, los parámetros  $u$  y  $v$  son positivos. La distribución Beta estándar es ahora una situación particular de la distribución Beta Generalizada, cuando  $(a, b)=(0,1)$ .

Si  $X$  es una variable aleatoria con distribución Beta Generalizada, entonces la notación será:  $X \sim \text{BG}_{(ab)}(u,v)$  o equivalentemente  $X \sim \text{BG}(u,v,a,b)$

### Características del modelo

Para facilitar la operabilidad del modelo, se considera que el parámetro  $b$  será escrito por  $b=a+h$ , de ese modo la densidad queda representada por:

$$f(x) = \frac{\Gamma(u+v)}{h^{u+v-1}\Gamma(u)\Gamma(v)} (x-a)^{u-1} (h-x)^{v-1}; x \in (a, a+h)$$

Los elementos siguientes son los generalmente presentados para el análisis y comparar evasiones.

Esperanza

$$E(X) = \frac{u}{u+v} h + a$$

Segundo Momento

$$E(X^2) = \frac{(u+1)u}{(u+v+1)(v+u)} h^2 + \frac{u}{u+v} 2ah + a^2$$

Varianza

$$Var(X) = \frac{(u+1)u}{(u+v+1)(v+u)} h^2 + \frac{u^2}{(u+v)^2} h^2$$

En el proceso de estimación se presenta dos de los más relevantes; el primero es el de máxima verosimilitud y el segundo es el de momentos. (SciELO, 2014)

En este proceso se asume que el parámetro  $h$  o amplitud del intervalo de los posibles valores de  $X$  es conocido.

Para el caso del estimador de máxima verosimilitud, basta resolver el sistema siguiente:

$$\begin{aligned}\psi(u) - \psi(u+v) &= \sum_{i=1}^n \frac{\ln x_i}{n} - \ln h \\ \psi(v) - \psi(u+v) &= \sum_{i=1}^n \frac{\ln(h-x_i)}{n} - \ln h\end{aligned}$$

Las estimativas por medio del método de momentos, que se representan

por  $\tilde{u}$  y  $\tilde{v}$  respectivamente, son:

$$\tilde{u} = \frac{\bar{X}^2 h - \bar{X} k}{h(k - \bar{X}^2)} \quad \text{donde} \quad k = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{n}, \quad \text{luego} \quad \tilde{v} = \frac{\tilde{u}}{\bar{X}} h - \tilde{u}$$

### 2.1.12. Distribución Lognormal.

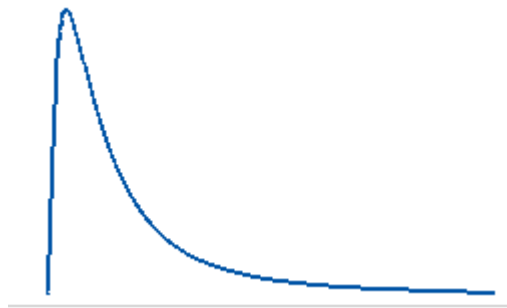
La distribución lognormal, a veces llamada distribución Galton, es una distribución de probabilidad cuyo logaritmo tiene una distribución normal.

Se utiliza cuando las variables aleatorias sean mayores que 0. Por ejemplo, la distribución lognormal se usa para el análisis de fiabilidad y en aplicaciones financieras, como modelar el comportamiento de las acciones.

La distribución lognormal es una distribución continua, se define por sus parámetros de ubicación y escala. La distribución lognormal de tres parámetros se define por sus parámetros de ubicación, escala y valor umbral. (Minitab, 2019)

La forma de la distribución lognormal es similar a la forma de las distribuciones loglogística y de Weibull. Por ejemplo, la siguiente gráfica ilustra la distribución lognormal para escala=1.0, ubicación=0.0 y valor umbral=0.0.

**Figura 2.24** *Gráfico de distribución Lognormal.*



*Nota.* La figura muestra un gráfico de distribución Lognormal. Tomada de Support Minitab 18, por Minitab, 2020. Recuperado de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/probability-distributions-and-random-data/supporting-topics/distributions/lognormal-distribution/>

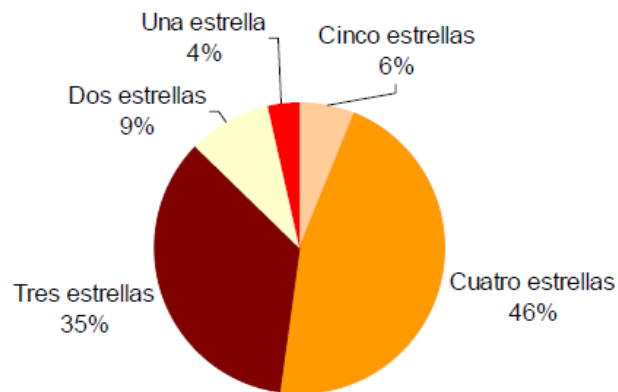
Es aplicable cuando la cantidad de interés debe ser positiva, porque  $\log( )$  solo existe cuando es positiva.

### **2.1.13. Gráfico de Pastel.**

Un gráfico de pastel o de sectores es una representación circular de las frecuencias relativas de una variable cualitativa o discreta, la cual permite de una manera sencilla y rápida, su comparación.

El círculo representa la totalidad que se desea observar y cada porción, llamadas sectores, representan la proporción de cada categoría de la variable respecto del total. Suele expresarse en porcentajes.

**Figura 2.25** *Gráfico de Pastel.*



*Nota.* La figura muestra un ejemplo de Gráfico de Pastel. Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España (2016). España: INE. Recuperado de [https://www.ine.es/explica/docs/pasos\\_tipos\\_graficos.pdf](https://www.ine.es/explica/docs/pasos_tipos_graficos.pdf)

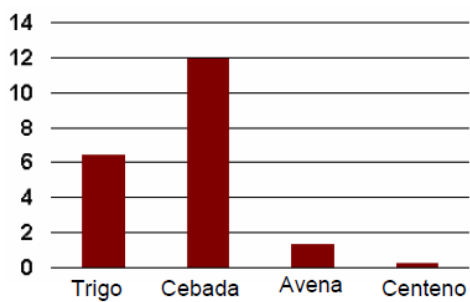
Son útiles cuando las categorías son pocas. Si el gráfico tuviera muchas variables, no aportaría casi información y sería prácticamente incomprensible. (Instituto Nacional de Estadística de España, 2014)

#### **2.1.14. Gráfico de barras**

Un gráfico de barras es una representación gráfica en un eje cartesiano de las frecuencias de una variable cualitativa o discreta.

En uno de los ejes se posiciona las distintas categorías o modalidades de la variable cualitativa o discreta (el tipo de cereal) y en el otro el valor o frecuencia de cada categoría en una determinada escala (la producción en millones de toneladas de granos), como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 2.26** *Gráfico de Barras.*



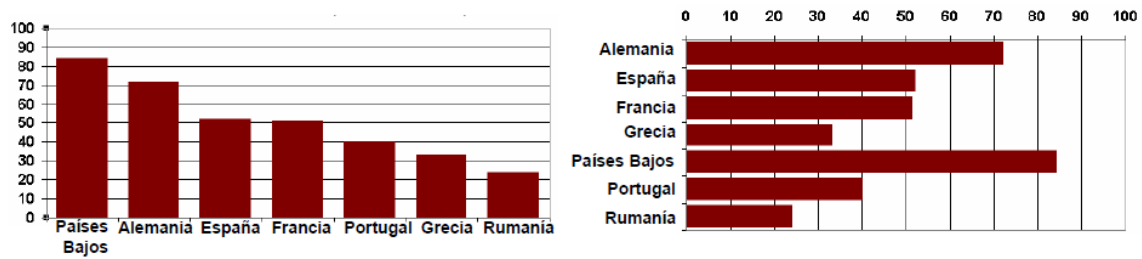
*Nota.* La figura muestra un ejemplo de Gráfico de Pastel. Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España (2016). España: INE. Recuperado de [https://www.ine.es/explica/docs/pasos\\_tipos\\_graficos.pdf](https://www.ine.es/explica/docs/pasos_tipos_graficos.pdf)

La orientación del gráfico puede ser:

- Vertical: las distintas categorías están situadas en el eje horizontal y las barras de frecuencias crecen verticalmente.
- Horizontal: las categorías se sitúan en el eje vertical y las barras crecen horizontalmente. Suelen usarse cuando hay muchas categorías o sus nombres son demasiado largos.

Las categorías pueden ordenarse alfabéticamente facilitando su búsqueda o por sus frecuencias facilitando la comparación de los datos, según se ilustra en la siguiente figura.

**Figura 2.27** Gráficos de Barras horizontales y verticales.



*Nota.* La figura muestra un ejemplo de Gráfico de Pastel. Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España (2016). España: INE. Recuperado de [https://www.ine.es/explica/docs/pasos\\_tipos\\_graficos.pdf](https://www.ine.es/explica/docs/pasos_tipos_graficos.pdf)

Los gráficos de barras se utilizan para comparar magnitudes de varias categorías y para ver la evolución en el tiempo de una magnitud. (Instituto Nacional de Estadística de España, 2014)

### 2.1.15. Tiempo estándar.

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo usando método y equipo estándar, por un trabajador quien posee la habilidad requerida, desarrollando velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

Para calcular el tiempo estándar es necesario conocer:

- Tiempo total empleado por el operario.
- Cantidad de piezas producidas.
- Porcentaje de tiempo de trabajo (80%).
- Porcentaje de tiempo inactivo (20%).
- Índice medio de actuación (90%).
- Tolerancias (20%).

El tiempo normal es parte importante del tiempo estándar, por ello es importante calcularlo previamente. La fórmula para calcular el tiempo normal es la siguiente:

$$TN = \frac{(\textit{Tiempo Total}) \times (\% \textit{Tiempo trabajado}) \times (\textit{Índice Actuación})}{\textit{Cantidad de piezas producidas}}$$

Para calcular el tiempo estándar se procede con la fórmula convencional:

$$TE = (\textit{Tiempo Normal}) + (\% \textit{tolerancias} \times \textit{Tiempo Normal})$$

La razón de producción es el inverso del tiempo estándar. (JIMDO, 2019)

#### **2.1.16. Lluvia de ideas (*Brainstorming*).**

La lluvia de ideas es una técnica de grupo con el fin de generar ideas en un ambiente relajado, cuyo objetivo es buscar ideas creativas con respecto de un tema específico.

Se utiliza cuando exista la necesidad de liberar la creatividad de los equipos de trabajo, cuando se requiera generar un número extenso de ideas, para involucrar a todos en el proceso e identificar oportunidades para mejorar.

La técnica puede ser:

- No estructurada
- Estructurada
- Silenciosa

La **técnica no estructurada** es libre, del grupo de integrantes se selecciona el facilitador que apunte las ideas.

- Se da a conocer la frase que represente el problema.
- Las ideas son escritas en el menor número de palabras posible.
- Se debe establecer un tiempo límite.
- Se fomenta la creatividad y no criticar las ideas de los otros.
- Revisar la lista para verificar su comprensión.
- Eliminar las ideas duplicadas, aspectos no negociables. Llegar al consenso sobre los problemas que parecen redundantes o no importantes.

**Técnica estructurada** se desarrolla con los integrantes sentados formando un círculo.

Las metas son iguales que en la técnica no estructurada, la diferencia consiste en que cada miembro del equipo presenta sus ideas en un formato ordenado.

**Técnica silenciosa**, las metas son similares a las técnicas anteriores. Los participantes registran sus ideas en silencio, las ponen por escrito en una hoja en la mesa y la cambia por otra hoja, de modo tal los participantes pueden crear nuevas ideas inspiradas por las ideas de los otros integrantes.

### **Interpretación.**

Se realiza una lista con las ideas que pueden ser criticadas, editadas por duplicación y clasificadas de la más importante a la menos importante.

Se plantea soluciones creativas al problema basadas en las contribuciones hechas por todos los miembros del equipo. (Calidad, 2000)

La lluvia de ideas generalmente se relaciona con:

- Diagrama de Afinidad.

- Diagrama de Causa y Efecto.
- Análisis del Campo de Fuerzas.
- Diagrama de Interrelaciones.
- Hoja de Verificación.
- Checklist para la Reunión de Datos.
- Multivotación.
- Técnica de Grupo Normal.

#### **2.1.17. Multivotación.**

La Multivotación es una técnica en grupo para reducir una larga lista de elementos a unos pocos manejables. Se debe utilizar cada vez que la técnica de lluvia de ideas o una técnica similar produce una lista larga la cual necesite reducirse.

También debe utilizarse al final de un Diagrama de Ishikawa para seleccionar las primeras causas por investigar. A continuación, se muestra un ejemplo de la técnica.

**Tabla 2.2** *Ejemplo de técnica Multivoto.*

<b>Producción diaria de Guide Wire</b>		
<b>Instrucciones:</b> A continuación se le presenta una lista de ideas consideradas como posibles causas al no cumplimiento de la meta de producción diaria, usted debe evaluar el impacto de cada ítem por medio de la asignación de puntos. Para ello cuenta con 100 puntos en total los cuales deben ser repartidos entre las causas, según su grado de importancia. Mientras mayor sea el impacto, mayor cantidad de puntos debe asignar a la causa.		
<b># Ítem</b>	<b>CAUSA</b>	<b>Puntaje Asignado</b>
<b>INFRAESTRUCTURA</b>		
1	Transporte de material innecesario o excesivo	
2	Transporte riesgoso para el material	
3	Método inapropiado de transporte	
4	Estación de trabajo sin estandarización	
5	Balance inapropiado de cargas de trabajo	
<b>MANO DE OBRA</b>		
6	Mal uso u omisión de herramientas	
7	Distracciones en el puesto de trabajo y en los pasillos	
8	Paros de producción sin causa justificada	
9	Rotación de personal	
10	Falta de entrenamiento	
11	Ausentismo o impuntualidad	
<b>MATERIALES</b>		
12	Paros de producción sin causa justificada	
13	Materiales defectuosos	
14	Materiales no llegan a tiempo	
<b>MÉTODOS</b>		
15	Transporte riesgoso para el material	
16	Método inapropiado de transporte	
17	Falta de control de la producción	
18	Cambio frecuente de lotes	
19	Manipulación inapropiada de materiales	
20	Exceso de documentación	
<b>Puesto que desempeña:</b>		
<b>Fecha:</b>		

*Nota:* Ejemplo de lista de multivotación, agrupa las causas por categorías para su evaluación. Fuente: Auto

Para utilizar esta técnica es importante seguir los siguientes pasos:

1. Revisar la lista, combinar los elementos similares, si es posible.
2. Dar a cada miembro del equipo un número de votos igual 20% o 25% del número de elementos en la lista. Se puede suministrar puntos adhesivos a los participantes para pegar en el papel al lado de los elementos que seleccionen.

3. Los miembros del equipo pueden determinar cómo distribuir sus votos: uno por elemento, un número igual de votos a varios elementos, todos los votos a un elemento, entre otras combinaciones.
4. Encerrar en un círculo los elementos que reciban el mayor número de votos.
5. Si todavía quedan más elementos de los deseados, se puede realizar una segunda ronda de votación. Utilizar únicamente los elementos señalados con mayor número de votos, técnica similar (20% o 25%) a la anterior.
6. Repetir los pasos 4 y 5 hasta tanto la lista se reduzca a los elementos deseados.
7. Nunca se debe llevar la votación hasta que quede solo un elemento. (Calidad, 2000).

#### **2.1.18. Diseño asistido por computadora (CAD).**

Diseño Asistido por Computadora es el uso de programas computacionales para crear representaciones gráficas de objetos físicos, ya sea en segunda o tercera dimensión (2D o 3D). El software CAD puede ser especializado para usos y aplicaciones específicas. CAD es ampliamente utilizado para la animación computacional, y efectos especiales en películas, publicidad y productos de diferentes industrias, donde el software realiza cálculos para determinar una forma y tamaño óptimo para una variedad de productos y aplicaciones de diseño industrial.

En diseño industrial y de productos, CAD se utiliza principalmente para la creación de modelos de superficie o sólidos en 3D, o bien, dibujos de componentes físicos basados en vectores en 2D. Sin embargo, CAD también se utiliza en los procesos de ingeniería desde el diseño conceptual y hasta el *layout* de productos, a través de fuerza y análisis dinámico de ensamblajes, hasta la definición de métodos de manufactura. Esto le permite al ingeniero analizar

interactiva y automáticamente las variantes de diseño, con el fin de encontrar el diseño óptimo para manufactura mientras se minimiza el uso de prototipos físicos.

### **Beneficios de CAD.**

Los beneficios del CAD incluyen menores costos de desarrollo de productos, aumento de la productividad, mejora en la calidad del producto y un menor tiempo de lanzamiento al Mercado.

Mejor visualización del producto final, los sub-ensambles parciales y los componentes en un sistema CAD agilizan el proceso de diseño.

El software CAD ofrece gran exactitud de forma, así se reduce los errores.

El software CAD brinda una documentación más sencilla y robusta del diseño, incluyendo geometría y dimensiones, lista de materiales, entre otros.

El software CAD permite una reutilización sencilla de diseños de datos y mejores prácticas. (Siemens, 2015)

### **2.1.19. Diagrama de Gantt.**

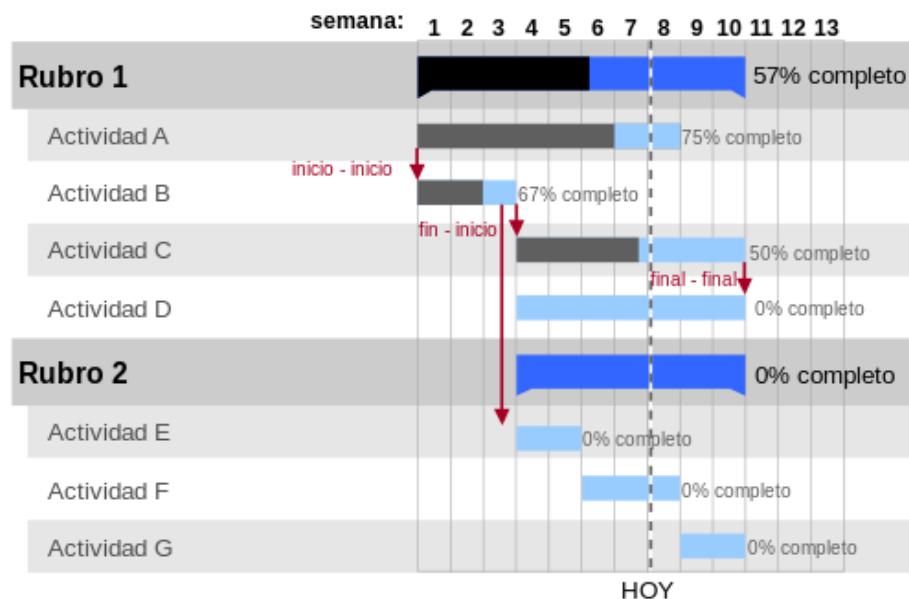
Un diagrama de Gantt es la representación gráfica del tiempo dedicado a cada una de las tareas en un proyecto concreto, siendo especialmente útil para mostrar la relación existente entre el tiempo de una tarea y la carga de trabajo que supone, además ofrece un método óptimo para visualizar la situación de un proyecto.

El diagrama de Gantt permite mostrar este desarrollo en el tiempo de las tareas de forma gráfica. Es un gráfico en el cual se muestra la duración de un conjunto de actividades.

Cada tarea es representada por una línea en cada una de las filas del diagrama, mientras las columnas representan el tiempo en distintas escalas (días, semanas, o meses del programa), dependiendo de la duración del proyecto. En cada una de las tareas la fecha de inicio y la fecha de finalización del proyecto corresponden al inicio y final (respectivamente) de la barra correspondiente a dicha actividad. Las tareas deben ser ordenadas de arriba hacia abajo en función de su fecha de comienzo.

Las tareas se pueden colocar en cadenas secuenciales o se pueden realizar simultáneamente. Si las tareas son secuenciales, la temporalización se puede confeccionar utilizando las horas de inicio y finalización de tareas, de manera que una tarea que precede a otra, o es una sub tarea de ésta, debe comenzar siempre después de la anterior. Esto se ilustra en la siguiente figura.

**Figura 2.28** *Diagrama de Gantt.*



*Nota.* La figura muestra un Diagrama de Gantt. Tomada de Aprendizaje por proyectos y TIC - Diagrama de Gantt, por Observatorio Tecnológico, 2012. Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/component/content/article/1057-aprendizaje-por-proyectos-y-tic?start=3>

### **Creación de un diagrama de Gantt.**

Una vez se tiene claro cuál es el objeto del proyecto y con qué tareas se va a cubrir, se puede proceder a realizar el diagrama de Gantt.

1. Se dibuja la planilla para el diagrama: primera columna las actividades, y primera fila la escala de tiempo.
2. Se escribe los nombres de las tareas, que no dependen de ninguna precedente, en la columna 1ª y se dibuja los bloques de tiempo en cada una de sus filas, coincidiendo el inicio del bloque con la fecha de inicio de la actividad, y la finalización con la fecha prevista para su consecución.
3. Se añade los hitos del proyecto.
4. Se agrega las actividades que dependen de las anteriores, siguiendo el criterio expuesto anteriormente, y se tiene en cuenta las dependencias existentes: Fin-inicio, inicio-inicio, final-final, y retardos.

Se repite con nuevas actividades dependientes de las anteriores. (Observatorio Tecnológico, 2012)

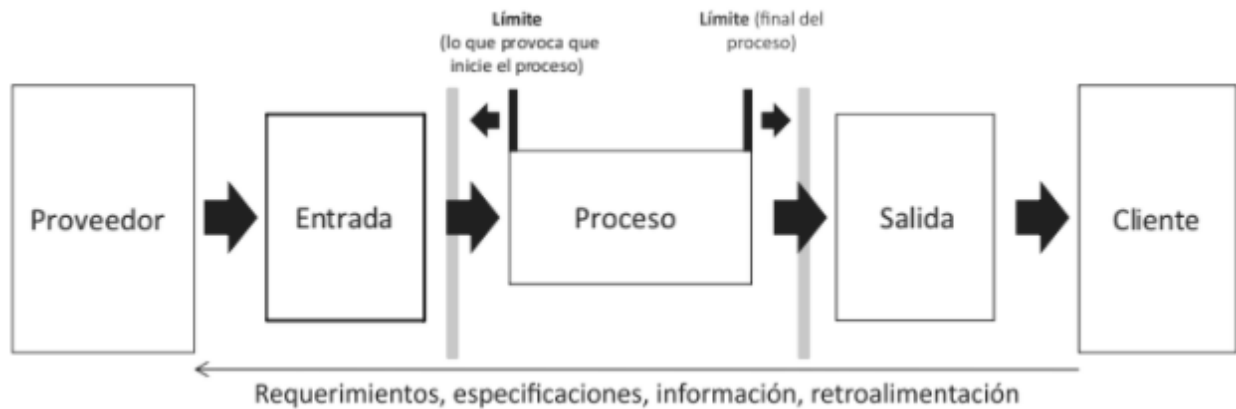
#### **2.1.20. Diagrama SIPOC.**

EL diagrama SIPOC es un mapa de procesos de alto nivel. Su nombre deriva de las siglas en inglés de las palabras *Supply* (Proveedor), *Input* (Entrada), *Process* (Proceso), *Output* (salida) y *Customer* (Cliente).

El diagrama incluye de cuatro a cinco pasos de alto nivel, estos identifican el alcance del trabajo, sin estancarse en los detalles.

También muestra los *outputs* del proceso, los clientes clave (usuarios, compradores, reguladores) de ese *output*, lo que es importante para esos clientes, los *inputs* clave (materia prima, instrucciones, un paso anterior) y los proveedores. (George, 2014).

**Figura 2.29** Diagrama SIPOC.



Nota: La figura muestra un ejemplo de Diagrama SIPOC; tomado de “Resumen ejecutivo La guía Lean Six Sigma para hacer más con menos”, por George, 2014.

Una vez las fronteras y los elementos básicos del proceso están claros, el siguiente paso consiste en reflejar en una imagen los detalles del proceso que recoge información valiosa, para ayudar a identificar y seleccionar acciones de mejora. Piense en estos Mapas de la Cadena de Valor como diagramas con datos. Muestran tanto la secuencia de acciones de un proceso como datos sobre el flujo de material, flujo de información, inventarios, tiempos de proceso, tiempos de preparación y retrasos.

### **2.1.21. Metodología SMED.**

SMED por sus siglas en inglés (*Single-Minute Exchange of Dies*), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales. (Matías y Vizán, 2013, p. 42)

Es una metodología clara, fácil de aplicar y consigue resultados rápidos y positivos, generalmente con poca inversión, aunque requiere método y constancia en el propósito.

Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de técnicas y útiles. Los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones. Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas se encuentran a plena capacidad, una opción para aumentarla, sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio y preparación.

SMED hace uso de las técnicas de calidad para resolución de problemas como el análisis de Pareto, las seis preguntas clásicas ¿Qué? – ¿Cómo? – ¿Dónde? – ¿Quién? – ¿Cuándo? y los respectivos ¿Por qué? Todas estas técnicas se usan para los efectos de detectar posibilidades de cambio, simplificación o eliminación de tareas de preparación a partir de identificar la causa raíz que determina tiempos elevados de preparación o cambio de técnicas. En este sentido conviene tener presente las posibles causas que originan elevados de cambio:

- La terminación de la preparación es incierta.
- No se ha estandarizado el procedimiento de preparación.
- Utilización de equipos inadecuados.
- No haber aplicado la mejora a las actividades de preparación.
- Los materiales, las técnicas y las plantillas no están dispuestos antes del comienzo de las operaciones de preparación.
- Las actividades de acoplamiento y separación duran demasiado.
- Número de operaciones de ajuste elevado.
- Las actividades de preparación no han sido adecuadamente evaluadas.

- Variaciones en los tiempos de preparación de las máquinas.

Para llevar a cabo una acción SMED, las empresas deben acometer estudios de tiempos y movimientos relacionados específicamente con las actividades de preparación. (Matías y Vizán, 2013, p. 42)

Estos estudios suelen encuadrarse en cuatro fases bien diferenciadas:

### **Diferenciación de la preparación externa y la interna.**

Por preparación interna, se entiende todas aquellas actividades las cuales para poder efectuarlas requieren que la máquina se detenga. En tanto la preparación externa se refiere a las actividades que pueden llevarse a cabo mientras la máquina funciona. El principal objetivo de esta fase es separar la preparación interna de la preparación externa, y convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa.

### **Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones.**

Las preparaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo. A tales efectos se consideran clave para la mejora continua.

### **Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo.**

Esta fase debe enfocarse a la mejora del equipo.

Organizar las preparaciones externas y modificar el equipo de forma tal que puedan seleccionarse distintas preparaciones de forma asistida.

Modificar la estructura del equipo o diseñar técnicas que permitan una reducción de la preparación y de la puesta en marcha.

Incorporar a las máquinas dispositivos los cuales permitan fijar la altura o la posición de elementos como troqueles o plantillas mediante el uso de sistemas automáticos.

### **Preparación Cero.**

El tiempo ideal de preparación es cero, por lo tanto, el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas, y el diseño de dispositivos flexibles para productos pertenecientes a la familia. Los beneficios de la aplicación de las técnicas SMED se traducen en una mayor capacidad de respuesta rápida a los cambios en la demanda (mayor flexibilidad de la línea), permitiendo la aplicación posterior de los principios y técnicas Lean, como el flujo pieza a pieza, la producción mezclada o la producción nivelada. (Matías y Vizán, 2013, p. 44)

### **2.1.22. ECRS.**

Cuando de trabajo se trata, realizar un producto o servicio más rápido, mejor y más barato, supone que la secuencia de actividades debería estar integrada por actividades que agreguen valor y acerquen a la satisfacción del cliente, en muchos de esos casos hay oportunidades de optimizar los procesos. (Jiménez, 2018)

Un enfoque para generar ideas prácticas con el fin de mejorar los procesos, es el marco de ECRS, significa:

**Eliminar.** En esta acción, es importante identificar los pasos que pueden ser rápidamente eliminados. Donde sea posible, se debe eliminar los detalles innecesarios del trabajo.

**Combinar.** Cuando el trabajo no puede ser eliminado, entonces se tratará de combinar.

En esta acción, la fase Combinar aborda el ¿quién?, ¿dónde? y ¿cuándo?

**Reorganizar.** El trabajo también puede ser reorganizado.

**Simplificar.** Una buena regla general, independientemente de la situación es simplificar todos los modos. Por supuesto, se quiere eliminar en primer lugar, pero si no es así, combinar, reorganizar y simplificar será útil.

### 2.1.23. Retorno de la Inversión (ROI).

El retorno de la inversión (ROI) es un indicador, este permite evaluar la rentabilidad de una inversión con base en el capital destinado y al beneficio obtenido.

El retorno de la inversión es entonces una herramienta para analizar si un proyecto o empresa reporta una utilidad. (Westreicher, 2020)

Para calcular el ROI, en el numerador se coloca el beneficio (conseguido o esperado), mientras en el denominador se coloca la inversión.

$$ROI = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Inversión}} = \frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}}$$

El beneficio puede provenir del dato del beneficio neto en el estado de resultados, en el caso de estar analizando una empresa. Sin embargo, se puede también calcularlo restando los ingresos (de un proyecto o compañía) menos la inversión realizada.

En cuanto a la interpretación del resultado, si el indicador es menor a 0, la inversión no es rentable. En cambio, si es mayor a 0, significa que sí se está reportando una ganancia.

## **2.2. Identificación de la empresa.**

Abbott Medical es líder en el desarrollo, la fabricación y la comercialización de tecnologías innovadoras para transformar el tratamiento de algunas de las enfermedades epidémicas más caras del mundo, con la intención de reducir los costos de atención y así mejorar y salvar millones de vidas. Abbott, fabricante de tecnología médica para tratar problemas cardiacos tales como: insuficiencias cardíacas, arritmias, enfermedades vasculares, corazón estructural, y otros problemas de la salud como dolor crónico y enfermedades neurológicas.

Abbott Medical tiene su sede central en Chicago, Illinois, Estados Unidos y cuenta con 14 plantas alrededor del mundo.

Abbott ofrece capacidades amplias y exclusivas de producción y nuevas soluciones tecnológicas para hospitales con el fin de mejorar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Al trabajar con sus clientes para integrar tecnologías Abbott Medical se perfila como el socio de elección para mejorar la salud del paciente, los resultados clínicos y la gestión del costo, la eficacia y eficiencia del prestador sanitario.

### **2.2.1. Misión, Visión y Política de Calidad de la Empresa**

#### **Misión**

“Proporcionar liderazgo estratégico, innovación y servicio para mejorar las vidas de nuestros pacientes y clientes, asegurando su confianza a través de nuestros productos y servicios.”(Abbott, 2019)

## **Visión**

“Forjamos nuestro futuro agregando su valor continuamente a través de nuestros productos.” (Abbott, 2019)

## **Política de Calidad**

“Fabricado como si fuera para mi familia”. (Abbott, 2019)

### **2.2.2. Antecedentes históricos**

Abbott fue fundada en 1876 en Chicago, Illinois, Estados Unidos, como un fabricante gránulos y pastillas pequeñas que permiten una determinación más exactos y más efectivos tratamientos, utilizando los elementos activos de plantas medicinales, pionero de válvulas cardiacas mecánicas implantables. El innovador diseño de la válvula del corazón, se convirtió en el estándar de oro “para las válvulas cardiacas mecánicas”.

Abbott ha seguido creciendo como líder global en tecnología de dispositivos cardiacos y neurológicos, ampliando el portafolio de productos a través del desarrollo interno y adquisiciones estratégicas.

El inicio de las operaciones de Abbott de Costa Rica tiene lugar en Globalpark en el año 2010, paralelamente a esto, se había iniciado la construcción de la planta en Costa Rica ubicada en Zona Franca Coyol; sus oficinas ubicadas en Globalpark, donde inician sus primeras operaciones de contratación y selección de personal se trasladan a Zona Franca Coyol a su planta, en donde inician las operaciones de manufactura que se han realizado hasta el momento.

### 2.2.3. Ubicación geográfica

Abbott Medical Costa Rica se localiza en El Coyol de Alajuela, en el Parque Industrial Zona Franca Coyol S.A., en el Edificio #44B, Calle 0, Avenida 2.

**Figura 2.30** *Planta de Abbott Medical Costa Rica.*

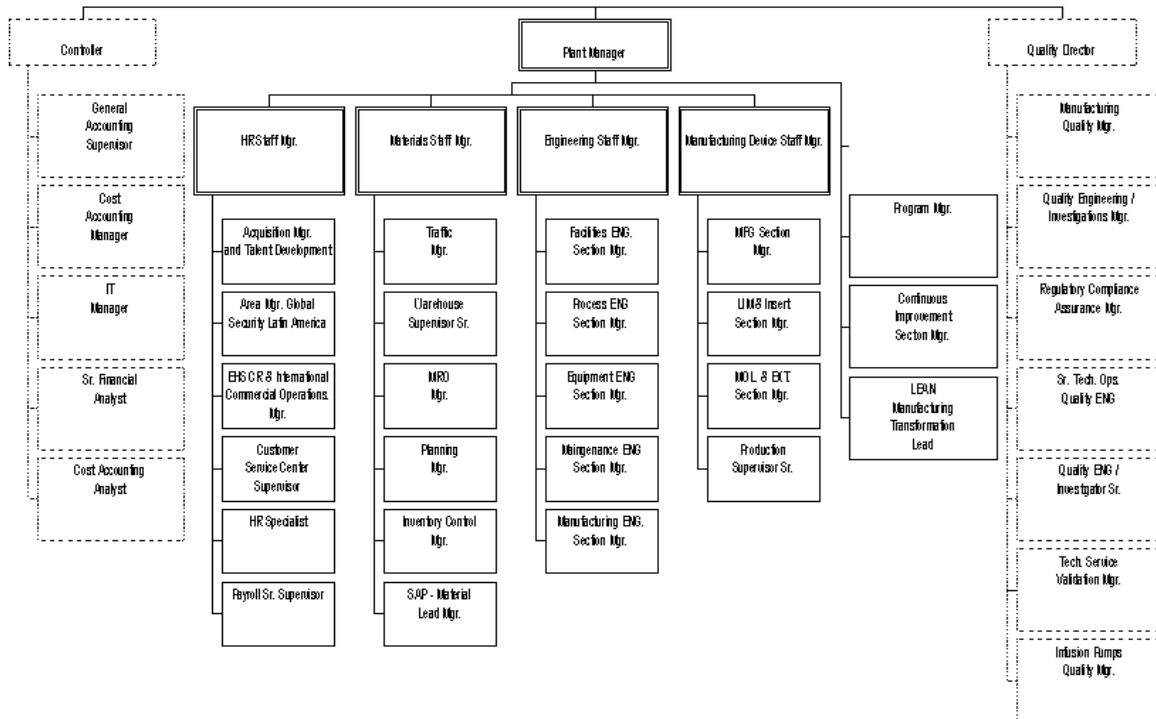


*Nota:* La figura muestra las instalaciones de Abbott Medical Costa Rica. Fuente: Centro de Documentación Abbott Medical, 2020.

### 2.2.4. Estructura organizacional

La estructura organizativa de la empresa se encuentre dividida según el organigrama presente a continuación:

**Figura 2.31** Estructura Organizacional de Abbott Medical Costa Rica.



*Nota:* La figura muestra la estructura organizacional de Abbott Medical Costa Rica.  
Fuente: Centro de Documentación Abbott Medical, 2020.

### 2.2.5. Cantidad de empleados

Abbott Medical Costa Rica cuenta con 2429 empleados en total, los cuales se distribuyen en las áreas que se muestra en la tabla 2.3. El sitio de Steerable es el área de manufactura en donde se realizará el proyecto. Esta sección de la planta cuenta con 124 funcionarios, los cuales se distribuyen en partes iguales entre ambos turnos.

**Tabla 2.3** *Distribución de funcionarios por área.*

Áreas funcionales	Cantidad de funcionarios
Área Administrativa	110
Ingeniería	
Calidad	34
Facilidades	30
Mantenimiento	30
Manufactura	42
Cadena de suministro	
Compras	12
Incoming	25
Bodega	30
Planning	12
Producción	
Catéteres de Ablación Tacticath	750
Válvulas Biológicas Aortica Pórtico	240
Válvulas Biológicas Aortica Trifecta	210
Catéteres de diagnóstico Pressure Wire	190
Catéteres de ablación Flexability	170
Catéteres de diagnóstico auricular Steerable	124
Dispositivos de Fibrilación Inquiry	90
Dispositivos de Fibrilación EnligHT	80
Dispositivos de Cierre Vascular Femoseal	50
Dispositivos de Cierre Vascular Angio Seal	50
Dispositivos de Cierre Vascular Amplaster	50
Dispositivos de Punción BRK	50
Dispositivos de medición y control	40
Entrenamiento	40

*Nota:* La tabla muestra la Distribución de Funcionarios por áreas en Abbott Medical Costa Rica. Fuente: Centro de Documentación Abbott Medical, 2020.

### 2.2.6. Tipos de Productos

La planta en Costa Rica está dedicada a la fabricación productos hospitalarios, entre ellos:

- Válvulas biológicas Aórticas.
- Catéteres de diagnóstico.
- Catéteres de Ablación.

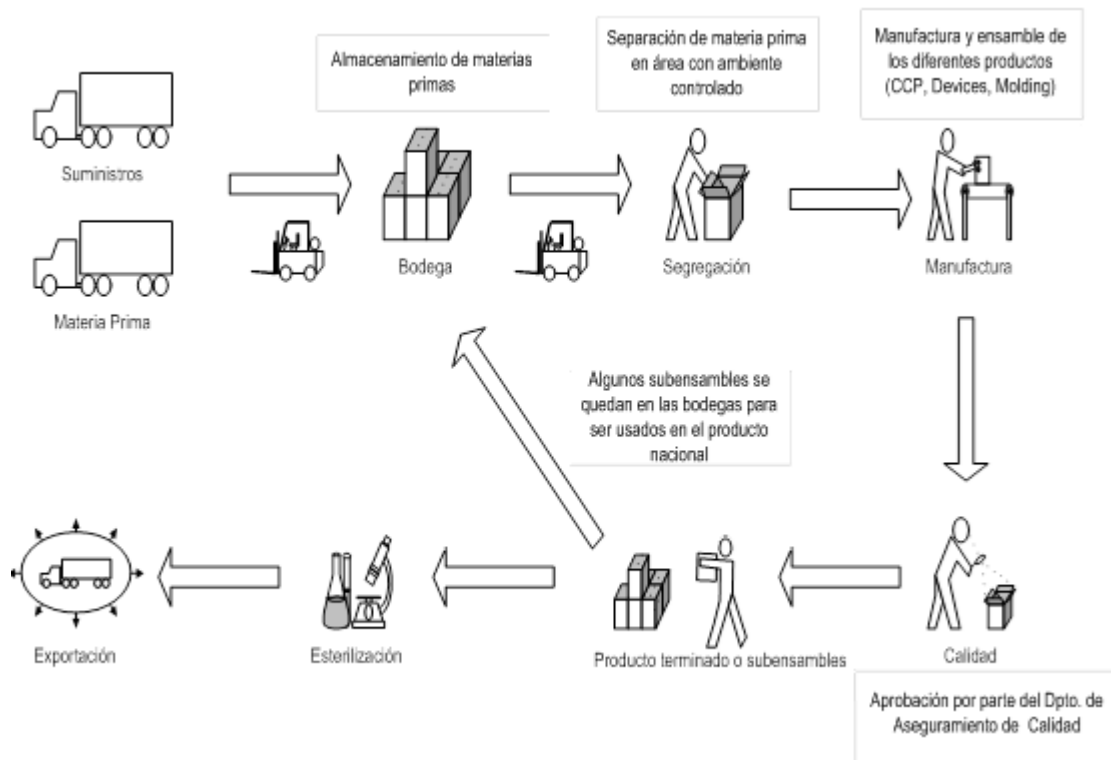
- Dispositivos de cierre vascular.
- Dispositivos de punción.
- Fibrilación.

Para el caso concreto de esta planta, los productos que se fabrican van dirigidos a todas las personas, desde un niño recién nacido hasta el adulto mayor.

### 2.2.7. Descripción general del proceso productivo

A continuación, se muestra un esquema del proceso productivo general de la empresa.

**Figura 2.32** *Proceso Productivo de Abbott Medical Costa Rica.*



*Nota:* La figura muestra el Proceso Productivo de Abbott Medical Costa Rica. Fuente: Centro de Documentación Abbott Medical, 2020.

El proceso productivo de Abbott Medical inicia con la obtención de insumos, a través de proveedores locales y extranjeros, los cuales realizan las entregas en el almacén de materias primas. Toda la materia prima es separada dentro de un ambiente controlado, con la intención de evitar la contaminación, las mezclas de material y dar un proceso de identificación. A todo este material se le realiza pruebas de calidad para su aceptación. Una vez superada esta etapa, las materias primas son procesadas bajo estrictos controles para cumplir con los estándares de calidad, para transformarlas en una amplia gama de dispositivos médicos de alta tecnología. Los insumos procesados que se convierten en materia prima para otro proceso se almacenan hasta su nueva disposición. El producto terminado continúa a la etapa de esterilización, para finalmente ser exportado al mercado internacional.

El presente trabajo se desarrolla en el área de manufactura de Steerable, en la cual se construye catéteres de diagnóstico para enfermedades cardíacas, por esta razón se explica con detalle este proceso a continuación.

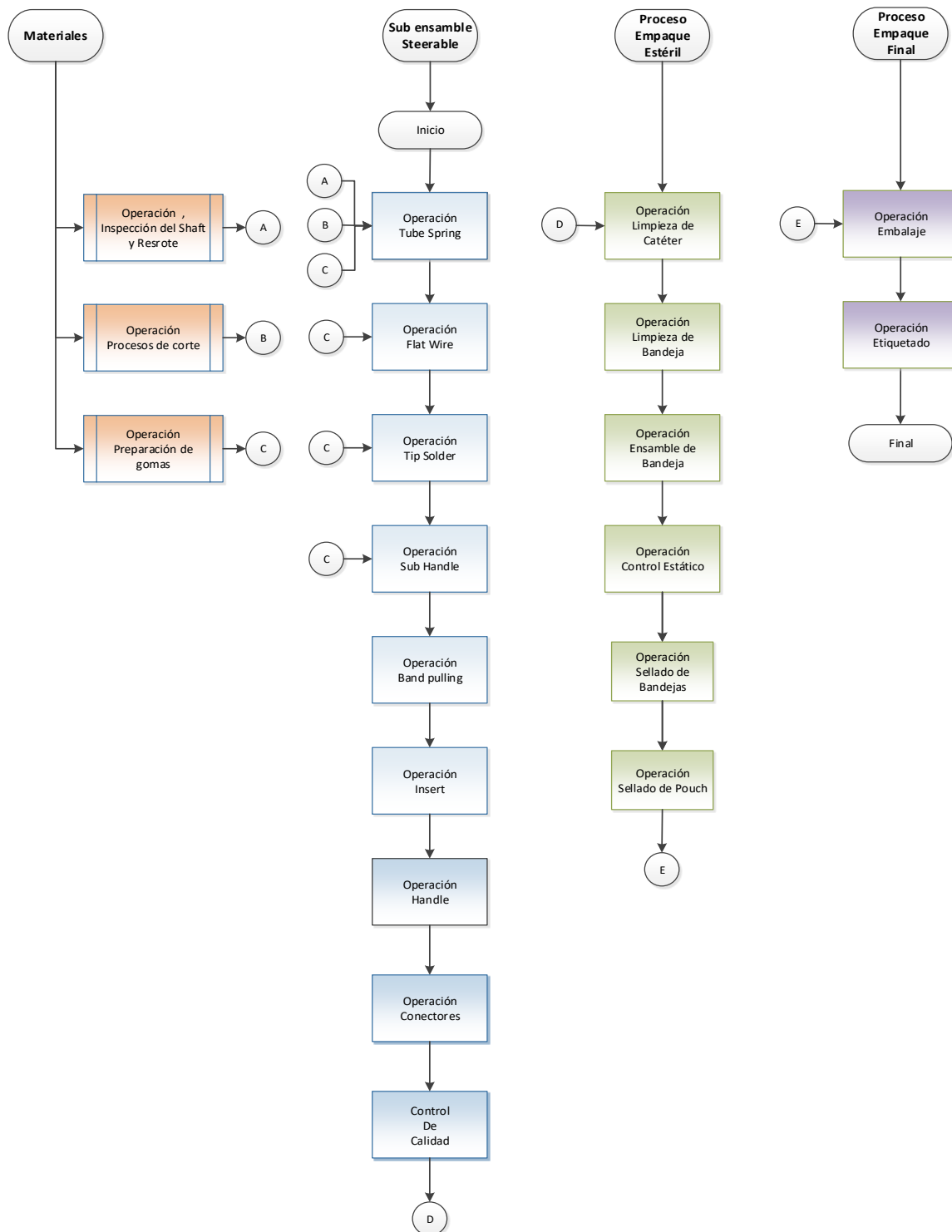
### **2.2.8. Proceso Productivo de Catéteres de Diagnóstico Steerable**

El proceso de producción de los catéteres de diagnóstico es un proceso manual, en donde se manipula partes muy pequeñas, por ello una de las herramientas más importantes es el microscopio estéreo. Adicionalmente se requiere accesorios como pinzas, escalpelos, agujas, cortadoras de cable y cautín.

El proceso inicia en la sección de manufactura llamada sub ensamblajes, la cual está formada por nueve áreas: El área de Tube Spring, Flat Wire, Band Pulling, Insert, Conectores, Tip Solder, Sub Handle, Handle y QC. En la segunda parte este proceso se compone por empaque estéril y empaque final.

Como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 2.33** Diagrama de flujo del proceso de Steerable.



*Nota.* La imagen es una representación gráfica del flujo del proceso de Steerable. Fuente: Autor.

### **Capítulo III. Marco Metodológico.**

### **3.1. Enfoque de la investigación.**

La investigación en desarrollo tiene un enfoque mixto, por ello permite técnicas tanto del tipo cualitativo como cuantitativo.

El método de observación es realmente importante para poder plantear un panorama general de la situación de la empresa, esto debido a que, por la naturaleza de las funciones desarrolladas, no se puede generalizar, debe realizarse un estudio de manera más minuciosa.

Además, se aplica las herramientas ingenieriles que consientan la medición y segmentación de los datos recolectados, con el fin de emitir conclusiones las cuales permitan mejorar la problemática detectada.

Este enfoque admite realizar el análisis interno de la empresa para poder generar la información necesaria, y esta contribuya a establecer el plan de mejora en la metodología de trabajo actual del departamento en análisis, además de demostrar cuantificablemente el impacto económico que genera la implementación de las mejoras.

### **3.2. Tipo de Investigación.**

Según las características de la investigación, es de tipo exploratoria, descriptiva y explicativa.

Exploratoria porque permite analizar el proceso en estudio, con el objetivo de lograr un panorama más amplio al tener acceso a las particularidades de cada función, por tal motivo, la información recolectada se apega más a la realidad.

Descriptiva por cuanto puede referirse a las circunstancias encargadas de generar que el proceso no fluya correctamente, procurando altos criterios de objetividad. Explicativo, pues el

objetivo de la investigación es dar respuesta a las causas generadoras de la problemática detectada en la empresa.

### **3.3. Sujetos y Fuentes de información.**

#### **3.3.1. Sujetos de información.**

Para el desarrollo del contenido, se cuenta con la participación del personal del Departamento de Manufactura, quienes se encargan de explicar en detalle las funciones por ejecutar en cada puesto que conforma el proceso.

También se obtiene información por parte de los Departamentos de Manufactura y Mantenimiento, pues son los encargados de realizar los filtros de información necesarios para obtener los históricos de producción y de las intervenciones de los equipos, con el fin de realizar las comparaciones entre los periodos.

Por otro lado, como parte fundamental para la recolección de información se realiza visitas al lugar, el propósito es poder visualizar el proceso. Por último, un grupo multidisciplinario participa del proceso externando los puntos de vista que creyeron necesarios tomar en cuenta para el desarrollo de la investigación.

#### **3.3.2. Fuentes de información.**

La recolección de la información se realiza de diversas maneras en las cuales tiene participación el personal de las distintas áreas cuya relación es directa con el departamento, o bien, con el tipo de información requerida para realizar el estudio en curso.

Con el propósito de lograr establecer el flujo actual del proceso, en primer lugar se basa en la observación y posteriormente se realiza entrevistas a cada uno de los ejecutivos quienes desempeñan los diferentes puestos.

Una de las fuentes más importantes que permite realizar el análisis de los datos históricos de producción y de las averías de los equipos, es la generación de los reportes por medio de los encargados de los Departamentos de Manufactura y Mantenimiento.

Adicionalmente, el tema financiero se puede constatar con el Departamento de Finanzas, quienes brindan el detalle de los costos asumidos por la empresa referentes a los diferentes rubros relacionados con el tema en desarrollo.

### **3.4. Variables de la investigación.**

En toda investigación es importante existan variables, pues ayudan a sintetizar conceptualmente cuanto se desea conocer y establecen el objetivo de la investigación.

Las variables son propiedades que fluctúan y cuyas variaciones son susceptibles de medirse u observarse. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.105)

En la siguiente tabla se detalla las variables de la investigación:

**Tabla 3.1** Variables de la investigación.

Objetivo específico	Variable	Descripción	Fuente	Herramientas
Identificar las causas que provocan las pérdidas productivas de la línea.	Diagnóstico de la situación actual.	Generar reporte histórico de producción mensual.	Departamento de Manufactura.	Excel
		Determinar posibles causas que provocan el no cumplimiento de la meta.	Equipo Multidisciplinario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesión lluvia de ideas.</li> <li>• Técnica multivoto.</li> </ul>
		Levantamiento de planos de la distribución actual.	Departamento de Facilidades.	AutoCad.
		Caracterización principales desperdicios (Mudas) por estación de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de campo.</li> <li>• Departamento de Manufactura.</li> <li>• Departamento de Mantenimiento.</li> <li>• Simulación del proceso.</li> <li>• Análisis SMED.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de tiempos (Time Pro) y recorridos.</li> <li>• Indicadores de producción.</li> <li>• Histórico de mantenimiento.</li> <li>• Software Arena.</li> <li>• SMED.</li> </ul>
Analizar las causas que inciden en la reducción de la productividad del área en estudio	Causas que intervienen en la reducción de productividad.	Analizar resultados de producción mensual.	Departamento de Manufactura.	Índice de Productividad.
		Someter a votación la lista de los motivos que dificultan el alcance de la meta.	Equipo Multidisciplinario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnica multivoto.</li> <li>• Gráfico Pareto.</li> </ul>
		Agrupado de causa por afinidad.	Equipo Multidisciplinario.	Diagrama Causa y efecto.
		Analizar resultados de la Simulación.	Software Arena	Reporte de Simulación.
Proponer mejoras que conlleven al aumento de productividad de la línea.	Propuestas de mejoras que faciliten el aumento de la productividad.	Analizar resultados de SMED.	SMED	Método ECRS.
		Plantear técnicas y/o herramientas para eliminar causas de mayor impacto en el no cumplimiento de la meta de producción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados de técnica de multivotación.</li> <li>• Análisis de gráfico Pareto.</li> <li>• Reporte de Simulación.</li> <li>• Análisis ECRS.</li> </ul>	Modificar actividades que contribuyan a la salida de material conforme.
		Formular la eliminación de mudas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de Simulación.</li> <li>• Análisis ECRS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificar métodos que contribuyan al incremento de la capacidad de producción.</li> <li>• Reducción de tiempo de paro en equipo de sellado. (SMED / ECRS)</li> </ul>
		Determinar el impacto económico que tiene la implementación de la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevo índice de productividad.</li> <li>• Incremento en capacidad de producción.</li> <li>• Reducción de retrabajos.</li> <li>• Reducción de unidades desechadas.</li> <li>• Reducción de tiempos de paro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo del índice de productividad.</li> <li>• Reporte de Simulación.</li> <li>• SMED.</li> </ul>

*Nota:* La tabla describe la cronología en que se va a desarrollar el proyecto, así como las técnicas por utilizar, según los objetivos específicos. Fuente: Autor.

### 3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

Para realizar un análisis inicial del proceso de Steerable, es necesario un entendimiento más profundo del proceso, con el fin de comprender cuáles son las áreas más importantes para su actividad y analizar su desempeño.

Para desarrollar la investigación en curso se plantea tareas y se establece fechas para lograr cumplir a cabalidad con los objetivos (ver apéndice 16).

**Tabla 3. 1** Descripción cronológica.

Nombre de tarea	Comienzo	Fin
Identificación de la problemática	10/19/20	10/24/20
Observación analítica del proceso	10/26/20	10/28/20
Presentación preliminar del anteproyecto	10/29/20	10/29/20
Reunión inicial con involucrados en el proceso	10/29/20	10/30/20
Desarrollo de capítulo 1	11/02/20	11/07/20
Sesión grupal con colaboradores del area de Steerable	11/02/20	11/04/20
Recolección de datos de produccion y mantenimiento	11/05/20	11/06/20
Correcciones del capítulo 1	11/09/20	11/09/20
Recolección de datos en sitio	11/09/20	11/11/20
Desarrollo del capítulo 2 (Marco Teórico)	11/11/20	11/14/20
Revisión capítulo 2	11/16/20	11/17/20
Correcciones del capítulo 2	11/17/20	11/17/20
Desarrollo capítulo 3 (Metología)	11/17/20	11/21/20
Revisión y correcciones del capítulo 3	11/22/20	11/23/20
Análisis de la información recolectada del proceso	11/24/20	11/28/20
Desarrollo de capítulo 4 (Situación Actual)	11/29/20	12/19/20
Revisión y correcciones del capítulo 4	12/20/20	12/21/20
Desarrollo de capítulo 5 (Alternativas de Solución)	12/22/20	12/31/20
Revisión y correcciones del capítulo 5	01/01/21	01/03/21
Desarrollo de capítulo 6 (Conclusiones y Recomendaciones)	01/04/21	01/06/21
Revisión y correcciones del capítulo 6	01/07/21	01/08/21
Desarrollo de Bibliografía y apéndices	01/09/21	01/11/21
Revisión final del documento	01/12/21	01/13/21
Correcciones finales del documento	01/14/21	01/16/21
Entrega al director de carrera - finalización	01/25/21	01/25/21

*Nota:* La tabla describe el orden cronológico de las tareas por desarrollar en el proyecto.

Fuente: Autor.

Tal y como se indica en la tabla anterior, se inicia el estudio con el análisis de la situación presentada, debido a la necesidad que posee la unidad de negocio de mejorar la productividad de la línea de empaque estéril. Una vez definida de forma preliminar la situación del área de empaque estéril, se procede a realizar una observación analítica del proceso, tomando en

consideración cada una de las etapas y elementos responsables para el proceso de empaque estéril, con el fin de obtener una visión clara de las actividades que conlleva y los factores generales, los cuales pueden influir en él. A la vez, se define los datos históricos necesarios para realizar el estudio, basándose en los niveles de producción del periodo comprendido entre julio 2019 y junio 2020.

Inicialmente se plantea la coordinación de una serie de reuniones en donde se convoque a los colaboradores involucrados en el proceso de empaque estéril, por tener mayor conocimiento de las actividades en los diversos procesos que conlleva el empaque de los catéteres. Posteriormente se procede a una reunión con los Supervisores de Manufactura del área, quienes brindan información muy puntual, tanto de la situación por la cual atraviesan, como de las generalidades. Entre la información recopilada en dicha sesión está: la cantidad de empleados, organigrama, cronograma de visitas, entre otros.

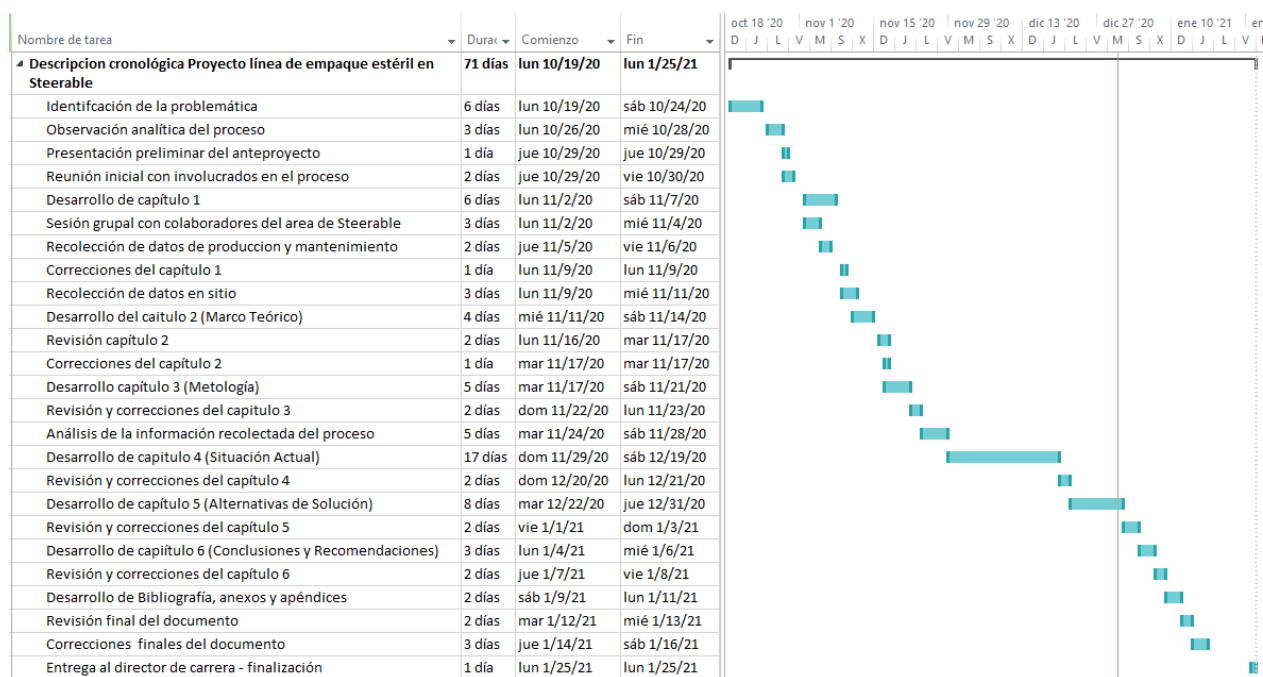
También se coordina una reunión con la Encargada Financiera del centro de costo de Steerable, con el fin de recopilar información sobre los datos financieros de interés, los cuales generan impacto para el área y la empresa como tal.

Adicionalmente se coordina con el Departamento de Mantenimiento, para poder tener acceso a la información de las intervenciones efectuadas a los equipos en relación con el estudio.

Toda información obtenida se trata ingenierilmente, con el fin de exponer la situación diagnosticada de manera preliminar y tomar en cuenta todos los criterios y opiniones de los convocados mediante la aplicación de una lluvia de ideas, la cual es una herramienta de trabajo grupal y facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado.

Mediante la aplicación de herramientas como el multivoto, diagramas de causa y efecto, y con base en los datos históricos obtenidos, se busca establecer las causas más relevantes para el análisis de la problemática, reflejándolas de una forma simplificada, de manera tal se logra establecer de una manera sencilla su relación con la problemática presentada.

Figura 3.1 *Diagrama de Gantt.*



*Nota.* La imagen muestra el Gantt correspondiente al Proyecto en la línea de empaque estéril de Steerable. Fuente: Autor.

## **Capítulo IV. Análisis de Resultados.**

#### **4.1. Análisis de la situación actual.**

Para el desarrollo del diagnóstico de la situación actual de la línea de empaque estéril de Steerable, se ejecuta actividades en las cuales se emplea distintas herramientas ingenieriles. Se resumen a continuación.

Se realiza un análisis de la meta versus la producción mensual que tiene la línea de empaque estéril, para evidenciar la problemática actual que presenta la empresa en el área de Steerable.

Se efectúa una sesión de lluvia de ideas para determinar todas las posibles causas que provocan el no cumplimiento de la meta, como criterio experto se involucra: operarios, técnicos de calidad, técnicos de mantenimiento, Supervisor de Producción, Ingeniero de Manufactura, entrenadores y Técnico de Ingeniería de Manufactura. Estas causas se agrupan en un diagrama de Ishikawa para su valoración por afinidad.

Se utiliza la técnica de multivoto para someter a votación los motivos que dificultan el alcance de la meta, se toma el criterio experto de trece personas de las áreas de producción, entrenamiento, Departamento de Calidad, Departamento de Ingeniería y Departamento de Mantenimiento. La lista de causas se agrupa por categorías y se asigna un total de cien puntos por distribuir entre ellas, según criterio de los participantes.

Se realiza levantamiento de planos de la distribución actual con la herramienta AutoCad, para obtener una representación gráfica de la ubicación y dimensiones de las áreas de producción, así como del mobiliario utilizado en las estaciones de trabajo.

Se efectúa el cálculo de las distancias recorridas utilizando el AutoCad.

Se utiliza un software Time Pro para la toma de tiempos en las tareas y recorridos de cada una de las operaciones.

Se realiza una corrida de la situación actual mediante el software de simulación Arena, para analizar el impacto de la documentación en la línea de empaque estéril.

Se lleva a cabo análisis SMED del proceso de cambio de la junta de sellado, en la máquina selladora de blísteres.

De esta manera se resume las principales tareas del análisis de la situación actual, las cuales se realizan en un plazo de 63 días naturales.

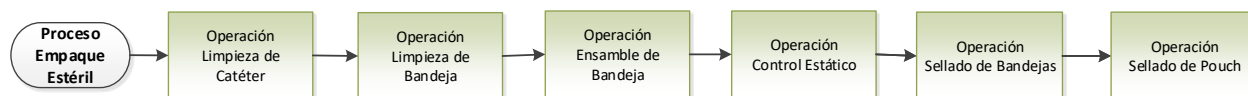
#### **4.1.1. Descripción detallada del proceso.**

El desarrollo del estudio se da en el área de manufactura de catéteres de diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardíacas, específicamente en la sección de Steerable.

En esta sección de la planta, la jornada de manufactura está dividida en dos turnos: El primer turno es de 9.5 horas, desarrollado desde las 6:00 am hasta las 3:30 pm, de lunes a viernes, y el segundo turno, de lunes a sábado, iniciando desde las 3:30 pm hasta las 10:00 pm, con una duración de 6.5 horas, y los sábados desde las 8:00 am hasta las 3:30 pm.

El empaque estéril se desarrolla en una línea, la cual se compone por siete operaciones. Se describen gráficamente en la siguiente figura.

**Figura 4.1** Diagrama de flujo del proceso de Steerable.



*Nota.* La imagen es una representación gráfica del flujo del proceso de la línea de empaque estéril. Fuente: Autor.

La producción de Steerable inicia con las técnicas asépticas de vestimenta estéril y el lavado de manos. En las estaciones de trabajo se debe realizar la sanitización del área previo a la manipulación de los materiales. Adicionalmente, se debe actualizar la documentación con los números de parte, fechas de caducidad y lotes de fabricación de los materiales, así como la fecha de utilización, turno y nombre de la persona quien realiza la operación.

Limpieza de Catéter: en esta estación inicia el proceso de empaque estéril, los catéteres ensamblados se almacenan y transportan en bandejas de policarbonato, debidamente identificados por una etiqueta, la cual contiene la información general del lote en proceso, y con las unidades viaja el Registro Histórico de los Dispositivos. Lo anterior se muestra en la siguiente figura.

**Figura 4.2** Elementos de identificación del lote en proceso.



*Nota.* Ejemplos de Elementos de identificación del lote en proceso. Fuente: Autor.

Con ayuda de una aspiradora se realiza la remoción de partículas o cualquier elemento alojado en el conector del Handle, con una toalla impregnada en Isopropanol se lleva a cabo la desinfección del catéter y el Handle.

Una vez terminada la limpieza, los catéteres se colocan en otra bandeja de policarbonato para trasladarlos a la siguiente estación.

Limpieza de Blíster: los blísteres son recipientes plásticos preformados, en ellos se empaca los catéteres. Cada blíster es sometido a un proceso de limpieza con Isopropanol, con el fin de eliminar cualquier foco microbiano localizado en él.

Los blísteres desinfectados se colocan uno sobre otro, hasta formar una torre de 10 unidades. Posteriormente el operario traslada manualmente los blísteres y los almacenan en los estantes de la siguiente estación.

**Figura 4.3** *Blíster sanitizados y apilados.*



*Nota.* La imagen muestra material de empaque sanitizado y listo para emplearse en la operación. Fuente: Autor.

Ensamble de Blíster: en esta estación se coloca cuidadosamente el catéter en el blíster para evitar daños en el primero. Una vez colocado dentro del blíster el catéter se inmoviliza con bloques de espuma.

**Figura 4.4** *Catéter ensamblado en Blíster.*

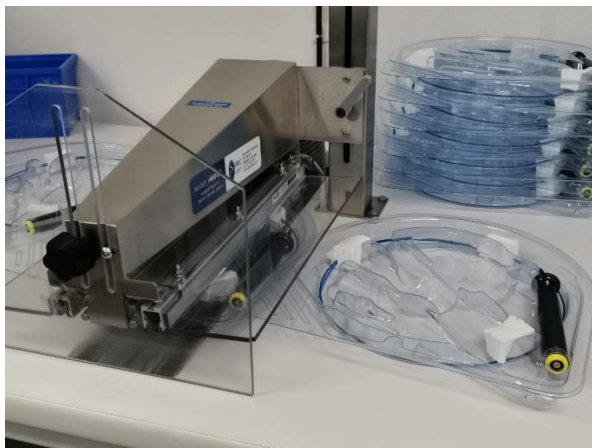


*Nota.* La imagen muestra catéter ensamblado en Blíster. Fuente: Autor.

Los catéteres ensamblados en los blísteres se apilan para transportarlos a la siguiente estación.

En la operación de Control Estático, los blísteres ensamblados se someten a un proceso de eliminación de estática, mediante una cortina de aire ionizado. Durante este proceso un flujo de vacío succiona partículas adheridas al blíster o al catéter durante su manipulación.

**Figura 4.5** *Equipo para control estático.*



*Nota.* La imagen muestra equipo de control estático. Fuente: Autor.

Sellado de Blíster: en esta estación se realiza el sellado de los blísteres utilizando una máquina selladora, este equipo está constituido principalmente por un bloque de calentamiento, un actuador neumático, un temporizador y un cargador de material.

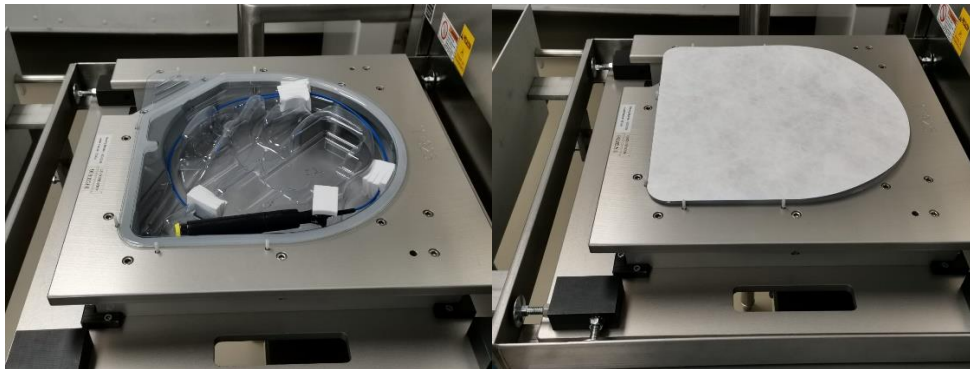
**Figura 4.6** *Selladora de blíster.*



*Nota.* Ilustración de máquina selladora de blíster. Fuente: Belco Packaging System.

Los blísteres se colocan en el cargador de material, posteriormente el Tyvek se coloca sobre el blíster, cubriéndolo completamente.

**Figura 4.7** *Blíster posicionado en cargador de material.*



*Nota.* Ilustración de cargador de blíster. Fuente: Autor

El Tyvek es un material formado por una lámina de fibras de polietileno de alta densidad, recubierto por una película plástica en una de sus caras.

Controlando las variables de temperatura, presión y tiempo, se obtiene el sellado de los blísteres. El blíster sellado forma una barrera estéril de aislamiento para el catéter.

Los blísteres sellados se almacenan en contenedores plásticos para transportarlos a la siguiente etapa del proceso.

**Figura 4.8** *Contenedor plástico para transporte de blíster sellados.*



*Nota.* La imagen muestra un contenedor plástico para transportar los blísteres sellados a la siguiente estación. Fuente: Autor

Operación de Sellado de Pouch: esta estación contiene una impresora en la cual se estampa en una etiqueta, la información detallada de la unidad por empacar. Esta información se adhiere al pouch en donde se empaca el blíster.

**Figura 4.9** *Impresora de etiquetas.*



*Nota.* La imagen muestra impresora de etiquetas utilizadas en la identificación de los Pouch. Fuente: Autor

Pouch es una bolsa rectangular constituida por una cara de una lámina de Tyvek y la otra cara formada por una lámina plástica, unidas térmicamente en su contorno formando una bolsa.

Un equipo de sellado forma parte de la estación. Este equipo cuenta con una barra temperada, un sistema mecánico/neumático y un controlador automatizado.

**Figura 4.10** *Selladora de Pouch.*



*Nota.* La imagen muestra equipo utilizado en el proceso de sellado de Pouch.  
Fuente: SencorpWhite

Cada blíster sellado se coloca en el interior de un pouch previamente identificado y posteriormente se sella formando una segunda barrera estéril para el catéter.

**Figura 4.11** *Etiqueta y pouch identificado.*



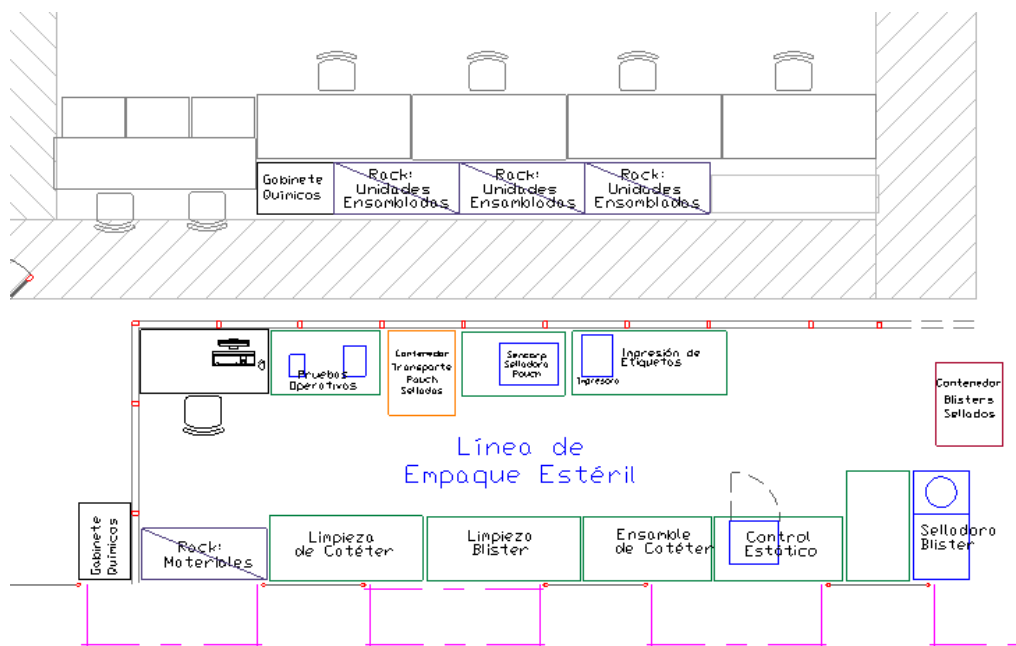
*Nota.* La imagen muestra Pouch identificado y etiqueta con detalle de la información del lote en proceso. Fuente: Autor

Estación de Pruebas de sellado: es donde se realiza pruebas de separación de materiales, esta verificación se efectúa al inicio de turno y al inicio del lote.

La prueba consiste en tomar blister y pouch sellados, extrayendo bandas de 2.5 cm de ancho y 5 cm de largo, de los puntos que contengan el area de sellado como muestra. Cada muestra se somete a una prueba de tensión para verificar si la fuerza ejercida para separar los materiales cumple con las especificaciones y asegurar un sello seguro y conforme.

El área de empaque estéril cuenta con una línea, subdivididas en siete estaciones de trabajo. Las operaciones se realizan de forma secuencial y el avance del material entre las estaciones se lleva a cabo manualmente por cada uno de los colaboradores quienes trasladan las partes hacia la siguiente etapa.

**Figura 4.12** Representación gráfica de la línea de empaque estéril.



*Nota.* La imagen muestra el dibujo de la distribución física de la línea de empaque estéril y área de almacenamiento de unidades ensambladas en cola por ingresar a la línea. Fuente: Autor

#### 4.2. Problemática.

La línea de empaque estéril tiene una meta de producción semanal de 5300 piezas, esto implica que durante los primeros cinco días de la semana debe confeccionar 2876 piezas en el primer turno, 1970 piezas en el segundo turno, el sexto día labora el turno B, el cual debe ensamblar 454 piezas. En la siguiente tabla se detalla la producción semanal del último año, comprendido desde julio del 2019 a junio del 2020, en donde se manifiesta que solo en las semanas 29, 30 y 41 del 2019 se cumple con la meta establecida, como muestra la figura 4.14, se obtiene como resultado que la capacidad de producción promedio semanal de la línea es de 4415 piezas. Para mayor detalle refiérase al apéndice 1.

**Tabla 4.1** *Producción semanal del periodo julio 2019 a junio 2020.*

Año Semana	Unidades Producidas	Año Semana	Unidades Producidas	Año Semana	Unidades Producidas
19_26	5195	19_43	5022	20_09	4812
19_27	4859	19_44	5686	20_10	4842
19_28	1647	19_45	4899	20_11	4537
19_29	6327	19_46	3665	20_12	3817
19_30	6033	19_47	4158	20_13	5069
19_31	4186	19_48	5823	20_14	4818
19_32	4415	19_49	5338	20_17	3558
19_33	4988	19_50	5051	20_18	749
19_34	4798	19_51	4761	20_19	2965
19_35	5217	20_01	938	20_20	1793
19_36	3313	20_02	4376	20_21	3385
19_37	4806	20_03	4129	20_22	3178
19_38	5774	20_04	4447	20_23	4646
19_39	4849	20_05	5965	20_24	3927
19_40	5613	20_06	4422	20_25	4384
19_41	6246	20_07	4594	20_28	4557
19_42	3669	20_08	4860	20_29	4070

*Nota:* Datos tomados del Departamento de Producción, Abbott Medical (2020).

**Figura 4.13** Gráfico de producción semanal



*Nota.* La imagen muestra gráfico de producción semanal de la línea de empaque estéril, durante el periodo julio 2019 a junio 2020. Fuente: Autor

Por lo tanto, actualmente la línea de empaque estéril en Steerable produce un promedio de 4415 piezas semanales, teniendo un déficit de producción de un 20.04% con respecto de la meta establecida, pues la fabricación semanal debe ser de 5300 unidades.

Tomando en cuenta el tiempo laborado por semana, el cual es 87,5 horas y la fabricación semanal de línea es de 4415 piezas, se obtiene la siguiente razón de producción actual.

$$RP = \frac{\text{Piezas producidas}}{\text{Tiempo de producción}}$$

$$RP = \frac{4415}{87.5}$$

$$RP = 50.45$$

La razón de producción semanal actual es de 50 piezas por hora.

Con la capacidad de producción promedio actual del área, el plan es aumentar la capacidad de manufactura en un 20.04%. Por lo tanto, para lograr la meta propuesta, se requiere entonces que la razón de producción sea de al menos 60 piezas por hora.

#### **4.2.1. Determinación de causas.**

En forma generalizada, al analizar el proceso actual se observa que, durante el traslado de las piezas, se crea condiciones de riesgo las cuales comprometen su integridad, así como las caídas al piso, situación inaceptable por tratarse de piezas para el cuidado de la salud.

Entre otros factores que afectan el proceso, está la cantidad de tiempo empleado en el movimiento de los materiales de una estación a otra, los recorridos son cortos; pero los operarios se obstaculizan entre ellos por la distribución física actual, y en ocasiones, se dificulta por realizarse más de un traslado simultáneamente a través del pasillo común del área.

El colocar las unidades en bandejas en la estantería es una actividad en donde se genera daños a las piezas y la mayoría de las caídas al piso, pues la altura y estrechez de los estantes dificulta la maniobrabilidad de las bandejas. En la siguiente figura se muestra la fotografía de un estante con bandejas.

**Figura 4.14** *Estantes de almacenamiento con bandejas y piezas terminadas.*

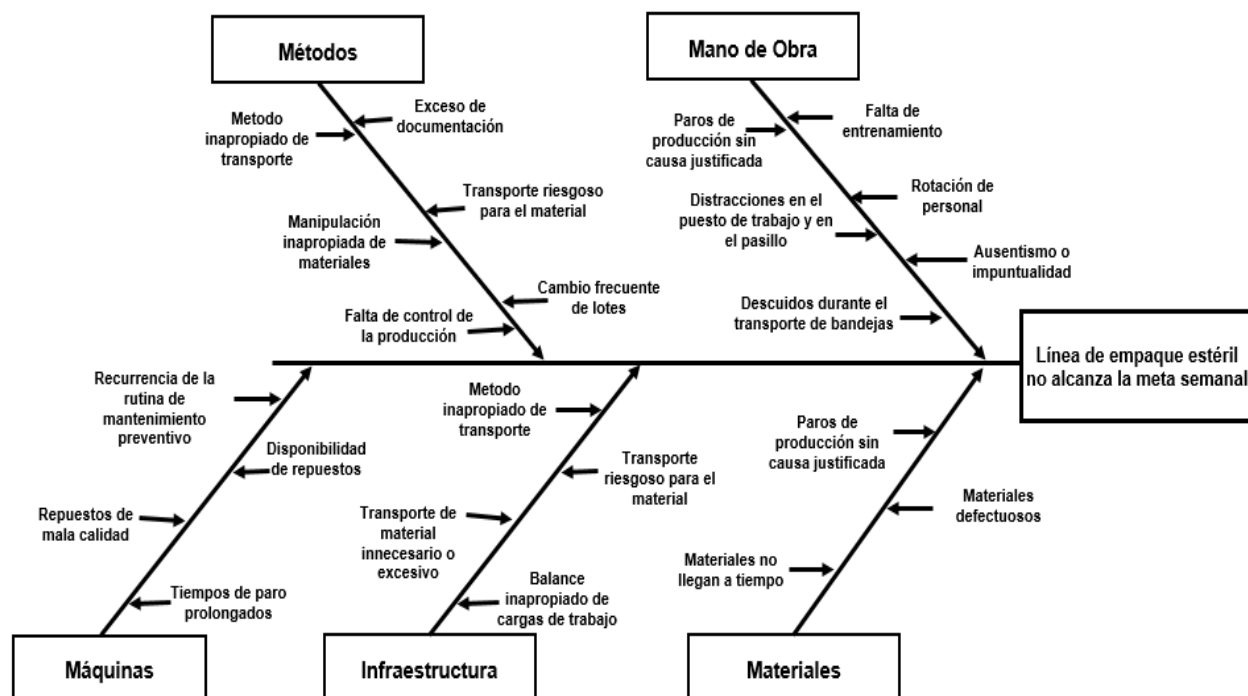


*Nota.* La imagen muestra estante de almacenamiento piezas en espera para ser procesadas en línea de empaque estéril. Fuente: Autor

Tomando como base la capacidad de producción actual, y la necesidad de incrementar la cantidad de piezas por día para lograr el cumplimiento requerido por la compañía, se realiza una lluvia de ideas con un grupo multidisciplinario para determinar todas las posibles causas que originan la baja en el rendimiento del área de empaque estéril de Steerable, respondiendo a la pregunta “¿Por qué la línea de empaque estéril no alcanza la meta semanal?”.

Las causas resultantes de esta sesión de lluvia de ideas se evalúan y clasifican en distintas categorías, las cuales se grafica en un diagrama de Ishikawa, en donde el efecto es “La línea de empaque estéril no alcanza la meta semanal”. Las causas están distribuidas en cinco criterios, son: Mano de obra, Materiales, Métodos, Infraestructura y Máquinas, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 4.15** Gráfico de Ishikawa del incumplimiento de la meta semanal



*Nota.* La imagen muestra gráfico de Ishikawa del incumplimiento de la meta semanal en la línea de empaque estéril. Fuente: Autor

A continuación, se detalla cada una de las causas mostradas en el diagrama anterior.

## Mano de obra

### Falta de entrenamiento

El proceso de capacitación de Abbott se activa automáticamente y de forma personalizada cada vez que ingresa un nuevo colaborador a la empresa, y cuenta con refrescamientos anuales, los cuales hacen énfasis en las técnicas propias de cada operación, no así en las técnicas de traslado de las unidades, las cuales contribuyen a mantener su integridad. Con el afán de agilizar el transporte, los operarios omiten observaciones básicas para un traslado exitoso.

### **Paros de producción sin causa justificada**

Es frecuente notar a los trabajadores de manufactura del área de empaque estéril, interrumpir sus funciones para conversar con sus compañeros más cercanos, o retirarse de sus áreas de trabajo para ir al sanitario o tomar agua.

La solicitud de los materiales es una función de los operarios, dicha labor se altera por las frecuentes distracciones de ellos, entorpeciendo la solicitud temprana de la materia prima y evitar los atrasos o paros de producción en la estación de trabajo específica.

### **Rotación de personal**

La movilidad del recurso humano es una actividad interna generada principalmente por las transferencias a otros departamentos los cuales importan nuevos procesos productivos, representan oportunidades de crecimiento profesional, conocimiento de nuevas áreas y productos, o la oportunidad de cambiar a un horario favorable para alcanzar nuevos objetivos. La inclusión de nuevos colaboradores en la línea de empaque estéril de Steerable, provoca que la capacidad de producción disminuya, pues dominar las técnicas de cada operación requiere tiempo y aumenta la posibilidad de provocar defectos los cuales generen retrabajos o daños irreversibles que inducen al desecho del material.

### **Distracciones en los puestos de trabajo y en los pasillos**

Es común observar a los colaboradores del área de producción detener sus labores para entablar conversaciones con sus compañeros más cercanos, adicionalmente, trasladar los materiales, facilita que el personal se detenga para iniciar una plática o dar bromas, situaciones que favorecen la desconcentración y propician el escenario para la generación de desperdicios al

golpear las piezas o tirarlas al suelo. En consecuencia, el tiempo empleado en el transporte de materiales se incrementa sin agregar valor a la operación.

### **Ausentismo o impuntualidad**

El transporte manual de las bandejas, durante el proceso de producción del área de empaque estéril, genera a los trabajadores dolencias lumbares y otros malestares, esto debido al peso y la difícil maniobrabilidad de ellas. Estas deficiencias ergonómicas conducen a ausencias o llegadas tardías del personal de producción, con la intención de acudir a diagnósticos médicos, y como parte del tratamiento se genera incapacidades. Estas situaciones afectan el balance de las cargas de trabajo de la línea, e impactan en la disminución de la capacidad de producción.

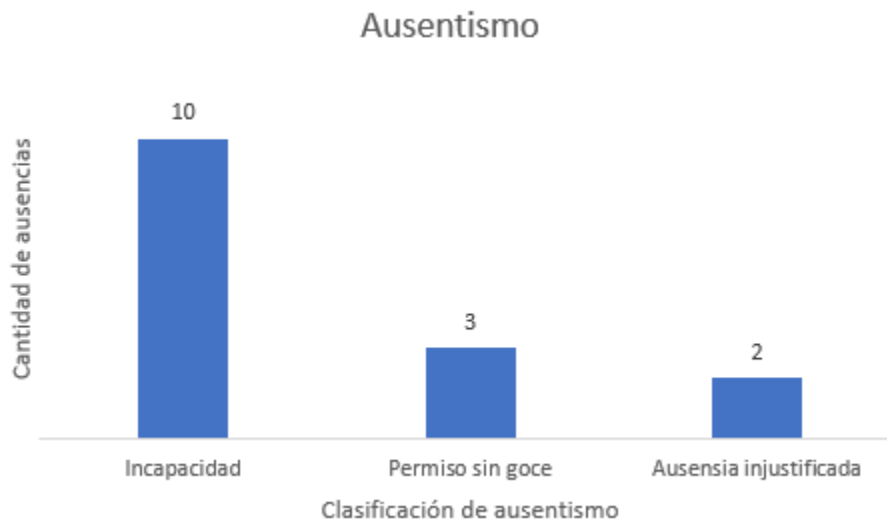
En la siguiente figura se ilustra el ausentismo del área de empaque estéril, registrado de mayo a octubre el 2020. La información de incapacidades y ausentismo se encuentra en el Apéndice 2.

**Tabla 4.2** Ausencias en el periodo comprendido entre mayo y octubre 2020.

Categoría de ausencias	Cantidad
Incapacidad	10
Permiso sin goce	3
Ausencia injustificada	2
<b>Total de ausencias</b>	<b>15</b>

*Nota:* Datos tomados del Departamento de Producción, Abbott Medical (2020).

En la figura 4.17 se muestra gráficamente los datos de registrados en la tabla 4.2.

**Figura 4.16** *Gráfico de ausentismo.*

*Nota.* La figura muestra clasificación del ausentismo en la línea de empaque estéril desde mayo a octubre del año 2020. Fuente: Departamento de Producción Abbott Medical (2020).

Durante este periodo, el tiempo por ausentismo es de 131.5 horas, de las cuales 87 horas son por incapacidades, 25.5 horas por permisos externos al proceso del área de producción. Las ausencias injustificadas acumulan 19 horas, representan el 14.44% de las ausencias, las incapacidades por lesiones provocadas ante actividades propias del proceso acumulan 66.15%. El 19.34% del ausentismo se genera por los permisos sin goce de salario, estos se gestionan a través del sistema electrónico interno de planillas, como una forma de documentar la ausencia en la cual el colaborador no cuenta con un comprobante de consulta médica.

Las conversaciones en los pasillos y áreas de cuidados asépticos, contribuyen a la impuntualidad, pues esta distracción propicia que los operarios no estén presentes en sus áreas de trabajo a las horas establecidas, generando atrasos innecesarios los cuales disminuyen la productividad de las líneas de manufactura.

### Descuidos durante el transporte de bandejas

Como parte de los procedimientos de manufactura, el operario debe trasladar el material en proceso o terminado, de forma manual hasta la siguiente estación de trabajo o estante, según esté dispuesta la distribución de la línea. Es importante mencionar que las piezas se colocan en bandejas para su traslado, las bandejas contienen el total de las piezas del lote de proceso. Durante el transporte el operario es responsable de movilizar el producto sin que sufra daño o alteración alguna, sin embargo, es frecuente observar a los operarios, distraídos o conversando con otros colaboradores durante la manipulación de las bandejas. En el siguiente cuadro se detalla la cantidad y conceptos de rechazo de material durante el periodo comprendido entre los meses de julio a diciembre del 2019. El Apéndice 3 contiene la información de piezas desechadas durante el periodo mencionado.

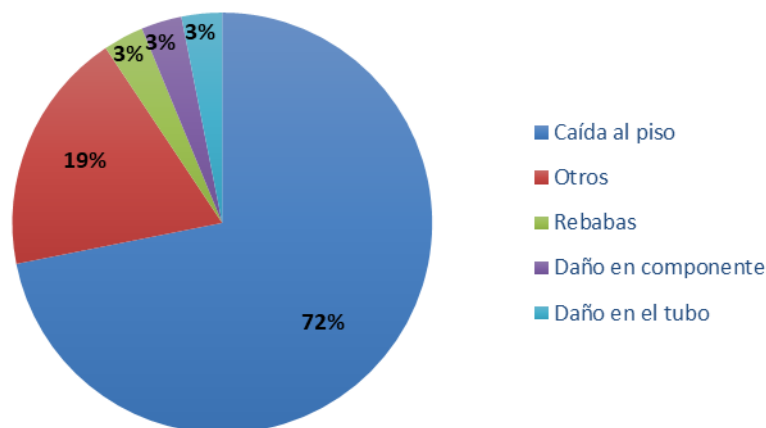
**Tabla 4.3** *Detalle de piezas no conformes desde julio a diciembre 2019.*

Unidades no conformes	Cantidad
Caída al piso	23
Otros	6
Rebabas	1
Daño en componente	1
Daño en el tubo	1
<b>Total general</b>	<b>32</b>

*Nota:* Datos tomados del Departamento de Producción, Abbott Medical (2019). Evaluando los resultados de la tabla anterior, se obtiene la siguiente distribución

porcentual de la clasificación de piezas no conformes.

**Figura 4.17** Representación porcentual de piezas no conformes.



*Nota.* La figura muestra la distribución porcentual de la clasificación de piezas no conformes desde julio a diciembre del año 2019. Fuente: Departamento de Producción Abbott Medical (2019).

En la figura anterior se muestra que las piezas desechadas durante el transporte de las bandejas representan un 72.00% del total de los desechos del periodo julio a diciembre 2019.

Los daños en el tubo ocupan el 3% de los desechos, estos se ocasionan cuando parte del cuerpo del catéter es expuesto a presiones o magullones contra la superficie de apoyo en el estante de almacenamiento, o en las estaciones de trabajo, estas condiciones también inducen la creación de daños como dobladuras y perforaciones en el cuerpo del Steerable.

La manipulación inadecuada de los catéteres, genera daños en conectores y otros componentes de la unidad, siendo esta causa la responsable del 3% de las unidades desechadas por daño en componentes y un 3% por rebabas.

El 19% de las piezas no conformes se clasifican como “otros”, y se atribuyen a manipulación incorrecta por parte del operario.

## **Materiales**

### **Materiales no llegan a tiempo**

El abastecimiento y distribución de la materia prima en las estaciones de producción es realizada por el personal del Departamento de Materiales, el Material Handler supe los insumos después de recibir la solicitud respectiva, la cual se debe despachar en un plazo máximo de 30 minutos después de recibida la requisición. Las demoras en la entrega de las materias primas se repiten con regularidad, y generan tiempos muertos los cuales disminuyen la producción.

### **Materiales defectuosos**

Todas las materias primas utilizadas en Abbott Medical deben cumplir con una serie de características, definidas puntualmente en los documentos de especificación para cada insumo. Adicionalmente, se realiza evaluaciones de las muestras extraídas a los materiales que ingresan a la empresa para verificar sus condiciones con respecto de las directrices establecidas. Por la naturaleza del proceso, el operario debe comprobar si cada pieza por ensamblar cumple con las especificaciones. En ocasiones al realizar esta inspección se encuentra material no conforme, este genera un sobreconsumo de tiempo en manufactura, así como la utilización de recurso humano adicional en la inspección del lote del material impactado, con la intención de determinar la continuidad de su uso.

### **Paros de producción sin causa justificada**

Cada colaborador es responsable de notificar a los líderes de producción sus necesidades de materia prima, con la intención de canalizar la solicitud de despacho de materiales a tiempo.

Es común esta coordinación falle, y provoque paros de una o varias operaciones, lo cual disminuye la productividad de la línea.

## **MÉTODOS**

### **Método inapropiado de transporte**

El transporte de los materiales es completamente manual: carece de técnicas y herramientas para facilitarlos, y de tal modo se minimice el impacto en los materiales. Como consecuencia de la inexistencia de métodos sistematizados de transporte, se genera también condiciones inseguras para los colaboradores, se exponen a lesiones en su cuerpo, principalmente en la espalda, manos y brazos.

### **Transporte riesgoso para el material**

La falta de sistemas versátiles para el transporte de los materiales crea condiciones inseguras para este: las piezas se exponen a maltratos los cuales ocasionan daños reparables o irreversibles, así como la caída al piso del material, en consecuencia, se incrementa la cantidad de piezas desechadas.

### **Manipulación inapropiada de materiales**

Los materiales utilizados requieren cuidados extremos por su tamaño y fragilidad. La falta de cuidado y desconcentración durante el transporte y su procesamiento, provocan daños que generan desechos o retrabajos e incrementan el tiempo de producción y los costos por unidad.

Las variaciones en las técnicas de transporte por parte de los operarios, con el fin de disminuir el tiempo utilizado en el desplazamiento y la falta de concentración, generan fallos

irreparables en las piezas o propician las caídas al suelo, motivo por el cual se desecha directamente la unidad.

### **Falta de control de la producción**

El área de manufactura de empaque estéril carece de controles para cada estación de trabajo en donde se detalle la meta por hora, y el tiempo establecido por operación, debido a ello, el colaborador no registra la cantidad de tiempo empleado en la ejecución de la actividad, ni justificación del sobreconsumo de tiempo utilizado en sus labores. Esta carencia dificulta el reconocimiento de las personas quienes no cumplen la meta y el tiempo empleado en las operaciones, generando un ambiente permisivo para la pérdida de tiempo y situaciones las cuales no agregan valor al proceso.

### **Exceso de documentación**

La documentación es de vital importancia en Abbott Medical al ser es una de las regulaciones que la empresa debe cumplir ante los entes fiscalizadores del mercado, sin embargo, la forma en la cual se registra las actividades es compleja, pues se debe utilizar un nuevo formulario por cada cambio de parámetro en la configuración de un equipo específico, de igual manera se procede con un cambio de material, generando excesos de formularios para una operación.

### **Cambio frecuente de lotes**

Los atrasos en la producción del área de empaque estéril inducen a cambios estratégicos con el fin de concluir un lote de producción o alcanzar la meta. Esto implica alterar el FIFO de

las órdenes de producción, para procesar los lotes de mayor cantidad de unidades y reducir los cambios de documentación y actividades de alistamiento o despejes de línea.

Los despejes de línea, se realizan por los colaboradores quienes integran el equipo de trabajo de la línea de empaque estéril, ellos son certificados en estas tareas, como parte del plan de entrenamiento general de buenas prácticas de manufactura.

Cada cambio de lote involucra la limpieza general de todas las estaciones de trabajo de la línea implicada, retiro y custodia de documentos utilizados en la producción del lote que termina, retiro total de materiales de la orden de trabajo anterior, inspección general para verificar y garantizar que las estaciones de trabajo están completamente limpias de documentos y materiales ajenos a la orden de producción siguiente. Se continúa con la documentación específica de cada estación de trabajo antes de iniciar con la producción.

Todas estas actividades para realizar un cambio de lote, es una tarea la cual requiere tiempo, y ese tiempo se transforma en atraso si no está contemplado en los planes de producción.

### **Infraestructura**

#### **Método inapropiado de transporte**

Actualmente, el área de manufactura traslada manualmente las bandejas que contienen los catéteres o trasladan materiales de una estación a otra. Es decir, el operario debe retirarse de su área de trabajo para tomar la bandeja o el material para llevarlos al estante de almacenamiento de la siguiente operación, luego debe retornar a su estación para continuar con la tarea respectiva de su operación. Por la ubicación de los estantes, los operarios deben realizar recorridos y consumen

tiempo. Esta combinación de las variables de tiempo y de recorrido limitan su producción y el incremento de ella.

### **Transporte riesgoso para el material**

Durante el transporte de las bandejas, el material se expone a eventuales daños. Estos se producen por maltrato en piezas las cuales se deslizan y parte de su cuerpo queda descubierto, se golpean, doblan, trituran, en el traslado, al colocarlas en los estantes o en las estaciones de trabajo. Estas situaciones ocasionan daños irreparables y aumentan la cantidad de desperdicios.

Como se observa en la figura 4.17, las piezas desechadas por los daños provocados durante el transporte, representan un 72% del total de los desechos del periodo comprendido desde julio a diciembre del año 2019.

### **Transporte de material innecesario o excesivo**

Parte importante de las materias primas del proceso de empaque estéril son los blísteres, los Tyveks y los Pouchs, los cuales se almacenan en estantes, la ubicación de estos contenedores obliga a los operarios a desplazarse desde sus estaciones de trabajo hasta el estante asignado. Adicionalmente, los tiempos empleados en la movilización del operario, la distracción en los pasillos provoca un incremento en los tiempos que se utiliza por concepto del abastecimiento de insumos, lo cual disminuye la capacidad de producción de la línea.

Otro factor contribuyente de esta causa son las distancias recorridas desde las estaciones de trabajo hasta los estantes de almacenamiento de las bandejas, pues estos se ubican fuera del área de empaque estéril. Bajo estas condiciones, los recorridos y tiempos empleados se incrementan, e influyen el rendimiento de la línea de manufactura.

### **Balance inapropiado de cargas de trabajo**

Como se menciona en el ítem anterior, la línea no cuenta con una distribución estándar, el mobiliario de las estaciones de trabajo y facilidades de infraestructura están instaladas de diversas maneras, ajustándose a las condiciones específicas del espacio o su disponibilidad. Esta distribución afecta directamente en los tiempos y recorridos a que se exponen los operarios, aumentan el tiempo de ensamble de las piezas y, por ende, disminuye la producción diaria.

### **Máquinas**

#### **Recurrencia de la rutina de mantenimiento preventivo**

El objetivo del mantenimiento preventivo es la reducción de paradas imprevistas en equipos, la periodicidad con la cual se deben efectuar es de gran importancia para evitar paros innecesarios. El equipo de sellado de blíster tiene programados mantenimientos preventivos con frecuencia semanal, se ejecutan en horas no productivas para minimizar el impacto a manufactura. Los mantenimientos preventivos representan el 61% de los tiempos de intervención del equipo, según la figura 4.19.

Las tareas programadas con esta frecuencia, cubren la revisión de fugas de aire, limpieza general y verificación del funcionamiento de dispositivos de seguridad, dejan sin atención la lubricación y verificación de partes o componentes expuestos a desgaste, condiciones que propician el mal funcionamiento y deterioro de partes. Los tiempos clasificados por partes dañadas, representan el 7% del tiempo de paro, ver figura 4.19.

### **Repuestos de mala calidad.**

Los dispositivos y materiales empleados en el mantenimiento de los equipos, son de gran importancia para su desempeño. Sin embargo, el costo y la disponibilidad de los insumos para el mantenimiento del equipo, inducen a la compra de componentes similares los cuales afectan directamente en el rendimiento del equipo, provocan paros repentinos y defectos en los productos procesados en el este.

### **Disponibilidad de repuestos**

Las refacciones de un equipo incrementan los costos de operación del proceso, pues muchas veces la inversión en repuestos se torna lenta en recuperación, o se convierte en recursos financieros estancados sin generar rédito alguno. Por ello, la cantidad de repuestos y demás materiales requeridos para mantener el equipo en funcionamiento se reducen en la bodega, y se realiza alianzas con proveedores quienes los suministren en el menor tiempo posible. Esta situación favorece a la reducción de recursos estancados en la bodega, pero con el inconveniente de que, en un fallo del equipo, el tiempo de entrega del repuesto se prolongue y aumente el tiempo muerto del equipo afectando la producción.

### **Tiempos de paro prolongados**

El tiempo de paro se relaciona con la complejidad del fallo del equipo, y actividades necesarias para su puesta en marcha. En la línea de empaque estéril se genera paros prolongados del equipo de sellado de blísteres, principalmente por generación de partículas que se adhieren al área de sello de ellos, por desprendimiento o deterioro de la junta de sellado instalada en el cargador de material. El origen de este particulado es el deterioro de la junta de sellado y el adhesivo con el cual la junta se fija al cargador de material.

El material de la junta es una silicona, con una dureza de 60 Shore A, este se adhiere al cargador de materiales, mediante un silicón grado alimenticio resistente a altas temperaturas, el silicón en mención requiere un tiempo de curado de 96 horas a temperatura ambiente. Dicho requerimiento implica un tiempo de paro de la selladora de al menos cuatro días. El cambio de la junta representa el 85% del tiempo de paro del equipo (como se muestra en la figura 4.19), y genera un incremento de las unidades en WIP, tal situación aumenta los riesgos potenciales de desperdicios por unidades caídas al piso, unidades dobladas y otros daños asociados con el almacenamiento y aglomeración de unidades.

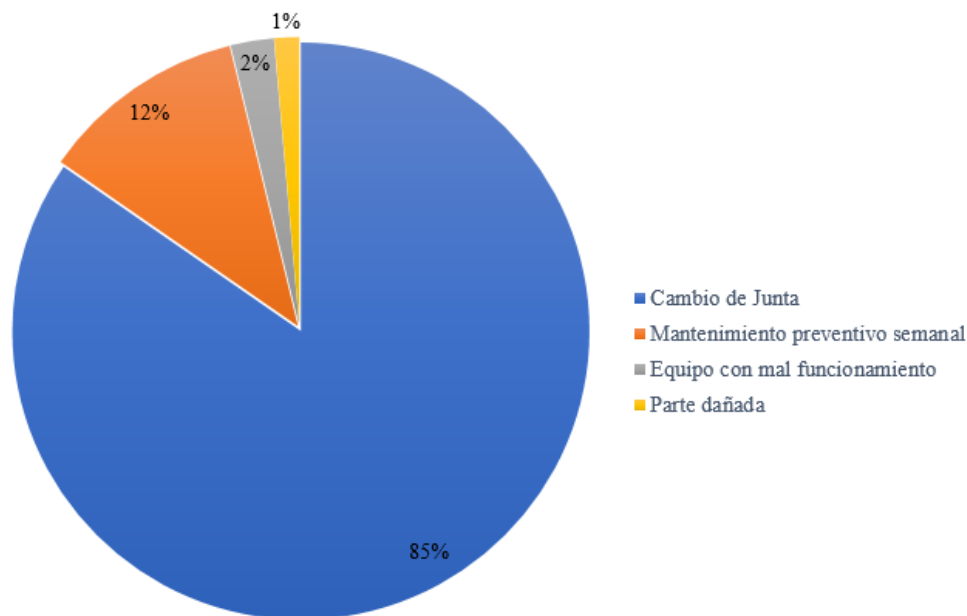
Otro factor contribuyente a los tiempos de paro prolongados, es el mal funcionamiento o desperfectos del equipo, originados por la falta de tareas de un mantenimiento apegado a las recomendaciones del fabricante. El tiempo de paro por mal funcionamiento representa el 2% del tiempo muerto de la selladora, como se ilustra en la figura 4.19. Ver apéndice 4 para mayores detalles de causas y tiempos de paro del equipo de sellado.

**Tabla 4.4** *Tiempo de paro de la selladora de blíster en el periodo julio 2019 a junio 2020.*

Motivo del tiempo de paro	Tiempo / Horas
Cambio de junta	309.60
Mantenimiento preventivo semanal	42.26
Equipo con mal funcionamiento	8.82
Parte dañada	5.12
Tiempo total de paro	365.80

*Nota:* Datos tomados del Departamento de Mantenimiento, Abbott Medical (2020).

**Figura 4.18** Representación porcentual del tiempo de paro durante el periodo julio 2019 a junio 2020.



*Nota.* La figura muestra la distribución porcentual de la clasificación de los tiempos de paro desde julio 2019 a junio 2020. Fuente: Departamento de Mantenimiento Abbott Medical (2020).

### 4.3. Análisis de la información.

Con el fin de determinar cuál de las cinco categorías analizadas es la de mayor impacto en el problema actual, e impide alcanzar la meta de manufactura de la línea de empaque estéril de Iterable, se somete a una multivotación todas las posibles razones expuestas en el diagrama de Ishikawa anterior.

El formulario utilizado para tomar el criterio experto de cada participante en esta multivotación se muestra en el Apéndice 6, y el detalle de cada una de las respuestas se observa en el Apéndice 7. Participan los 13 funcionarios de la empresa, quienes integraron el grupo multidisciplinario que contribuye a determinar las posibles causas del no cumplimiento de la meta de producción.

Al utilizar las causas descritas en el diagrama de Ishikawa mostrado anteriormente, en combinación con la técnica de multivotación, se obtiene el siguiente cuadro, donde se puede observar el porcentaje de los votos emitidos por los participantes para cada una de los problemas. Ver apéndice 7.

**Tabla 4.5** Resultados del multivoto sin agrupar.

N° ítem	CAUSA	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	TOTAL	%
16	Cambio frecuente de lotes	30	33	23	10	4	9	7	1	7	9	9	7	14	163	12.54%
2	Tiempos de paro prolongados	20	25	15	5	5	15	12	5	18	11	6	14	12	163	12.54%
14	Transporte riesgoso para el material	5	1	7	12	12	10	8	11	10	13	15	11	7	122	9.38%
9	Método inapropiado de transporte	4	2	2	12	5	11	8	9	7	10	13	12	7	102	7.85%
4	Disponibilidad de repuestos	10	5	5	1	10	7	4	9	5	6	4	5	8	79	6.08%
3	Exceso de documentación	5	5	10	4	3	3	5	1	8	9	1	12	3	69	5.31%
11	Recurrencia de la rutina de mantenimiento preventivo	5	3	2	3	5	0	9	0	9	3	5	5	6	55	4.23%
1	Repuestos de mala calidad	0	2	1	2	5	3	6	10	2	1	0	5	12	49	3.77%
13	Transporte de material innecesario o excesivo	1	3	2	10	5	2	1	4	2	3	9	2	4	48	3.69%
18	Método inapropiado de transporte	0	1	1	4	2	5	2	5	4	5	7	3	8	47	3.62%
12	Descuidos durante el transporte de bandejas	5	2	4	2	5	3	3	6	4	4	2	3	3	46	3.54%
15	Manipulación inapropiada de materiales	0	1	3	4	2	4	7	9	2	3	4	2	4	45	3.46%
21	Balance inapropiado de cargas de trabajo	0	1	1	9	7	2	3	6	0	3	5	4	0	41	3.15%
6	Paros de producción sin causa justificada	0	2	2	2	9	3	4	2	4	3	0	2	1	34	2.62%
7	Ausentismo o impuntualidad	4	2	4	3	1	3	3	4	2	3	1	1	2	33	2.54%
8	Rotación de personal	3	3	3	3	1	2	3	2	2	2	3	3	0	30	2.31%
20	Transporte riesgoso para el material	5	1	3	2	5	2	1	0	3	6	0	1	1	30	2.31%
5	Materiales no llegan a tiempo	0	2	3	0	1	5	1	3	3	4	5	0	0	27	2.08%
10	Distracciones en el puesto de trabajo y en los pasillos	0	1	1	4	4	2	1	4	3	1	1	1	3	26	2.00%
19	Paros de producción sin causa justificada	3	2	4	1	3	1	4	0	2	0	2	1	3	26	2.00%
22	Materiales defectuosos	0	1	2	5	1	2	3	4	2	0	3	2	1	26	2.00%
23	Falta de control de la producción	0	1	0	1	2	3	4	2	0	1	5	4	1	24	1.85%
17	Falta de entrenamiento	0	1	2	1	3	3	1	3	1	0	0	0	0	15	1.15%
															<b>1300</b>	<b>100.00%</b>

*Nota:* En la tabla se presenta una lista de ideas consideradas como posibles causas del no cumplimiento de la meta de producción semanal, el impacto de cada ítem se evalúa por medio de la asignación de puntos. Para ello se distribuye 100 puntos en total, los cuales deben ser repartidos entre las causas, según su grado de importancia. Mientras mayor sea el impacto, mayor cantidad de puntos se asigna a la causa. Fuente: Autor

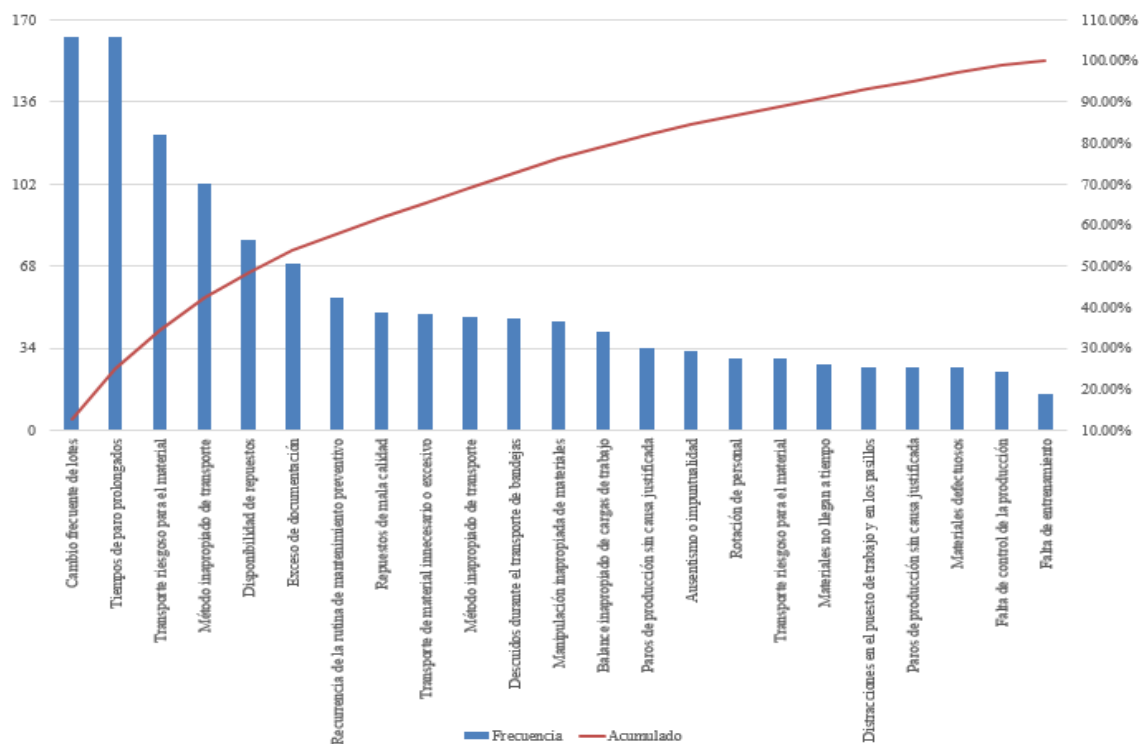
Las causas identificadas como contribuyentes en el no cumplimiento de la producción se grafican en un diagrama de Pareto más adelante, con el fin de determinar cuáles de ellas son las de mayor incidencia, las causas críticas que representan el 25.08% son:

- Cambio frecuente de lotes (Métodos)

- Tiempos de paro prolongados (Máquinas)

De las causas anteriores, y de acuerdo con su evaluación preliminar, se puede indicar que el cambio frecuente de lotes, es el producto de una estricta metodología, esta facilita el control y trazabilidad de las actividades, sumadas a los tiempos prolongados de paro, los cuales consumen tiempo e impactan la producción semanal, Dichas causas son las principales contribuyentes en el problema del no cumplimiento de la meta, representan el 25.08% de las causas que contribuirían en la solución del problema, según se muestra en la siguiente figura.

**Figura 4.19** Pareto de las causas del no cumplimiento de la meta semanal de producción.



*Nota.* La figura muestra la distribución 80/20 del problema evaluado en la línea de empaque estéril. Fuente: Autor.

Reagrupando las causas que integran el 25.08% de la problemática en sus respectivas categorías, y al tabular dicha información, se obtiene un panorama más claro de la incidencia de cada una de ellas, como se muestra seguidamente.

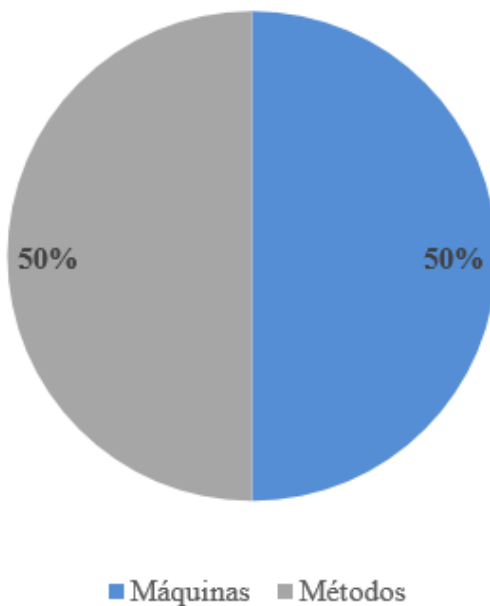
**Tabla 4.6** *Resultados del multivoto por categorías.*

<b>Categoría</b>	<b>Causa</b>	<b>Puntos obtenidos</b>	<b>Total de puntos</b>
Máquinas	Tiempos de paro prolongados	163	346
	Disponibilidad de repuestos	79	
	Recurrencia de la rutina de mantenimiento preventivo	55	
	Repuestos de mala calidad	49	
Métodos	Cambio frecuente de lotes	163	324
	Exceso de documentación	69	
	Método inapropiado de transporte	47	
	Manipulación inapropiada de materiales	45	
Infraestructura	Transporte riesgoso para el material	122	313
	Método inapropiado de transporte	102	
	Transporte de material innecesario o excesivo	48	
	Balance inapropiado de cargas de trabajo	41	
Mano de obra	Descuidos durante el transporte de bandejas	46	113
	Ausentismo o impuntualidad	33	
	Paros de producción sin causa justificada	34	

*Nota:* En la tabla se presenta la lista de ideas consideradas como posibles causas del no cumplimiento de la meta de producción agrupadas por categorías, se indica los puntos obtenidos en cada causa y el total de puntos por cada categoría, la mayor asignación de puntos indica cuáles son las categorías más críticas de la gestión actual en el Área de Manufactura de empaque estéril de Steerable. Fuente: Autor.

Al evaluar los resultados del cuadro anterior, se obtiene la siguiente distribución porcentual de las categorías analizadas.

**Figura 4.20** Distribución porcentual de las categorías para el 25.08% del problema.



*Nota.* La figura muestra la distribución porcentual de las categorías para el 25.08% del problema. Fuente: Autor.

En la figura anterior se muestra el nivel de incidencia de cada categoría en el 25.08% del problema:

- Los métodos afectan en un 50%.
- Las máquinas contribuyen al no cumplimiento de la producción en un 50%.

Por lo tanto, métodos y máquinas son las categorías de mayor aporte, con el 25.08% del problema actual.

En el siguiente cuadro se detalla el resultado del multivoto por clasificación. En la primera columna aparecen las categorías, en segunda columna las causas, en la tercera columna los puntos obtenidos por cada ítem, en la cuarta columna el total de puntos por categoría y en la quinta columna el valor porcentual obtenido por cada categoría.

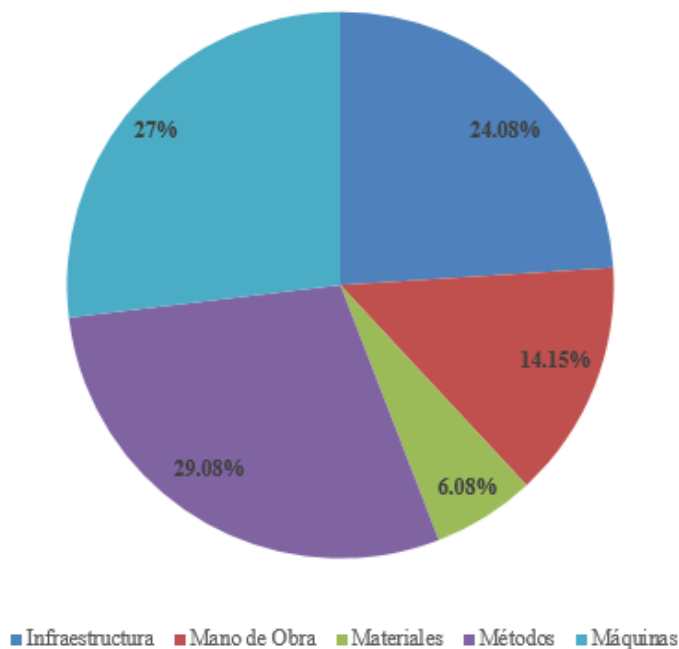
**Tabla 4.7** Resultados del multivoto para el no cumplimiento de la meta semanal.

Categoría	Causa	Puntos obtenidos	Total de puntos	%
Infraestructura	Transporte riesgoso para el material	122	313	24.08%
	Método inapropiado de transporte	102		
	Transporte de material innecesario o excesivo	48		
	Balance inapropiado de cargas de trabajo	41		
Mano de Obra	Descuidos durante el transporte de bandejas	46	184	14.15%
	Ausentismo o impuntualidad	33		
	Paros de producción sin causa justificada	34		
	Rotación de personal	30		
	Distracciones en el puesto de trabajo y en los pasillos	26		
	Falta de entrenamiento	15		
Materiales	Materiales defectuosos	26	79	6.08%
	Materiales no llegan a tiempo	27		
	Paros de producción sin causa justificada	26		
Métodos	Cambio frecuente de lotes	163	378	29.08%
	Exceso de documentación	69		
	Método inapropiado de transporte	47		
	Manipulación inapropiada de materiales	45		
	Transporte riesgoso para el material	30		
	Falta de control de la producción	24		
Máquinas	Tiempos de paro prolongados	163	346	27%
	Disponibilidad de repuestos	79		
	Recurrencia de la rutina de mantenimiento preventivo	55		
	Repuestos de mala calidad	49		

*Nota:* En la tabla se presenta la lista de ideas consideradas como posibles causas del no cumplimiento de la meta de producción, agrupadas por categorías, se indica los puntos obtenidos en cada causa y el total de puntos por cada categoría, la mayor asignación de puntos indica cuál es la categoría más crítica de la gestión actual en el Área de Manufactura de empaque estéril de Steerable. Fuente: Autor.

En el siguiente gráfico de pastel, se observa la distribución porcentual de esta multivotación, según cada clasificación.

**Figura 4.21** Distribución porcentual de las categorías para el 100% del problema.



*Nota.* La figura muestra la distribución porcentual de las categorías para el 100% del problema. Fuente: Autor.

Como se puede apreciar en la figura anterior, los resultados son:

- La condición y el abastecimiento a tiempo de los materiales son causas que intervienen en la baja de producción, sin embargo, representan una incidencia de un 6.08 %.
- Los colaboradores son los responsables del 14.15% del no cumplimiento de las metas de producción, por descuidos durante el transporte, distraerse con frecuencia y generar paros de producción sin causa justificada, así como el ausentismo.
- Las deficiencias en la infraestructura contribuyen en un 24.08% en el entorpecimiento del proceso productivo, al incurrir en transportes riesgosos para el

material, transporte de material innecesario o excesivo y balances inapropiados de las cargas de trabajo en la línea de empaque estéril

- La maquinaria aporta un 27% de las causas que dificultan el cumplimiento de la meta semanal, por presentar tiempos de paro prolongados, la disponibilidad de los repuestos, la calidad de los repuestos y la definición de la recurrencia de los mantenimientos preventivos.
- Sobre los métodos de manufactura recae el 29,08% de la deficiencia que afecta el desempeño del área de empaque estéril, al realizar cambios frecuentes de lotes, por exceso de documentación, movilizar materiales de forma riesgosa, manipulación inapropiada de materiales, además de la carencia de controles estrictos los cuales regulen los tiempos de producción de cada operación, entre otros.

Por lo tanto, los métodos y las máquinas son las categorías de mayor peso en el incumplimiento de las metas semanales de producción, se indica que los cambios de lotes y documentación excesiva, utilizan una porción significativa del tiempo en estas actividades, reducen la cantidad de unidades manufacturadas durante la semana en la línea de empaque estéril.

La categoría de máquinas forma parte de los principales contribuyentes en la merma del objetivo semanal de producción por la disponibilidad de los equipos, pues presentan tiempos muertos prolongados y frecuentes.

Adicionalmente, los métodos de manipulación y transporte de las bandejas y materiales, se asocian con los problemas descritos en categoría de infraestructura, debido a la distribución física actual, pues esta dificulta los desplazamientos de material, bandejas y colaboradores, se

evidencia la necesidad de reestructurar la distribución de las operaciones, simplificar al máximo el proceso productivo, disminuir los costos de manejo de materiales y el aprovechamiento del espacio de forma efectiva, así como aumentar el rendimiento de los operarios en procura de la seguridad en el trabajo.

Por esta razón se aborda los problemas de forma ordenada y sistemática, se realiza el análisis del impacto de la documentación requerida por los cambios de lote, mediante la simulación del proceso de la línea de empaque estéril, con el Software Arena, y los tiempos de paro por falla de los equipos se analizan con la metodología SMED.

#### **4.3.1. Simulación.**

El Software Arena es una gran herramienta para simular procesos de cualquier tipo. Desde simples colas, hasta procesos con gran cantidad de variables de costos, tiempos, probabilidades, entre otras. Este tipo de software es de gran utilidad para visualizar y estudiar de qué modo se lleva a cabo los diferentes procesos.

Arena entrega la capacidad de diseñar ambientes de simulación, además da la posibilidad de crear diferentes modelos para una empresa específica, departamento o tarea usando el lenguaje e imágenes para facilitar el trabajo y comprender la situación.

Los modelos de simulación son diferentes entre sí, no hay ninguno el cual pueda utilizarse para resolver dos casos diferentes, pero dentro de la diversidad pueden distinguirse dos grandes grupos:

- Determinísticos
- Aleatorios

En este trabajo se trata de un modelo aleatorio, pues hay varios factores que afectan al funcionamiento del sistema y no son controlables, como los tiempos de tareas realizadas por operarios, fallos en las máquinas, entre otros. Por lo tanto, debe aplicarse el procedimiento para conformar el sistema como un modelo de simulación aleatorio.

Para modelar la situación actual de la línea de empaque estéril, se utiliza los datos históricos proporcionados por los Departamentos de Producción e Ingeniería de Mantenimiento. Esta información representa fielmente lo acontecido en el pasado, pero no son válidos para representar el comportamiento futuro del modelo.

La tasa de producción anual es de 230629 catéteres, distribuidos entre los 73 tipos de Steerable en su portafolio de productos. Es importante destacar, Steerable en su área de empaque final, dispone el embalaje de los catéteres en presentaciones de cuatro unidades, cada una empacada en un blíster sellado y este embolsado en un pouch debidamente etiquetado y sellado, forman así la doble barrera estéril.

A partir de la producción registrada en la base de datos del Departamento de Manufactura de Abbott Medical, durante el año 2019, se clasifica los productos por números de parte y por mes. En la tabla 4.8 se muestra el resumen de la producción del año 2019, agrupada por cuatrimestres. Para mayor detalle, los datos de la producción durante el año 2019 se encuentran en el apéndice 1.

**Tabla 4.8** *Resumen del registro histórico de producción de Steerable durante el año 2019.*

<b>Catéter tipo</b>	<b>I Cuatrimestre</b>	<b>II Cuatrimestre</b>	<b>III Cuatrimestre</b>	<b>Demanda anual</b>
69 tipos de catéter	75902	76054	78673	230629

*Nota:* En la tabla se muestra un resumen del histórico de la demanda de Steerable, durante el año 2019. Fuente: Departamento de Manufactura, Abbott Medical (2020).

Para la realizar la simulación en el software Arena se requiere determinar la probabilidad de demanda para cada uno de los catéteres.

Teniendo en cuenta los requerimientos del modelo, se realiza la simulación con una duración de réplica de 87.5 horas, equivalentes a las horas laboradas por semana en el área de empaque estéril. Se toma como referencia la demanda mensual durante el año 2019 (Refiérase al apéndice 1), es importante mencionar: la demanda del año 2020, no se toma en cuenta por tener un comportamiento atípico, debido a la afectación generada por la pandemia de la COVID-19.

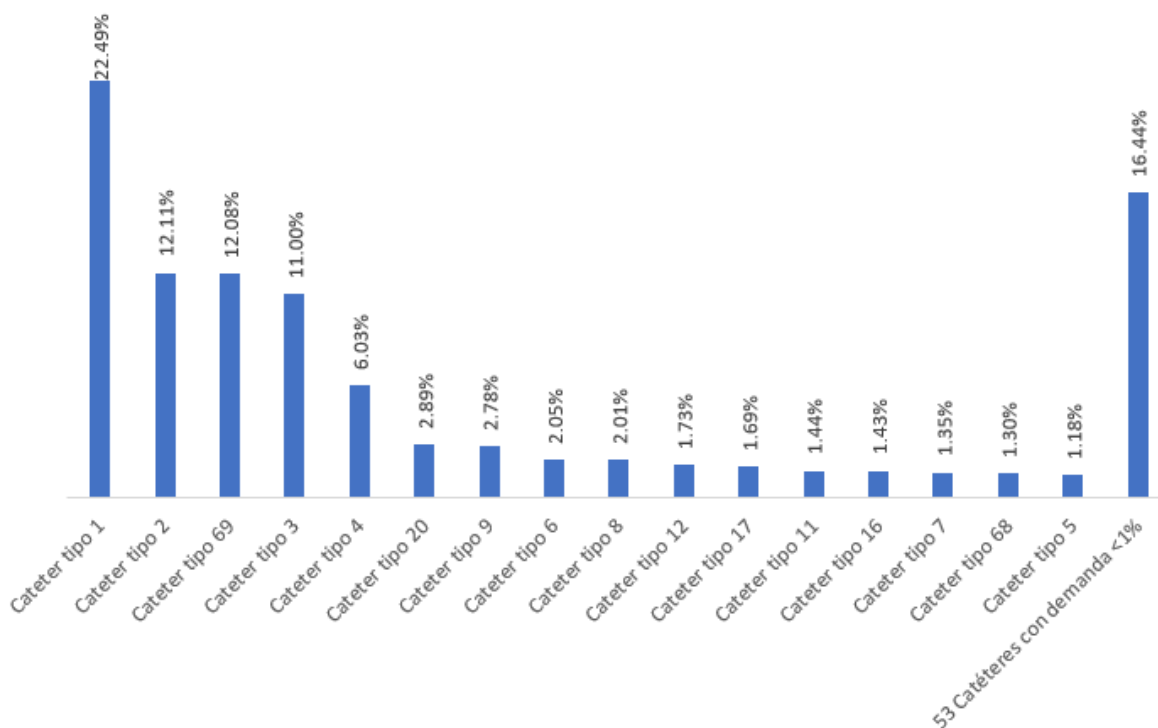
A partir del registro de la demanda durante el año 2019, se determina la probabilidad de petición. El apéndice 9 muestra el detalle del porcentaje de consumo de cada tipo de catéter.

**Tabla 4.9** Probabilidades de la demanda por catéter.

<b>Material</b>	<b>Tipo</b>	<b>Demanda anual por tipo</b>	<b>% sobre la demanda total</b>
100053797	Cateter tipo 1	51864	22.49%
100072243	Cateter tipo 2	27923	12.11%
600078789	Cateter tipo 69	27864	12.08%
100072244	Cateter tipo 3	25378	11.00%
100072245	Cateter tipo 4	13917	6.03%
100091610	Cateter tipo 20	6666	2.89%
100083419	Cateter tipo 9	6422	2.78%
100083416	Cateter tipo 6	4717	2.05%
100083418	Cateter tipo 8	4636	2.01%
100090796	Cateter tipo 12	3981	1.73%
100090892	Cateter tipo 17	3903	1.69%
100083421	Cateter tipo 11	3317	1.44%
100090891	Cateter tipo 16	3309	1.43%
100083417	Cateter tipo 7	3109	1.35%
100091866	Cateter tipo 68	3000	1.30%
100083414	Cateter tipo 5	2716	1.18%
	53 Catéteres con demanda <1%	37907	16.44%
	<b>Total</b>	<b>230629</b>	<b>100.00%</b>

*Nota:* En la tabla se detalla el porcentaje sobre la demanda por cada número de parte. Fuente: Autor

**Figura 4.22** Histograma de la probabilidad de la demanda por número de parte.



*Nota.* La figura muestra la probabilidad de la demanda de los catéteres con un consumo superior a 1%, según el tipo de catéter. Fuente: Autor.

Para medir los tiempos empleados en el proceso, se realiza visitas a la línea de empaque estéril, con el fin de tomar videos en cada una de las operaciones. Posteriormente se utiliza la herramienta Time Pro, para procesar los videos y obtener los tiempos de las actividades de cada estación de trabajo, los cuales se registran en una tabla de datos en formato de Excel. (Refiérase al apéndice 8).

Con la tabla de datos ordenada, se analiza la información mediante la herramienta *INPUT ANALYZER* del software ARENA, para determinar la distribución específica que se ajusta a los datos de entrada. Para ello debe cargarse los datos a la herramienta, organizados en una columna, el ajuste de los datos se realiza mediante una serie de distribuciones estadísticas programadas, se

ofrece en primera instancia la distribución estadística que mejor se ajusta, mediante gráficos de ajuste y pruebas. El software evalúa todas las distribuciones, y posteriormente compara el error cuadrático medio obtenido en cada una de las aproximaciones, se da por válida la distribución estadística con menor error. Adicionalmente, cada una de las funciones implementadas, por ejemplo, la función de distribución uniforme, exponencial, beta, entre otros. Si este p-valor es mayor que 0,05 no hay evidencias para rechazar la hipótesis, por lo tanto, es posible ajustar mediante la función que se evalúa.

### **Tiempos de proceso.**

Los procesos de la línea de empaque estéril, son completamente manuales, por tal condición, los tiempos invertidos en la ejecución en cada tarea asociada a las diferentes operaciones presentan valores aleatorios. Los tiempos se contabilizan desde el inicio de la tarea o movimiento, hasta finalizarla. Al tratarse de un proceso en línea sería el inicio de la siguiente actividad.

En tabla 4.10 se muestra el resumen de los tiempos correspondientes a las tareas intrínsecas de cada operación, se muestra el tiempo promedio utilizado en las diferentes actividades.

**Tabla 4.10** Registro de tiempos por tarea en cada operación de la línea de empaque estéril.

Operación	Actividad	T Prom (sec/unit)
Alistamiento	Despeje de línea	778.632
Pruebas operativas	Pruebas de Tensión	624.685
	Transporte de bandeja	6.365
	Aspirado de Catéter	9.430
Limpieza de Catéter	Limpieza de Catéter	9.983
	Trasnporte de Catéter limpios	4.963
	Tranporte de Blister	7.295
Limpieza de Blister	Limpieza de Blister	7.493
	Transporte de Blister limpios	6.363
Ensamble de Catéter en Blister	Colocar Catéter en blister	7.979
	Colocar Esponjas	6.922
Control Estático	Control Estático	2.332
	Sellado de Blister	7.735
Sellado de Blister	Inspección de sello del Blister	5.545
	Transporte de blister sellado	4.855
	Etiquetado de Pouch	7.275
Sellado de Pouch	Sellado de Pouch	7.784
	Inspección de sello del Pouch	5.428
	Transporte de Poch sellado	5.941

*Nota:* En la tabla se detalla los tiempos de cada tarea en las diferentes operaciones de la línea de empaque estéril. Fuente: Autor.

El pre muestreo es de 15 tomas de tiempo para cada tarea, las cuales se utilizan en el cálculo estadístico de la cantidad de observaciones requeridas. El cálculo de la cantidad de observaciones requeridas se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Con un 95.45% de confianza y un margen de error del  $\pm 5\%$ , según la publicación en el sitio web de ingenieros industriales por (Salazar, 2020).

Los tiempos preliminares utilizados en el cálculo de la cantidad de muestras son detallados en el apéndice 8.

La cantidad de observaciones necesarias en cada actividad se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 4.11** *Cantidad de observaciones por actividad.*

Actividad	Número de observaciones, según fórmula	Número de observaciones
Despeje de línea	5.190	6
Pruebas de Tensión	0.161	1
Transporte de bandeja	6.349	7
Aspirado de Catéter	3.501	4
Limpieza de Catéter	5.205	6
Trasnporte de Catéter limpios	10.097	11
Tranporte de Blister	6.647	7
Limpieza de Blister	6.447	7
Transporte de Blister limpios	7.499	8
Colocar Catéter en blister	4.942	5
Colocar Esponjas	6.476	7
Control Estático	14.37	15
Sellado de Blister	6.197	7
Inspección de sello del Blister	8.966	9
Transporte de blister sellado	6.713	7
Etiquetado de Pouch	5.322	6
Sellado de Pouch	4.553	5
Inspección de sello del Pouch	9.829	10
Transporte de Poch sellado	10.086	11

*Nota:* En la tabla se detalla la cantidad de observaciones mínima, para un nivel de confianza de 95.45% y un margen de error de 5%, en los tiempos de requeridos para ejecutar las tareas de cada operación de la línea de empaque estéril. Fuente: Autor.

Debido a la cantidad de muestras de tiempo preliminares, utilizada en la estimación de la cantidad de observaciones, es mayor a la obtenida con la fórmula, se procede a utilizar el total de

las 15 muestras preliminares de cada tarea, para estimar la expresión de la función de distribución estadística, la cual permita modelar el tiempo invertido en cada fase de la producción mediante la herramienta *INPUT ANALYZER*.

Las actividades relacionadas con el exceso de documentación, son las operaciones de alistamiento y pruebas operativas, por esta razón vienen a ser dos actividades por evaluar con detalle en este apartado, al ser una de las causas de mayor contribución al 80% del problema en investigación. Los gráficos y tablas de ajuste correspondientes a las tareas restantes, se encuentran en el apéndice 10.

Para la operación de Alistamiento, en la cual se realiza actividades documentales para registrar y evidenciar que todo documento, equipo y residuos de materia prima se remueven de las áreas de trabajo, posteriormente, se identifica las estaciones con el número de la nueva orden de producción y se ingresa los materiales correspondientes a ella. Como parte de esta actividad, debe completarse un formulario de despeje de línea, en el cual se documenta la estación evaluada y la orden de producción entrante. El despeje de línea debe realizarse por dos miembros del equipo, quienes, además, deben contar con la certificación de entrenamiento respectiva.

El formulario de despeje de línea dispone de una lista de aspectos por verificar, los cuales se marcan con un *check* una vez completado, terminada la verificación, se debe documentar las firmas de ejecutor y el verificador. Estos formularios se adjuntan al registro histórico de datos correspondiente a la orden de producción.

Es importante mencionar esta actividad se realiza previo al ingreso de una nueva orden a la línea, y hasta tanto la última unidad de la orden de producción en curso, haya salido de la línea

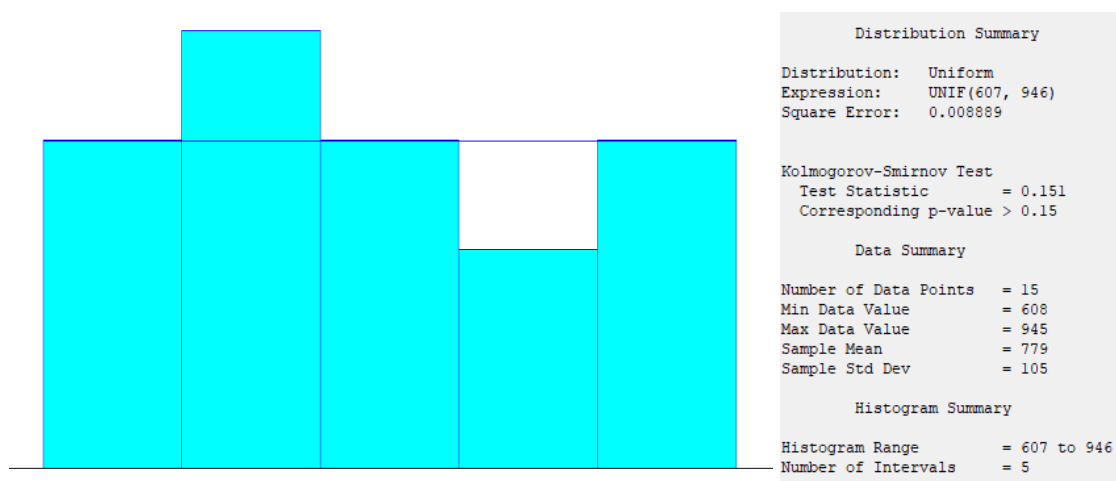
se procede con el alistamiento de la siguiente orden. En la tabla 4.12 se muestra los resultados de la evaluación de los tiempos tomados en la operación de alistamiento.

**Tabla 4.12** *Resumen de la distribución ajustada para los tiempos en la operación de Alistamiento.*

Resumen de distribución	
Distribución	Uniforme
Expresión	UNIF(607, 946)
Error cuadrático	0.008889
Prueba Kolmogorov-Smirnov	
Prueba estadística	0.151
Valor-p correspondiente	>0.15
Resumen de datos	
Número de datos	15
Valor mínimo	608
Valor máximo	945
Media	779
Desviación estándar	105
Resumen de Histograma	
Rango de Histograma	607 a 946
Número de intervalos	5

*Nota:* En la tabla se detalla el resumen de la distribución ajustada obtenida con la herramienta INPUT ANALYZER, para los tiempos de la operación de alistamiento.  
Fuente: Autor.

**Figura 4.23** Gráfico de ajuste para tiempos en la operación de Alistamiento.



*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la operación de alistamiento. Fuente: Autor.

En el gráfico anterior se observa: la distribución es uniforme, se subdivide en cinco intervalos, en donde la mayoría de los datos se concentran en la barra de mayor altura, según la tabla de tiempos para esta actividad, la mayoría de los tiempos se agrupan en el rango de los 675 a los 725 segundos. La dispersión del tiempo se concentra desde los 607 hasta los 946 segundos, el tiempo promedio es de 779 segundos, se representa por la línea azul superior, la cual atraviesa todas las barras de los intervalos del gráfico. El cálculo de la distribución de mejor ajuste presenta un valor-p mayor a 0.05, cumpliendo con el nivel de confianza del modelo de un 95.45%.

La estación de pruebas operativas, es donde se realiza pruebas de fuerza, a las áreas implicadas en el sello de los blísteres y los pouch, con el objetivo de asegurar que los equipos y materiales cumplen con las especificaciones del proceso.

Los equipos utilizados en las pruebas y los resultados de ellas, así como las firmas de los dos colaboradores quienes realizan las pruebas, se documentan en los formularios específicos

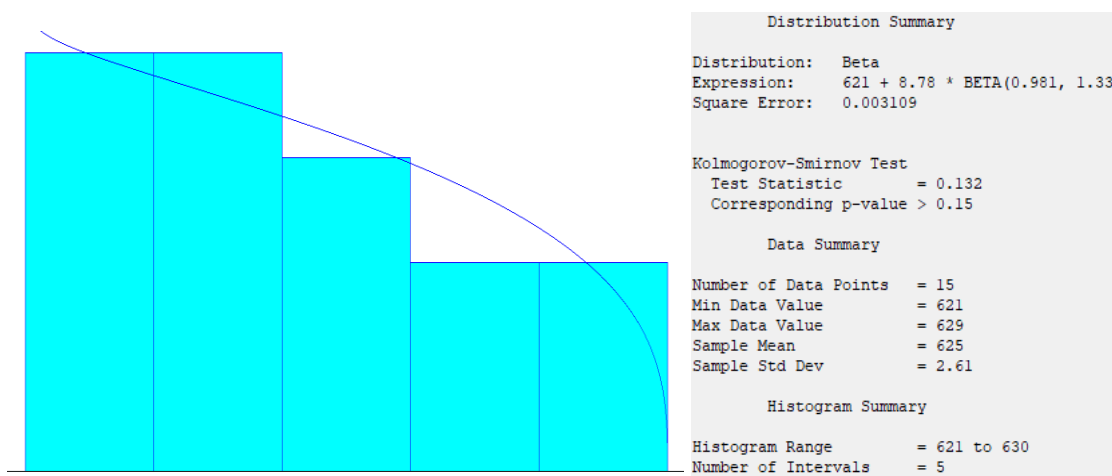
para esta operación, los cuales forman parte del registro histórico de datos de la orden de producción en curso. En la tabla 4.13 se muestra los resultados de la evaluación de los tiempos tomados en la estación de pruebas operativas.

**Tabla 4.13** *Resumen de la distribución ajustada para los tiempos de pruebas operativas.*

Resumen de distribución	
Distribución	Beta
Expresión	$621 + 8.78 * \text{BETA}(0.981, 1.33)$
Error cuadrático	0.003109
Prueba Kolmogorov-Smirnov	
Prueba estadística	0.132
Valor-p correspondiente	>0.15
Resumen de datos	
Número de datos	15
Valor mínimo	621
Valor máximo	629
Media	625
Desviación estándar	2.61
Resumen de Histograma	
Rango de Histograma	621 a 630
Número de intervalos	5

*Nota:* En la tabla se detalla el resumen de la distribución ajustada obtenida con la herramienta INPUT ANALYZER, para los tiempos de las pruebas operativas. Fuente: Autor.

**Figura 4.24** Gráfico de ajuste para tiempos en la operación de Pruebas operativas.



*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la operación de pruebas operativas. Fuente: Autor.

En la figura anterior se muestra una gráfica de distribución Beta asimétrica, con cinco intervalos, en donde el valor mínimo es de 621 segundos y el valor máximo de 629 segundos, la probabilidad relativa de ocurrencia es a los 625 segundos. Con un valor-p mayor a 0.05.

Las restantes actividades evaluadas en las diferentes operaciones de la línea de empaque estéril, se evalúan y se estima las expresiones para la función de distribución estadística de mejor ajuste, las cuales tabulan en la tabla 4.14. En el apéndice 10 se encuentra las tablas y gráficos de distribución de mejor ajuste para cada actividad.

**Tabla 4.14** *Expresiones de distribución estadística de mejor ajuste para cada actividad simulada.*

Actividad	Expresión	Magnitud
Despeje de línea	UNIF(607, 946)	Segundos
Pruebas de Tensión	$621 + 8.78 * \text{BETA}(0.981, 1.33)$	Segundos
Transporte de bandeja	$5 + 3 * \text{BETA}(0.764, 0.863)$	Segundos
Aspirado de Catéter	$8 + 3 * \text{BETA}(0.989, 1.09)$	Segundos
Limpieza de Catéter	$7 + 5 * \text{BETA}(1.39, 0.939)$	Segundos
Trasnporte de Catéter limpios	$3 + 4 * \text{BETA}(0.676, 0.701)$	Segundos
Tranporte de Blister	$5.05 + 3.95 * \text{BETA}(0.813, 0.617)$	Segundos
Limpieza de Blister	$5 + 4 * \text{BETA}(1.23, 0.885)$	Segundos
Transporte de Blister limpios	$4 + 4 * \text{BETA}(0.908, 0.429)$	Segundos
Colocar Catéter en blister	NORM(7.98, 0.986)	Segundos
Colocar Esponjas	$5 + 4 * \text{BETA}(0.946, 1.02)$	Segundos
Control Estático	$1 + 3 * \text{BETA}(0.999, 1.19)$	Segundos
Sellado de Blister	$6 + 4 * \text{BETA}(0.674, 0.88)$	Segundos
Inspección de sello del Blister	$4 + 4.84 * \text{BETA}(0.812, 1.68)$	Segundos
Transporte de blister sellado	$3 + 3 * \text{BETA}(1.23, 0.758)$	Segundos
Etiquetado de Pouch	$5.48 + \text{LONG}(1.85, 1.35)$	Segundos
Sellado de Pouch	$6.13 + 2.87 * \text{BETA}(1.14, 0.854)$	Segundos
Inspección de sello del Pouch	$4 + \text{EXPO}(1.43)$	Segundos
Transporte de Poch sellado	$3.1 + 4.9 * \text{BETA}(0.831, 0.602)$	Segundos

*Nota:* En la tabla se detalla las expresiones la distribución ajustada obtenida con la herramienta INPUT ANALYZER para los tiempos de las pruebas operativas. Fuente: Autor.

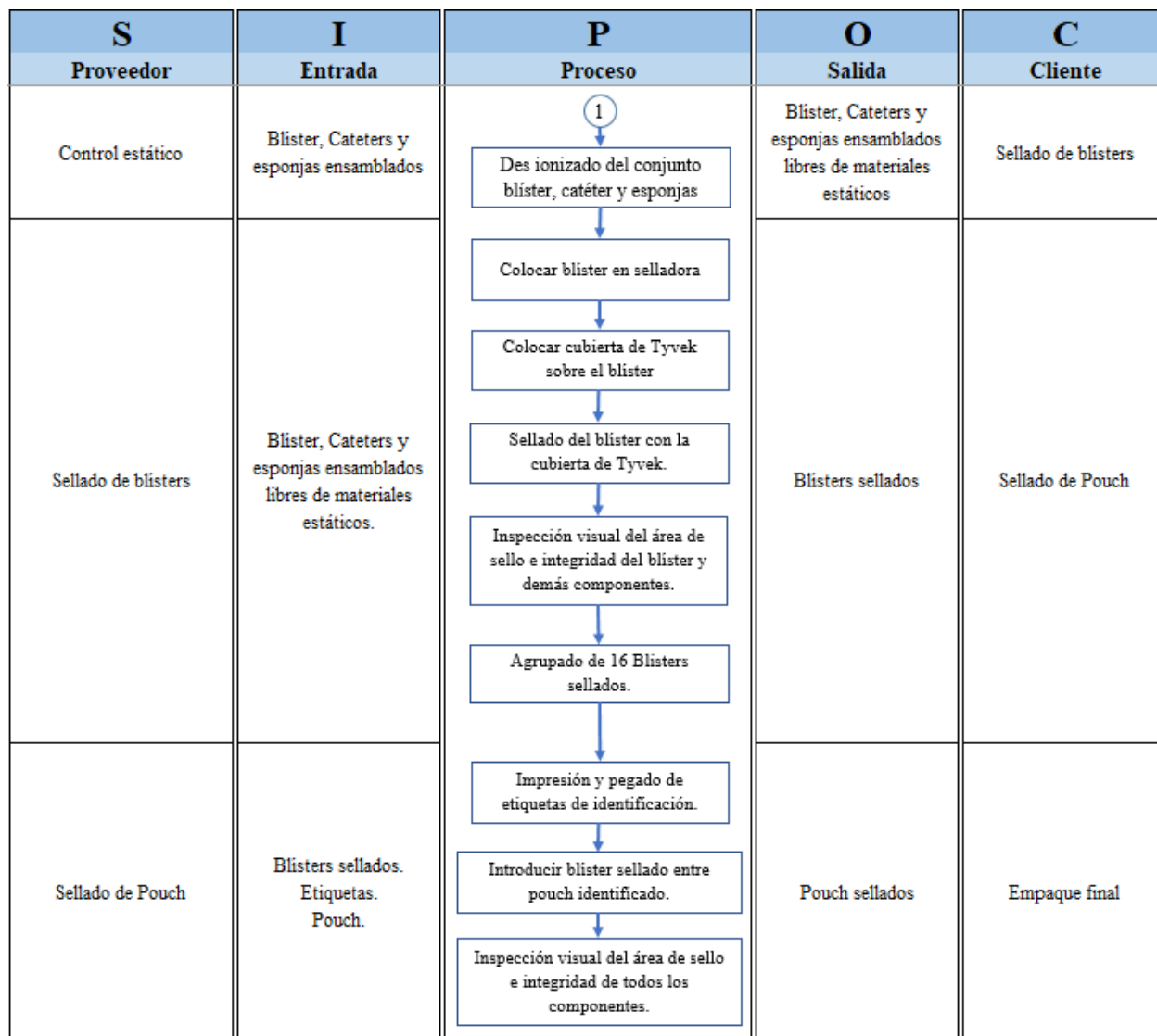
### **Construcción del modelo de simulación.**

Como se menciona, se analizaría el impacto de los cambios de lote frecuentes y el exceso de documentación, recreando en un modelo de simulación de la línea de empaque estéril. Esta simulación permite observar y analizar el comportamiento del sistema, en función de los resultados de la simulación, determina la posibilidad de realizar mejoras que contribuyan en reducir costos de operación, aumentar la productividad, mantener la calidad y satisfacer la demanda. Para mayor entendimiento de la manera en la cual se efectúa los procesos intrínsecos de la línea de empaque estéril, se desarrolla un diagrama SIPOC (Refiérase al apéndice 11).

**Figura 4.25** *Diagrama SIPOC de la línea de empaque estéril.*

**SIPOC - Línea de empaque estéril**

<b>S</b> Proveedor	<b>I</b> Entrada	<b>P</b> Proceso	<b>O</b> Salida	<b>C</b> Cliente
Líneas de ensamble de catéter -Steerable	Bandeja con 96 Catéter ensamblados	<p>Almacenamiento de unidades ensambladas</p> <p>↓</p> <p>Generar orden de empaque estéril</p>	Orden de empaque creada y en cola	Alistamiento
Alistamiento	Formularios de despeje de línea, para cada estación de trabajo.	<p>Verificar en todas las estaciones la ausencia de documentos, materiales y equipos de la orden saliente.</p> <p>↓</p> <p>Identificar cada estación de trabajo con el número de orden entrante.</p> <p>↓</p> <p>Verificar que los materiales corresponden a la orden de producción entrante.</p>	Aprobación para procesar nueva orden de empaque	Pruebas operativas
Pruebas operativas	Muestras de blisters y pouch sellados	<p>Realizar pruebas de fuerza a muestras de blister sellados</p> <p>↓</p> <p>Realizar pruebas de fuerza a muestras de pouch sellados</p>	Aprobación para procesar nueva orden de empaque	Limpieza de blisters y limpieza de Catéter
Limpieza de blisters	Blisters	<p>Sanitización de blister</p> <p>↓</p> <p>Apilado de 8 blister</p>	Blisters limpios	Ensamble de catéter en blister
Limpieza de catéter	Catéter	<p>Segregado de 4 unidades</p> <p>↓</p> <p>Aspirado de handle y conector</p> <p>↓</p> <p>Sanitización de catéter</p> <p>↓</p> <p>Agrupado de 16 cateters</p>	Cateters limpios	Ensamble de catéter en blister
Ensamble de catéter en blister	Blisters y cateters limpios.	<p>Colocar catéter en blister</p> <p>↓</p> <p>Colocar esponjas</p> <p>↓</p> <p>①</p>	Blister, Cateters y esponjas ensamblados	Control estático



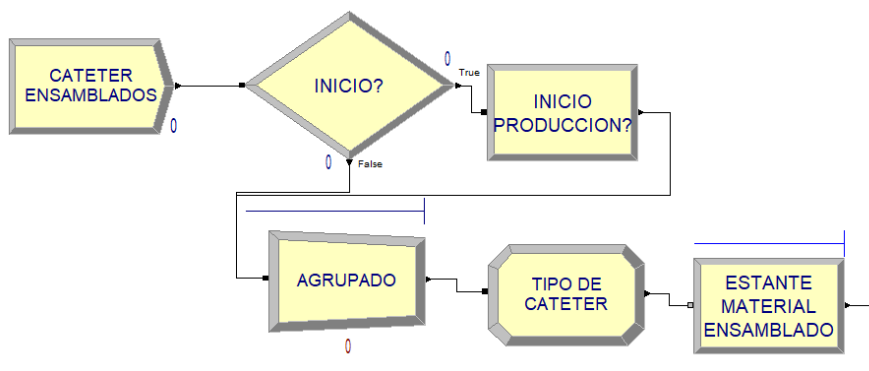
*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC de los procesos ejecutados en la línea de empaque estéril de Steerable. Fuente: Autor.

Debido a la complejidad del modelo y a su gran extensión, se subdivide el modelo por operaciones. Para mayor detalle refiérase al apéndice 12.

### **Llegada de catéteres a la línea de empaque estéril.**

En el primer bloque de la simulación, la llegada de piezas ensambladas en las diferentes líneas de Steerable es modelada, como se muestra en la figura 4.26.

**Figura 4.26** Módulos que simulan la llegada de unidades ensambladas al área de empaque estéril.



*Nota.* La figura muestra los módulos que recrean la llegada de unidades ensambladas al sistema. Fuente: Autor.

En la figura 4.27, se describe el proceso de llegada de catéteres ensamblados a los racks de almacenamiento. Las piezas se trasladan en bandejas, formando grupos de 96 unidades. Cada bandeja viaja con la documentación e identificación del lote correspondiente. Esta actividad enlaza a la solicitud de la orden de producción para la línea de empaque estéril, se considera la cantidad y el tipo de catéter.

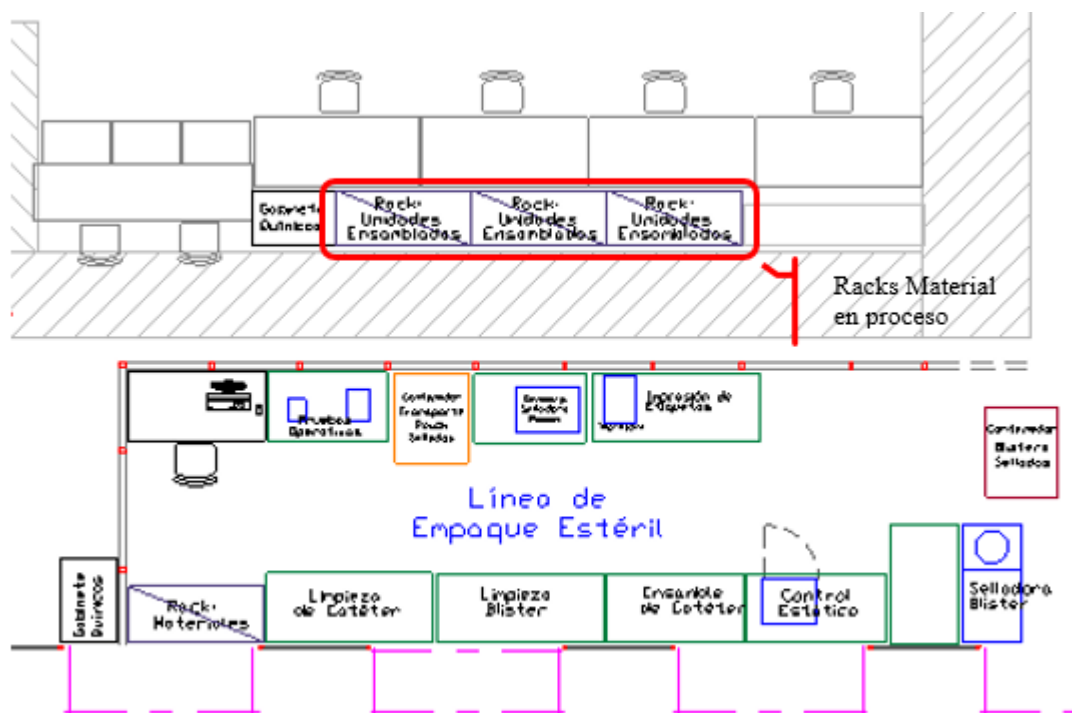
**Figura 4.27** Diagrama SIPOC del proceso de llegada de catéteres ensamblados.

<b>S</b> Proveedor	<b>I</b> Entrada	<b>P</b> Proceso	<b>O</b> Salida	<b>C</b> Cliente
Líneas de ensamble de catéter -Stearable	Bandeja con 96 Catéter ensamblados	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Almacenamiento de unidades ensambladas</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Generar orden de empaque estéril</div>	Orden de empaque creada y en cola	Alistamiento

*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC del proceso de llegada de los lotes de catéteres ensamblados, provenientes de las líneas de ensamble del área de Stearable. Fuente: Autor.

En la figura 4.28 se muestra la ubicación de los racks para el almacenamiento de los lotes de catéteres en cola para ser empacados.

**Figura 4.28** Representación gráfica de la ubicación de los racks de almacenamiento de unidades ensambladas.

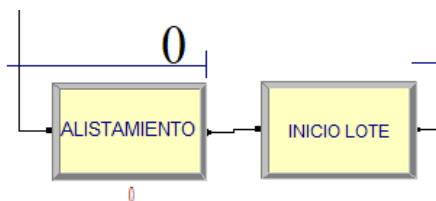


*Nota.* La figura detalla la distribución de la línea de empaque estéril y áreas periféricas para almacenamiento de unidades en cola. Fuente: Autor.

### Proceso de Alistamiento.

El segundo proceso modelado es el de alistamiento, en él se simula la ejecución del despeje de línea. Actividad esencial que faculta el inicio de la manufactura de la nueva orden de trabajo. En la figura 4.29 se detalla el modelado del proceso de alistamiento.

**Figura 4.29** Módulos que simulan el proceso de alistamiento de la línea de empaque estéril.



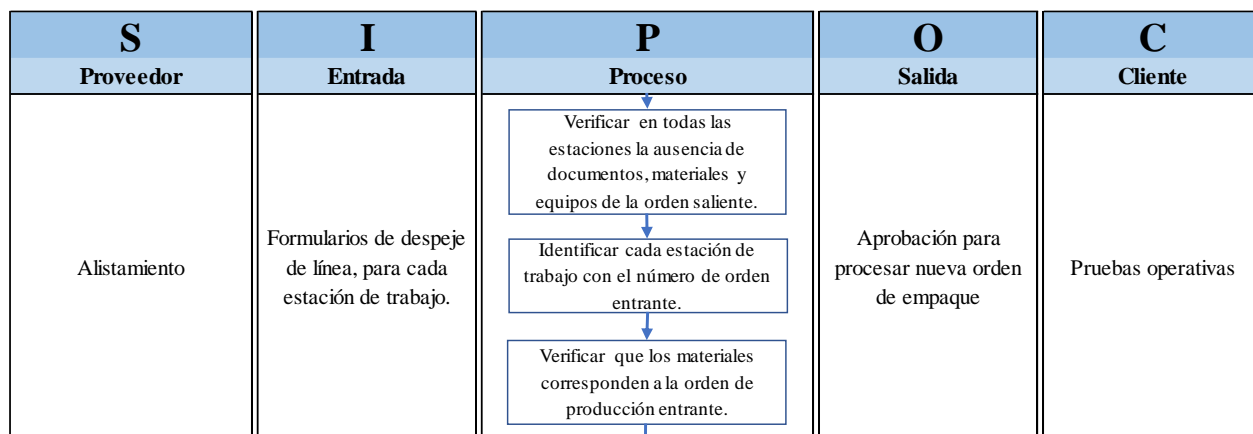
*Nota.* La figura muestra los módulos que recrean la ejecución del despeje de línea.  
Fuente: Autor.

En el proceso de alistamiento se genera los formularios de despeje de línea, para cada estación de trabajo. El despeje de línea se ejecuta en dos etapas, la primera consiste en verificar todos los ítems descritos en el formulario, con el fin de asegurar que todo documento, material, herramienta, accesorio o equipo relacionado con la orden de producción saliente, haya sido retirado de la estación de trabajo.

En la segunda etapa, se identifica las estaciones de trabajo con el número de la nueva orden de manufactura, se verifica la cantidad y materiales ingresados correspondan según lo indicado en la orden de producción.

Estas tareas requieren de dos colaboradores, uno quien ejecuta la verificación de los ítems de cada etapa y el segundo colaborador lo confirma, ambos deben firmar dicho documento, el cual se adjunta a la orden de manufactura. En la siguiente figura se describe gráficamente este proceso.

**Figura 4.30** Diagrama SIPOC del proceso de alistamiento.

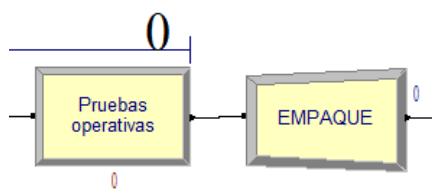


*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC del proceso de alistamiento en la línea de empaque estéril. Fuente: Autor.

### Proceso de pruebas operativas.

El tercer bloque de la simulación, corresponde a las pruebas operativas, en este proceso se crea las muestras de blíster y pouch sellados, para realizar las pruebas de fuerza a cada una de las muestras. A continuación, el modelado en ARENA para la estación de pruebas operativas.

**Figura 4.31** Módulos que simulan el proceso de pruebas operativas de la línea de empaque estéril.

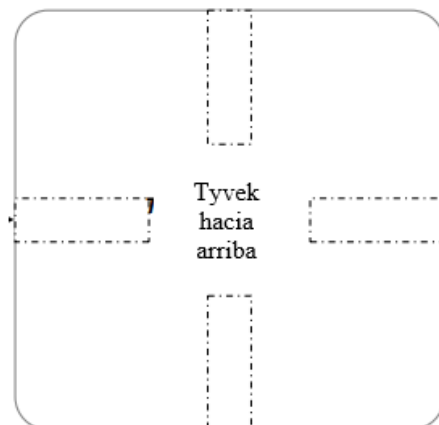


*Nota.* La figura muestra los módulos que recrean la ejecución de las pruebas operativas. Fuente: Autor.

Como parte de los requerimientos de calidad, se desarrolla pruebas operativas a muestras de blísteres y pouches sellados. De cada muestra se extrae bandas de material llamadas cupones,

cada cupón se extrae desde la periferia hacia el centro del blíster o pouch, incluye el área de sello, según se muestra en las siguientes figuras.

**Figura 4.32** *Localización de los cortes para cupones del blíster sellado.*



*Nota.* La figura muestra la localización de las áreas donde se debe extraer los cupones por utilizar en las pruebas de fuerza. Fuente: Centro de documentación Abbott Medical 2020.

**Figura 4.33** *Localización de los cortes para cupones del pouch sellado.*



*Nota.* La figura muestra la localización de las áreas donde se debe extraer los cupones por utilizar en las pruebas de fuerza. Fuente: Centro de documentación Abbott Medical 2020.

Para el corte de los cupones, se utiliza equipos de corte diseñados específicamente para extraer los cupones con la forma y dimensiones, según los requerimientos establecidos en las

especificaciones de empaque del producto. En las figuras 4.32 y 4.33 se muestra los equipos de corte de cupones.

**Figura 4.34** Herramienta de corte de cupones y cupón extraído del blíster.



*Nota.* La figura muestra la localización de las áreas donde se debe extraer los cupones por utilizar en las pruebas de fuerza. Fuente: Centro de documentación Abbott Medical 2020.

**Figura 4.35** Herramienta de corte de cupones en el pouch.



*Nota.* La figura muestra la localización de las áreas donde se debe extraer los cupones por utilizar en las pruebas de fuerza. Fuente: Centro de documentación Abbott Medical 2020.

Las pruebas de fuerza deben de cumplir con los siguientes parámetros.

**Tabla 4.15** *Parámetros de aceptación para pruebas de sellado del blíster y el pouch.*

Límites	Límites de fuerza		Acciones
	Blíster (lbs)	Pouch (lbs)	
Límite superior	2.50	10.00	Contactar a Ingeniería de Manufactura
Alerta límite superior	2.25	9.00	Rechazar y ajustar
Mínimo superior	2.00	8.00	Aceptado
Mínimo inferior	1.10	1.80	Aceptado
Alerta límite inferior	1.00	1.65	Rechazar y ajustar
Límite inferior	0.92	1.50	Contactar a Ingeniería de Manufactura

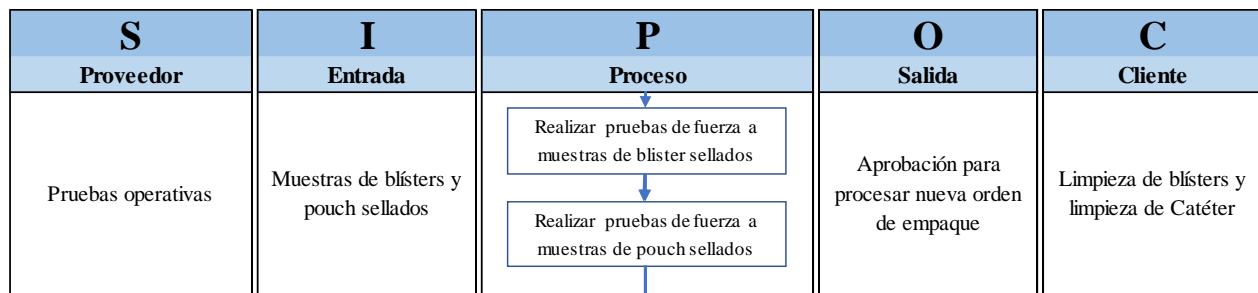
*Nota:* En la tabla se detalla los límites para las pruebas de fuerza en el área de sellado de los blísteres y pouch. Fuente: Departamento de Documentación Abbott Medical 2020.

Los resultados de las pruebas operativas se documentan en formularios específicos para cada equipo de sellado.

Estas actividades requieren de dos colaboradores, uno quien extrae los cupones de las muestras, el otro ejecuta y documenta los resultados de las pruebas, ambos deben firmar dicho documento, el cual se adjunta a la orden de manufactura.

Si los resultados de las pruebas son conformes con las especificaciones, se da inicio a las operaciones de limpieza de blísteres y catéteres. En la siguiente figura se describe gráficamente el proceso.

**Figura 4.36** Diagrama SIPOC del proceso de pruebas operativas.

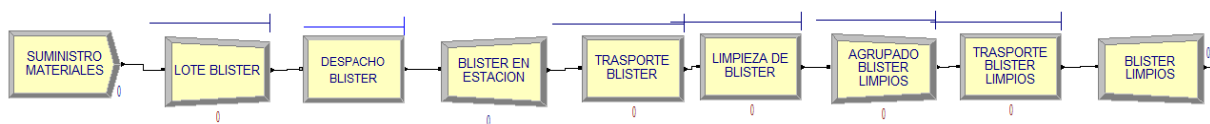


*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC del proceso de pruebas operativas en la línea de empaque estéril. Fuente: Autor.

### Proceso de limpieza de blíster.

En este bloque se modela el proceso de limpieza de blíster, el cual inicia con la llegada de los materiales al rack de almacenamiento, y posteriormente se trasladan hasta la estación en donde se realiza la sanitización individual de cada blíster. En la figura 4.37 se muestra el conjunto de módulos los cuales replican esta operación.

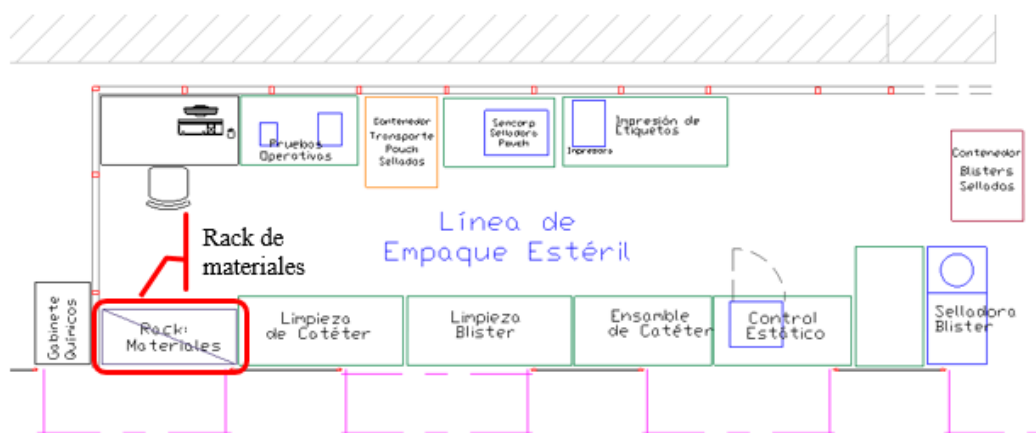
**Figura 4.37** Módulos que simulan el proceso de limpieza de blíster en la línea de empaque estéril.



*Nota.* La figura muestra los módulos que recrean la limpieza de blísteres. Fuente: Autor.

Los materiales se despachan desde la bodega y se almacenan en el rack de materiales, localizado junto a la puerta de acceso al área de empaque estéril, como se muestra en la siguiente figura.

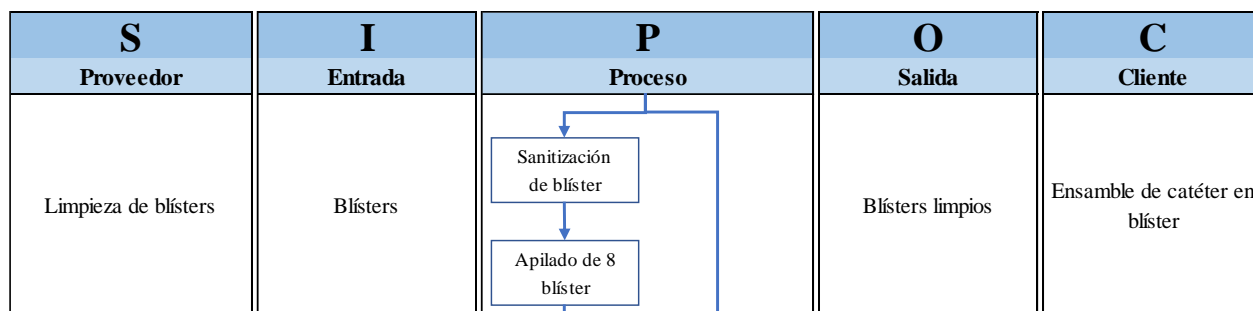
**Figura 4.38** Representación gráfica de la ubicación del rack de almacenamiento de materiales.



*Nota.* La figura detalla la ubicación del rack para almacenar los materiales requeridos en la manufactura de empaque estéril. Fuente: Autor.

Los blísteres se transportan desde el rack a la estación de limpieza de blísteres. Con una toalla impregnada de alcohol isopropílico se realiza su sanitización, una vez limpios se apilan formando torres de ocho unidades, seguidamente se trasladan manualmente a la estación de ensamble de catéter en blíster. En el diagrama SIPOC se describe gráficamente el proceso en mención.

**Figura 4.39** Diagrama SIPOC del proceso de pruebas operativas.

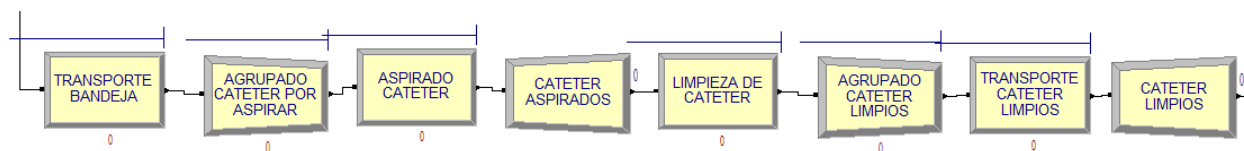


*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC del proceso de limpieza de blísteres en la línea de empaque estéril. Fuente: Autor.

## Proceso de limpieza de catéteres.

El bloque que simula la operación de limpieza de catéteres tiene como condicionante, que el despeje de línea y las pruebas operativas se completen satisfactoriamente. Para replicar sistemáticamente las tareas de esta operación se implementa la siguiente secuencia de módulos.

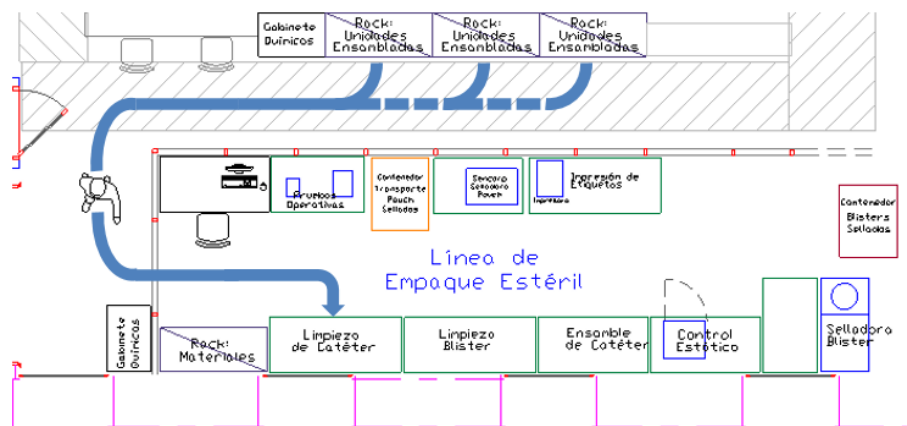
**Figura 4.40** Módulos que simulan el proceso de limpieza de catéteres en la línea de empaque estéril.



*Nota.* La figura muestra los módulos que recrean la limpieza de catéteres. Fuente: Autor.

Los catéteres se transportan en bandejas, las cuales contienen el total de las unidades que forman el lote de manufactura, así como su debida documentación. Las bandejas se trasladan desde los racks donde se almacena los lotes en cola, hasta la estación de limpieza de catéteres. Se muestra a continuación.

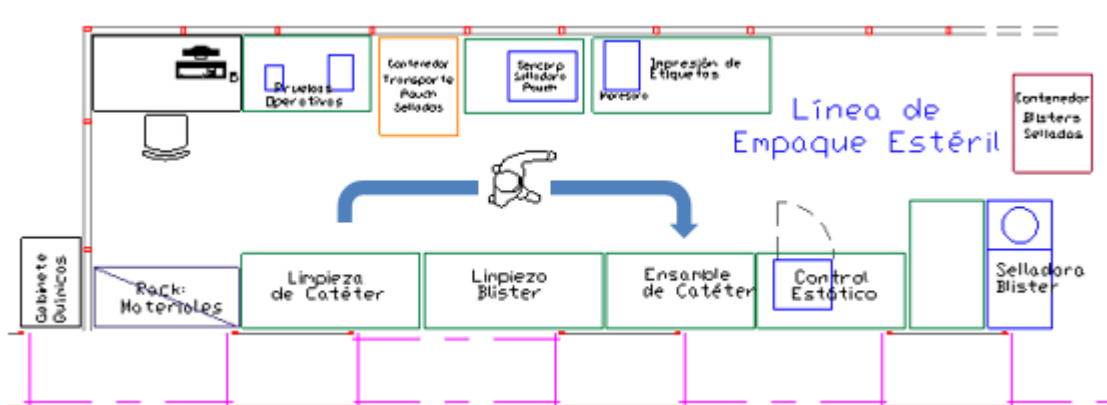
**Figura 4.41** Representación gráfica del recorrido entre rack de almacenamiento y estación de limpieza de catéteres.



*Nota.* La figura detalla el recorrido para transportar las bandejas desde el rack de almacenamiento de lotes en cola, hasta la estación para limpieza de catéteres en la línea de empaque estéril. Fuente: Autor.

Con la bandeja en la estación, los catéteres se segregan en grupos de cuatro unidades para continuar con el proceso de aspirado, en donde se elimina residuos y partículas contenidos en el handle y el conector. Posteriormente, se sanitizan con una toalla impregnada con alcohol isopropílico. Los catéteres limpios se retienen hasta formar grupos de 16 piezas, luego se transportan manualmente a la estación de ensamble de catéter en blíster. Ver figura 4.42.

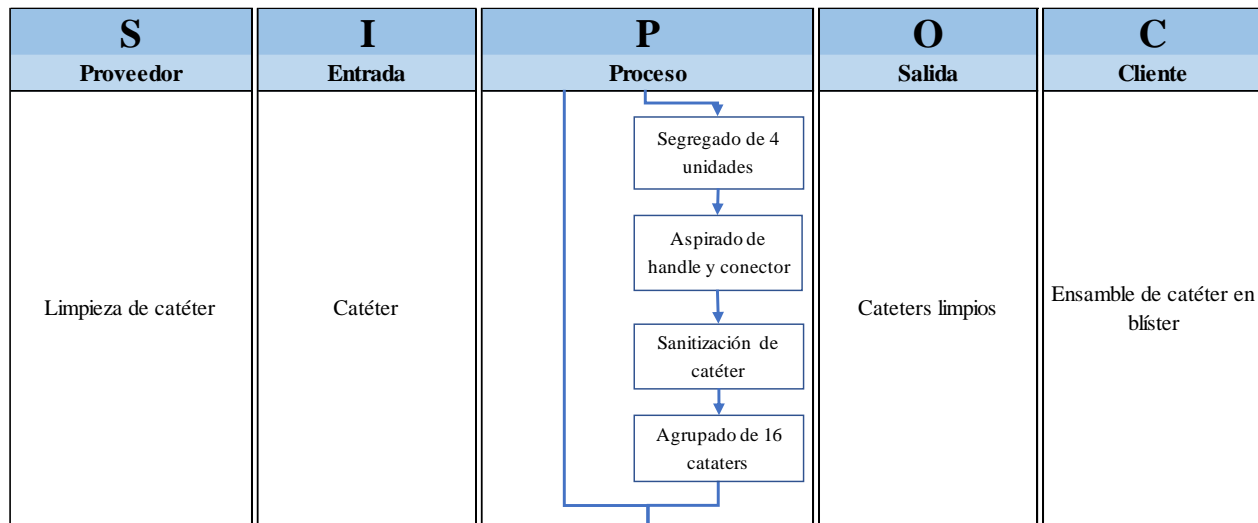
**Figura 4.42** Representación gráfica del recorrido entre las estaciones de limpieza de catéteres y ensamble de catéter en blíster.



*Nota.* La figura detalla el recorrido para transportar los catéteres limpios hasta la estación de ensamble de catéter en blíster. Fuente: Autor.

En la figura 4.43 se describe gráficamente las actividades desarrolladas en la operación de limpieza de catéteres.

**Figura 4.43** Diagrama SIPOC del proceso de limpieza de catéteres.

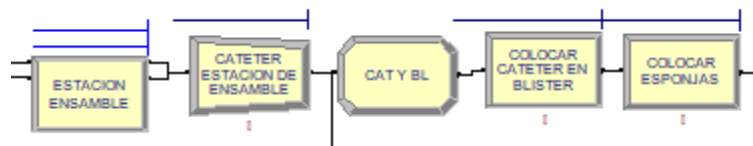


*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC del proceso de limpieza de catéteres en la línea de empaque estéril. Fuente: Autor.

### Operación de ensamble de catéter en blíster.

La operación de ensamble de catéter en blíster se modela mediante la siguiente secuencia de módulos.

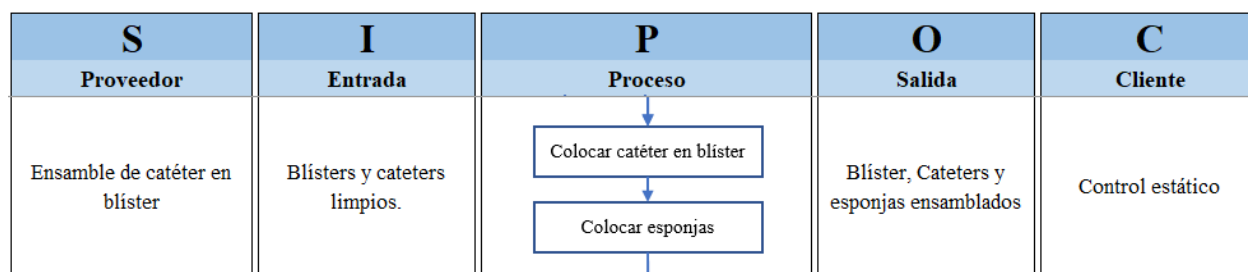
**Figura 4.44** Módulos que simulan el proceso de limpieza de catéteres en la línea de empaque estéril.



*Nota.* La figura muestra los módulos, los cuales recrean el ensamble de los catéteres en los blísteres. Fuente: Autor.

En la operación de ensamble de catéter en blíster, se coloca y acomoda el catéter dentro de un blíster, luego el catéter se inmoviliza dentro del blíster insertando cuatro esponjas, las cuales se ubican estratégicamente.

**Figura 4.45** Diagrama SIPOC del proceso de colocar catéter en blíster.

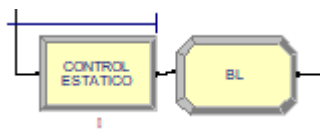


*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC del proceso de colocar catéter en blíster.  
Fuente: Autor.

### Operación de control estático.

La simulación de las actividades correspondientes a la operación de control estático, se representan por los siguientes módulos.

**Figura 4.46** Módulos que simulan el proceso de control estático en la línea de empaque estéril.



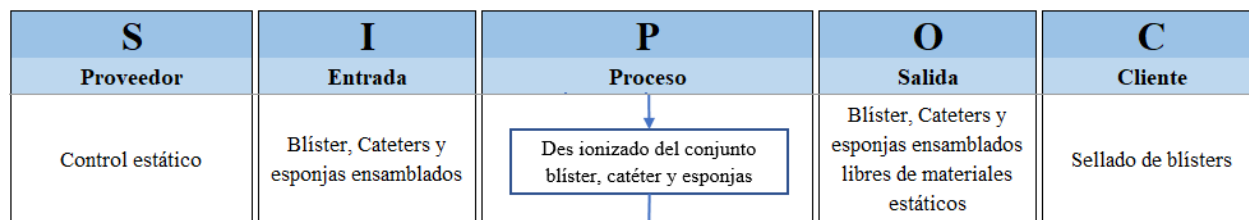
*Nota.* La figura muestra los módulos que recrean el control estático de los catéteres ensamblados en los blisters. Fuente: Autor.

El control estático se realiza con la ayuda de una máquina, la cual mantiene un flujo constante de aire ionizado en la parte superior y vacío en la parte inferior. Las unidades se deslizan a través de la cortina de aire ionizado para eliminar la corriente estática acumulada en

los dispositivos, y así desprender cualquier partícula adherida a ellos, siendo succionada por el vacío.

Las unidades que completan el proceso de control estático continúan hacia la estación de sellados de blísteres.

**Figura 4.47** Diagrama SIPOC del proceso de control estático.

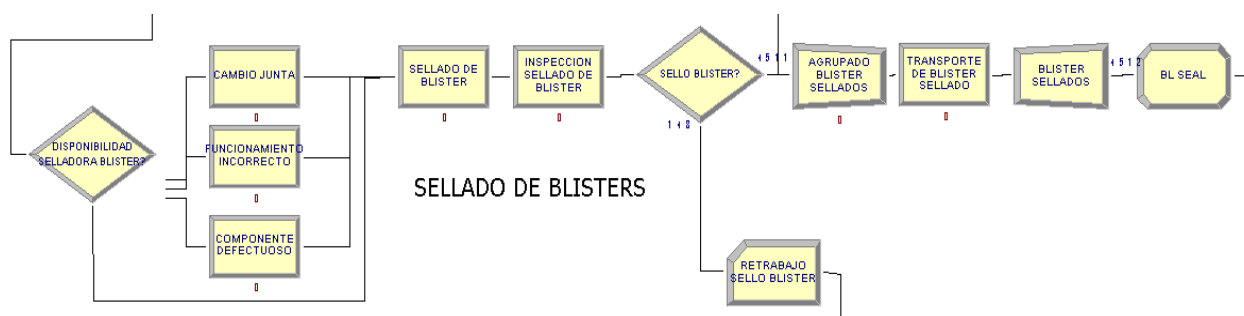


*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC del proceso de colocar catéter en blíster.  
Fuente: Autor.

### Operación sellado de blísteres.

El proceso de sellado de blísteres se simula como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 4.48** Módulos que simulan el proceso de sellado de blísteres en la línea de empaque estéril.



*Nota.* La figura muestra los módulos que recrean el proceso de sellado de blísteres.  
Fuente: Autor.

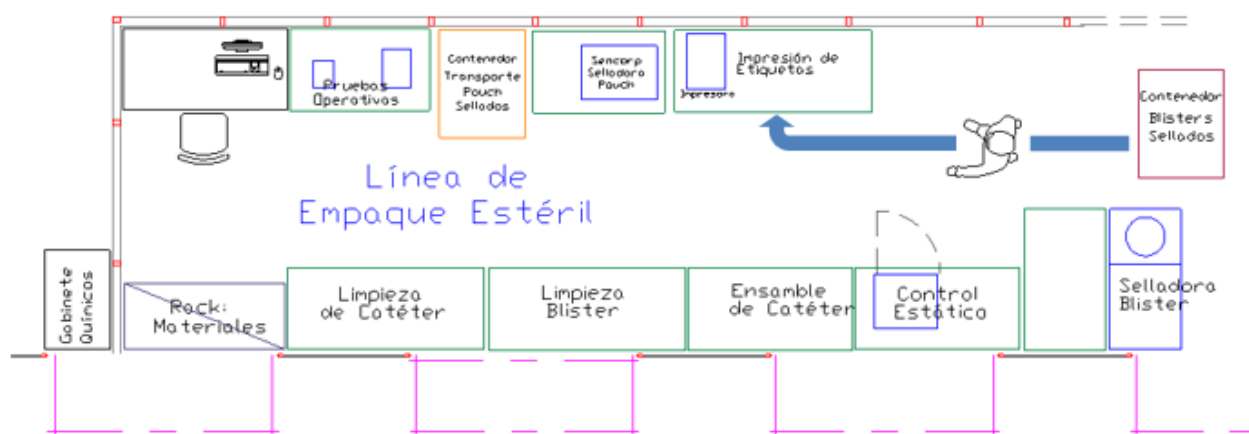
Los blísteres provenientes de la estación de control estático, se colocan individualmente en el cargador de materiales, se agrega sobre el blíster una lámina de Tyvek, posteriormente se cierra la cámara de sellado y una vez pase el tiempo programado, el blíster y el Tyvek están adheridos entre sí, forman la primer barrera estéril para el catéter, el cual se encuentra en el interior.

Los blísteres sellados se revisan visualmente en busca de canales, burbujas, pliegues o partículas en la sección del sello, con el fin de garantizar su integridad. Adicionalmente, se inspecciona el blíster, Tyvek, catéter y esponjas, para asegurar las partes que forman el conjunto estén en buenas condiciones y libres de materiales extraños, los cuales comprometan la calidad del producto.

Si durante la inspección visual se encuentra alguna inconformidad en la unidad, esta se envía de vuelta a la estación de ensamble de catéter en blíster para realizar el retrabajo correspondiente, el cual consiste en abrir el blíster sellado, extraer el catéter y colocarlo en nuevo blíster, con sus nuevas esponjas. El blíster, pouch y esponjas utilizados en el empaque defectuoso se desechan. La unidad retrabajada continúa con el proceso normal de las operaciones restantes en la secuencia establecida.

Las piezas conformes se colocan en un contenedor, se forma torres de 16 unidades y se transportan manualmente a la estación de sellado de pouch.

**Figura 4.49** Representación gráfica del recorrido entre las estaciones de sellado de blísteres y sellado de pouch.



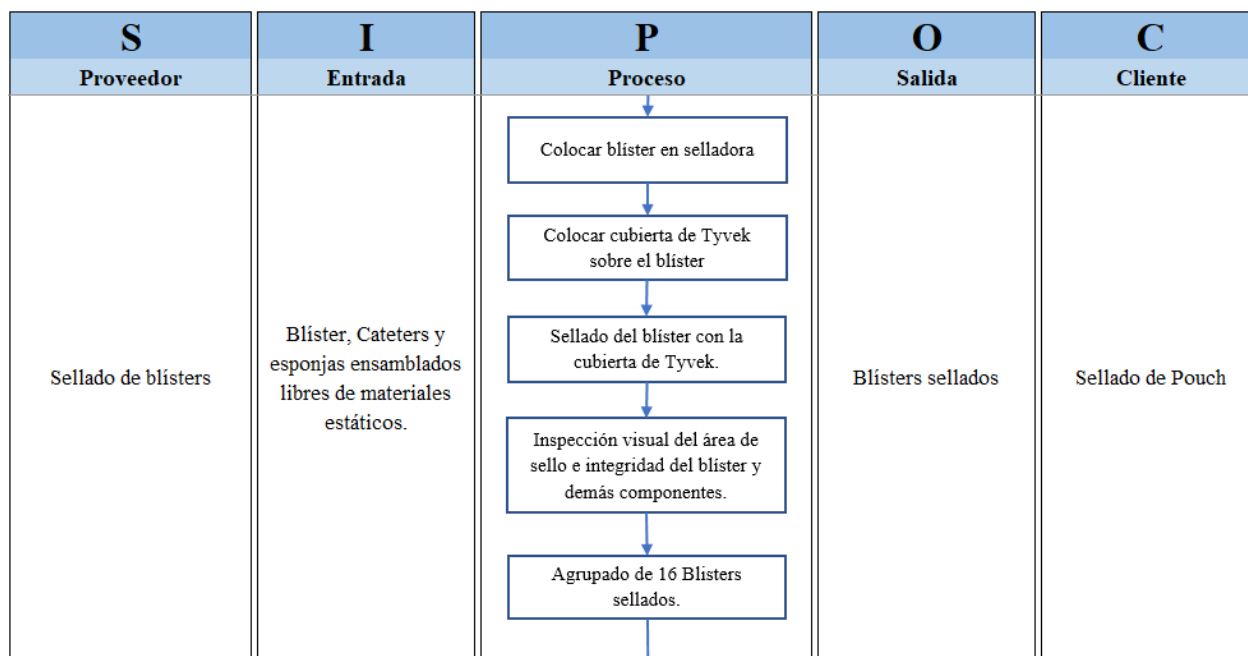
*Nota.* La figura detalla el recorrido para transportar los blísteres sellados a la estación de sellado de pouch. Fuente: Autor.

Es importante mencionar que, en esta operación, el equipo de sellado es fundamental. La disponibilidad y buen funcionamiento del equipo intervienen en la productividad de la línea de empaque, como se menciona anteriormente, la selladora de blísteres presenta problemas de funcionamiento, tiempos de paro por repuestos y tiempos muertos prolongados por cambios de junta de sellado, la cual es responsable de sellos defectuosos y particulado. El cambio de la junta de sellado, representa 96 horas de paro, tiempo requerido para el curado del adhesivo de la junta de sellado.

Durante el tiempo de paro, los catéteres ensamblados se acumulan en los racks de almacenamiento, y provocan un exceso de material en ellos, e incrementan el riesgo de provocar daños en las unidades o caídas al piso. Adicionalmente, el atraso del plan de manufactura, desencadena el uso del tiempo extraordinario para empacar los lotes en cola y satisfacer la demanda.

El proceso de sellado se describe gráficamente a continuación.

**Figura 4.50** Diagrama SIPOC del proceso de sellado de blisters.

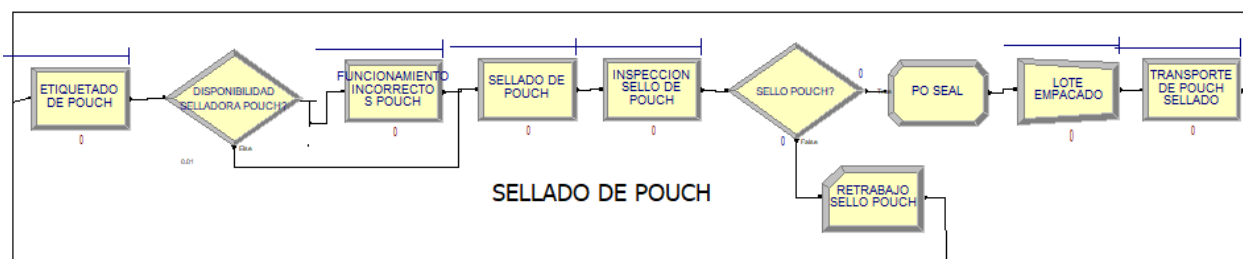


*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC del proceso de sellado de blisters. Fuente: Autor.

**Proceso de sellado de pouch.**

Para el modelado del proceso de sellado de pouch se utiliza los siguientes módulos.

**Figura 4.51** Módulos que simulan el proceso de sellado de pouch en la línea de empaque estéril.

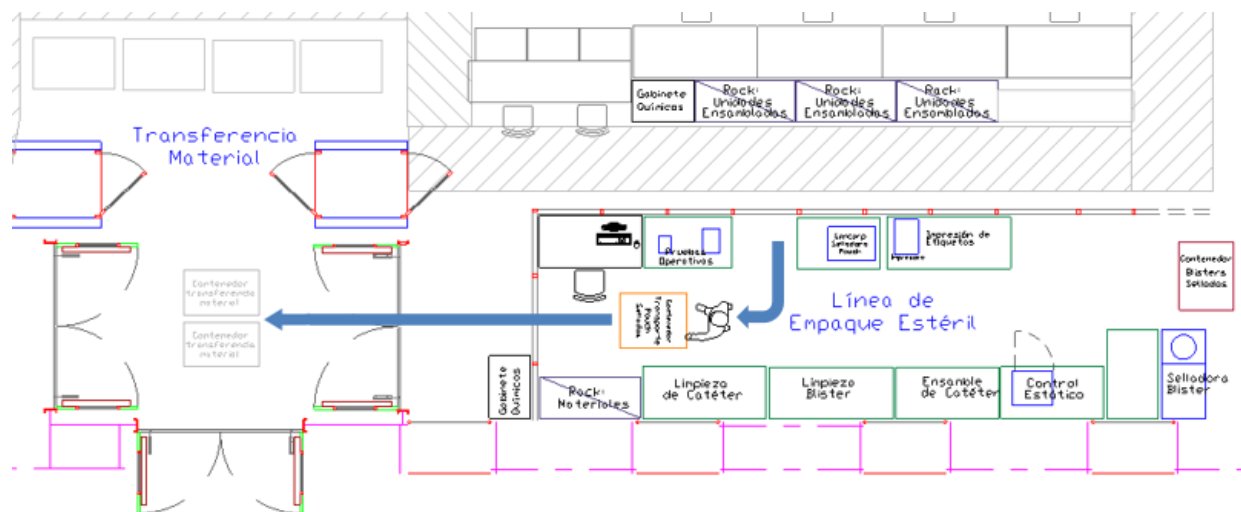


*Nota.* La figura muestra los módulos que recrean el proceso de sellado de pouch. Fuente: Autor.

Las unidades ingresan al área identificación de pouch, en donde se imprime y adhiere las etiquetas al pouch. En el interior del pouch identificado se coloca un blíster sellado, posteriormente el extremo abierto del pouch, se inserta entre las mordazas temperadas y se completa la unión entre las dos caras del pouch. Una vez completado el sellado del pouch, se realiza la inspección visual del área de sello, para verificar la ausencia de canales, burbujas, rasgaduras, pliegues o partículas.

Los pouch con alguna de las características anteriores se retornan al inicio de la operación para ser re empacados en un nuevo pouch. Las unidades que cumplen con las especificaciones se almacenan en un contenedor, al completar el total de unidades las cuales forman el lote, el contenedor se traslada manualmente hasta el área de transferencia de material, y posteriormente se traslada a otra sección de la planta denominada empaque final.

**Figura 4.52** Representación gráfica del recorrido entre las estaciones de sellado de pouch y el área de transferencia de materiales.



*Nota.* La figura detalla el recorrido al trasladar el contenedor de pouch sellados al área de transferencia de materiales. Fuente: Autor.

Por ser una actividad en donde se involucra la selladora, el rendimiento de esta estación de trabajo se relaciona con la disponibilidad y funcionamiento del equipo. En la siguiente tabla se describe actividades y tiempos de paro para la selladora de pouch.

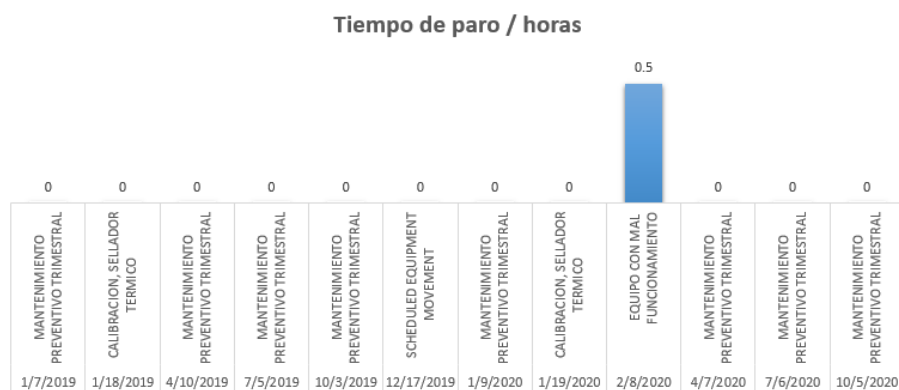
**Tabla 4.16** Asistencia técnica en la selladora de blíster desde enero 2019 hasta octubre 2020.

Fecha	Tipo de Evento	Tiempo de paro / horas
1/7/2019	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	0
1/18/2019	CALIBRACION, SELLADOR TERMICO	0
4/10/2019	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	0
7/5/2019	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	0
10/3/2019	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	0
12/17/2019	SCHEDULED EQUIPMENT MOVEMENT	0
1/9/2020	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	0
1/19/2020	CALIBRACION, SELLADOR TERMICO	0
2/8/2020	EQUIPO CON MAL FUNCIONAMIENTO	0.5
4/7/2020	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	0
7/6/2020	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	0
10/5/2020	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	0
<b>Tiempo total de paro</b>		<b>0.5</b>

*Nota:* Datos suministrados por el Departamento de Mantenimiento, Abbott Medical (2020).

Las demás actividades inscritas son mantenimientos y calibraciones programadas, las cuales se ejecutan en horas o días no laborales, con el fin de no impactar las operaciones de manufactura. Ver apéndice 5 para más detalle.

**Figura 4.53** Gráfico de tiempos de paro de la selladora de pouch desde enero 2019 hasta octubre 2020.

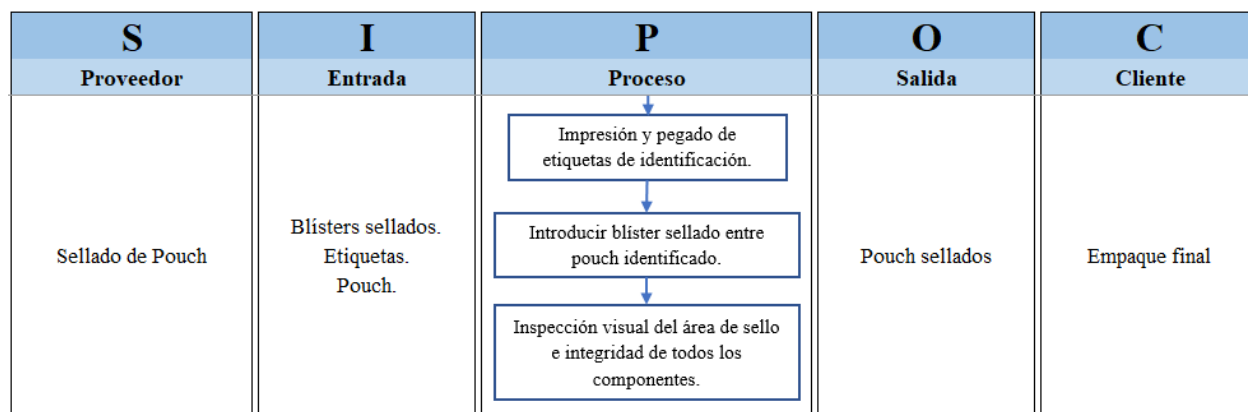


*Nota.* El gráfico muestra el tiempo de paro de la selladora de pouch desde enero 2019 hasta octubre 2020. Fuente: Autor.

En este caso específico, la selladora mantiene una tendencia en donde refleja su estabilidad, pues en el periodo enero 2019 a octubre 2020, se registra un paro con una duración de 0.5 horas, representa el 0.007% del tiempo total del periodo mencionado.

A continuación, el diagrama SIPOC ilustra gráficamente el proceso de sellado de pouch.

**Figura 4.54** Diagrama SIPOC del proceso de sellado de pouch.



*Nota.* La figura muestra el diagrama SIPOC del proceso de sellado de pouch. Fuente: Autor.

Como se menciona al inicio de este capítulo, la línea de empaque estéril en Steerable, empaca un promedio de 4415 catéteres por semana, según el registro de producción.

El periodo de referencia comprende desde julio 2019 a junio 2020, con un total de 51 semanas, se describe a continuación.

**Tabla 4.17** Órdenes manufacturadas por semana durante el periodo julio 2019 a junio 2020.

Año_Semana	Órdenes producidas	Año_Semana	Órdenes producidas	Año_Semana	Órdenes producidas
19_26	54	19_43	52	20_09	50
19_27	51	19_44	59	20_10	50
19_28	17	19_45	51	20_11	47
19_29	66	19_46	38	20_12	40
19_30	63	19_47	43	20_13	53
19_31	44	19_48	61	20_14	50
19_32	46	19_49	56	20_17	37
19_33	52	19_50	53	20_18	8
19_34	50	19_51	50	20_19	31
19_35	54	20_01	10	20_20	19
19_36	35	20_02	46	20_21	35
19_37	50	20_03	43	20_22	33
19_38	60	20_04	46	20_23	48
19_39	51	20_05	62	20_24	41
19_40	58	20_06	46	20_25	46
19_41	65	20_07	48	20_28	47
19_42	38	20_08	51	20_29	42

*Nota.* La tabla detalla la cantidad de órdenes de producción manufacturas semanalmente desde julio 2019 a junio 2020. Fuente: Departamento de Producción Abbott Medical 2020.

Por lo tanto, actualmente la línea de empaque estéril en Steerable produce un promedio 46 órdenes semanales.

La simulación del proceso de la línea de empaque estéril, confirma la línea tiene una capacidad actual para manufacturar 47 lotes por semana.

El impacto de la documentación requerida por los cambios de lote, como el despeje de línea y las pruebas operativas, se registran en el reporte generado por la simulación (ver apéndice 13).

**Tabla 4.18** *Tiempo acumulado por actividades documentales.*

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de ejecuciones</b>	<b>Tiempo por ejecución / horas</b>	<b>Tiempo acumulado por semana / horas</b>
Alistamiento	47	0.215	10.106
Pruebas operativas	47	0.173	8.152
<b>Tiempo acumulado por semana</b>	<b>94</b>	<b>0.388</b>	<b>18.258</b>

*Nota.* La tabla detalla el tiempo acumulado semanalmente por las actividades documentales en las actividades de Alistamiento y en Pruebas operativas. Fuente: Reporte Situación Inicial Línea Empaque Estéril Steerable. Software Arena.

Las tareas documentales realizadas por el alistamiento y las pruebas operativas, se llevan a cabo en cada operación 47 veces semanalmente, se utiliza 18.26 horas. Esto representa un 20.87% del tiempo total laborado durante la semana.

El tiempo utilizado en los documentos reduce la capacidad de producción de la línea, pues durante este tiempo potencialmente se podría producir 931 unidades, tomando en cuenta que la razón de producción es de 51 unidades por hora, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4.19** *Impacto de las actividades documentales en la capacidad de producción.*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo acumulado por semana / horas</b>	<b>Cantidad de unidades no producidas</b>
Alistamiento	10.106	515
Pruebas operativas	8.152	416
<b>Tiempo acumulado por semana</b>	<b>18.258</b>	<b>931</b>

*Nota.* La tabla detalla el tiempo acumulado semanalmente por las actividades documentales y la cantidad de unidades que no se procesan. Fuente: Autor

Con base en la situación actual de la línea de empaque estéril, el Departamento de Manufactura debe laborar 30 horas extras por semana para alcanzar la meta de producción.

**Tabla 4.20** *Impacto económico semanal por tiempo extraordinario.*

Cantidad de Colaboradores	Turno	Salario promedio por hora / \$	Horas regulares	Horas regulares (Sabado)	% horas mixtas	Monto por horas regulares / \$	Horas Extras	% horas nocturnas	Monto por horas extras / \$	Monto total por semana / \$
6	Mañana	3.00	47.5			855.00	9		243.00	1,098.00
6	Tarde	3.00	32.5	7.5	0.1428	787.50	8	0.3300	263.52	1,051.02
<b>Total</b>						<b>1,642.50</b>			<b>506.52</b>	<b>2,149.02</b>

*Nota.* La tabla detalla el impacto económico semanal en la línea de empaque estéril.

Fuente: Autor

En la tabla anterior se desglosa el impacto económico por salario semanal en el centro de costo de la línea de empaque estéril, para alcanzar la meta de producción. Actualmente la línea empaqueta un promedio de 4415 catéteres, durante las 87.5 horas regulares de la semana, considerando ambos turnos. Semanalmente se labora 17 horas extraordinarias para cumplir con el objetivo semanal de manufactura, ello representa un 19.42% de tiempo adicional y un 30.38% de incremento en el pago por salarios.

Así como incrementa la cantidad de horas laboradas y los costos por salarios, los incrementos se reflejan en la cantidad de documentos requeridos por despejes de línea y pruebas operativas (ver apéndice 14). Se muestra a continuación.

**Tabla 4.21** *Impacto de las actividades documentales en la capacidad de producción durante el tiempo extraordinario.*

Actividad	Cantidad de ejecuciones	Tiempo por ejecución / horas	Tiempo acumulado por semana / horas	Cantidad de unidades no producidas
Alistamiento	9	0.215	2.179	111
Pruebas operativas	9	0.173	2.948	150
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>0.388</b>	<b>5.127</b>	<b>261</b>

*Nota.* La tabla detalla el tiempo acumulado semanalmente por las actividades documentales durante la jornada extraordinaria y la cantidad de unidades no procesadas.

Fuente: Autor

Es importante destacar que las actividades de alistamiento y pruebas operativas representan un costo de operación, el cual se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 4.22** *Costos semanales relacionados con las operaciones de alistamiento y pruebas operativas.*

Actividad	Cantidad de ejecuciones	Tiempo acumulado por semana / horas	Costo por hora / \$	Costo por semana / \$
Alistamiento	56	12.28	3596.52	44182.89
Pruebas operativas	56	11.10	2876.65	31931.39
<b>Total</b>	<b>112</b>	<b>23.39</b>	<b>6473.17</b>	<b>76114.28</b>

*Nota.* La tabla detalla los costos por semana de las actividades documentales en las operaciones de alistamiento y pruebas operativas. Fuente: Autor

Los montos mencionados en la tabla anterior, corresponden a los costos asociados con las operaciones de alistamiento y pruebas operativas, realizados durante las 104.5 horas laboradas por semana, 87.5 horas de jornada regular y 17 horas extraordinarias, entre ambos turnos.

La segunda causa contribuyente en el 80% del problema, son los paros de los equipos, principalmente la selladora de blíster, la cual registra tiempos de paro debidos a cambios de junta, por mal funcionamiento y parte defectuosa.

Los paros por mal funcionamiento del equipo y por parte defectuosa, se analizan en la simulación del proceso de la línea de empaque estéril, entre ambas actividades acumulan 3.16 horas de equipo detenido. Esto representa el 3.62% del periodo laboral regular de la semana.

**Tabla 4.23** *Tiempo acumulado por tiempos de paro de la selladora de blíster.*

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de ejecuciones</b>	<b>Tiempo por ejecución / horas</b>	<b>Tiempo acumulado por semana / horas</b>
Componente defectuoso	9	0.1565	1.4081
Funcionamiento incorrecto	7	0.2759	1.7611
<b>Tiempo acumulado por semana</b>	<b>16</b>	<b>0.4324</b>	<b>3.1692</b>

*Nota.* La tabla detalla el tiempo acumulado semanalmente por los tiempos de paro de la selladora de blíster, durante la jornada laboral regular. Fuente: Autor

**Tabla 4.24** *Impacto en la capacidad de producción por tiempo de paro de la selladora de blíster, en tiempo regular.*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo acumulado por semana / horas</b>	<b>Cantidad de unidades no producidas</b>
Componente defectuoso	1.4081	72
Funcionamiento incorrecto	1.7611	90
<b>Tiempo acumulado por semana</b>	<b>3.1692</b>	<b>162</b>

*Nota.* La tabla detalla el tiempo acumulado semanalmente por los tiempos de paro de la selladora de blíster y la cantidad de unidades no procesadas durante el tiempo de paro en la jornada laboral regular. Fuente: Autor

Como se muestra en la tabla anterior, los tiempos de paro tienen una afectación directa en la capacidad de producción, pues 162 unidades no serían selladas, las cuales representan el 3.66%, y afectan la meta semanal de manufactura durante el tiempo regular de producción.

La producción programada en tiempo extraordinario, no escapa a las interrupciones de actividades por fallas en el equipo de sellado de blísteres.

**Tabla 4.25** Impacto en la capacidad de producción por tiempo de paro de la selladora de blíster, en tiempo extraordinario.

Actividad	Tiempo acumulado por semana / horas	Cantidad de unidades no producidas
Componente defectuoso	0.4365	22
Funcionamiento incorrecto	0.3376	17
<b>Total</b>	<b>0.7741</b>	<b>39</b>

*Nota.* La tabla detalla el tiempo acumulado semanalmente por los tiempos de paro de la selladora de blíster y la cantidad de unidades no procesadas durante el tiempo de paro en la jornada laboral extraordinaria. Fuente: Autor

La simulación refleja: en el tiempo extraordinario semanal, 39 unidades no son procesadas en la línea de empaque estéril, esto corresponde a 4.40%, por tiempos muertos del equipo de sellado de blísteres.

Es importante mencionar que los paros por mal funcionamiento del equipo y por parte defectuosa en la máquina selladora de blísteres, son problemas los cuales asume el Departamento de Mantenimiento, como parte de un proyecto interno de mejora continua, por tal razón estos aspectos no se incluyen en las propuestas de solución.

Los retrabajos por sellos no conformes, contribuyen en el no cumplimiento de la meta. Semanalmente 137 unidades se retornan desde la estación de sellado de blíster hasta la estación de ensamble de catéter en blíster, y 22 piezas requieren retrabajo en la estación de sellado de pouch, acumulando 159 unidades las cuales requieren ser procesadas por segunda vez. Estas 159 unidades representan el 3.6% de la producción semanal.

**Tabla 4.26** *Retrabajos por sellos no conformes.*

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de unidades reprocesadas</b>
Retrabajo sellado de blister	137
Retrabajo sellado de pouch	22
<b>Tiempo acumulado por semana</b>	<b>159</b>

*Nota.* La tabla detalla la cantidad de unidades que requieren retrabajo por defectos en el área de sellado, en la jornada laboral regular. Fuente: Autor

Durante la jornada extraordinaria semanal, la cantidad de unidades sujetas a retrabajos se hacen presentes. Se incrementa en 22 unidades, esto representa un 2.48% de la producción realizada en el tiempo extraordinario.

**Tabla 4.27** *Retrabajos por sellos no conformes durante la jornada extraordinaria.*

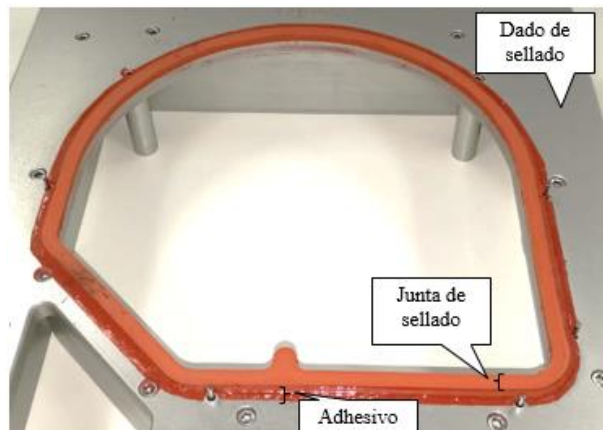
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de unidades reprocesadas</b>
Retrabajo sellado de blister	20
Retrabajo sellado de pouch	2
<b>Total</b>	<b>22</b>

*Nota.* La tabla detalla la cantidad de unidades que requieren retrabajo por defectos en el área de sellado, durante el tiempo extraordinario semanal. Fuente: Autor

#### 4.3.2. SMED

La junta de sellado es una especie de empaque, construido con silicón resistente a alta temperatura, y una dureza de 60 Share A. Esta se fija al dado de sellado mediante una capa de silicón para alta temperatura, esparcida entre ambas partes, y luego se aplica otra capa de silicón alrededor de la junta para expandir el área de fijación, e incrementar la resistencia de adhesión. El adhesivo utilizado, requiere un tiempo de curado de 85 a 96 horas. Tiempo en el cual, el dado de sellado se inhabilita. Lo anterior representa un tiempo de paro prolongado, el cual podría incrementarse al surgir algún evento imprevisto.

**Figura 4.55** Junta de sellado adherida con silicón, condición original.



*Nota.* La figura muestra la junta adherida al dado de sellado, utiliza el silicón como medio de fijación. Fuente: Autor.

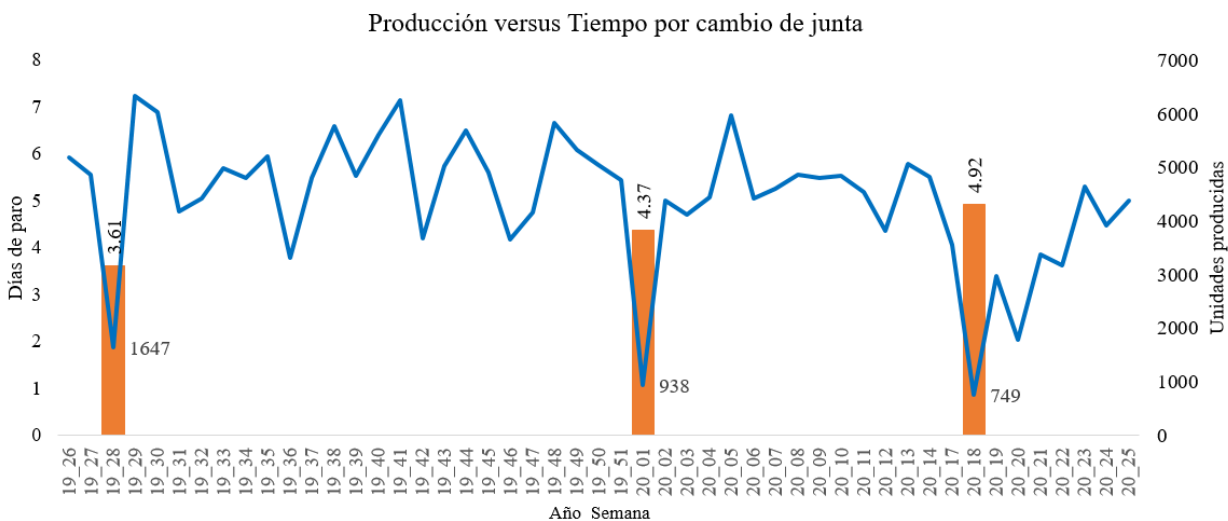
Los tiempos de paro por cambios de junta de sellado, son eventos que se presentan aleatoriamente, pero afectan en forma directa el volumen de manufactura, según se muestra a continuación.

**Tabla 4.27** Producción semanal y tiempos de paro durante el periodo julio 2019 a junio 2020.

Año_Semana	Tiempo de paro / días	Unidades producidas por semana	Año_Semana	Tiempo de paro / días	Unidades producidas por semana
19_26		5195	19_51		4761
19_27		4859	20_01	4.37	938
19_28	3.61	1647	20_02		4376
19_29		6327	20_03		4129
19_30		6033	20_04		4447
19_31		4186	20_05		5965
19_32		4415	20_06		4422
19_33		4988	20_07		4594
19_34		4798	20_08		4860
19_35		5217	20_09		4812
19_36		3313	20_10		4842
19_37		4806	20_11		4537
19_38		5774	20_12		3817
19_39		4849	20_13		5069
19_40		5613	20_14		4818
19_41		6246	20_17		3558
19_42		3669	20_18	4.92	749
19_43		5022	20_19		2965
19_44		5686	20_20		1793
19_45		4899	20_21		3385
19_46		3665	20_22		3178
19_47		4158	20_23		4646
19_48		5823	20_24		3927
19_49		5338	20_25		4384
19_50		5051			

*Nota.* La tabla detalla la cantidad de unidades producidas semanalmente y los tiempos de paro por cambios de junta de sellado. Fuentes: Departamento de Producción y Departamento de Mantenimiento de Abbott Medical 2020.

**Figura 4.56** Gráfico de la relación entre producción semanal y tiempos por cambio de junta de sellado.



*Nota.* El gráfico muestra la relación entre la producción y los tiempos de paro por cambio de junta en la selladora de blíster, durante el periodo julio 2019 a junio 2020.  
Fuente: Autor.

El gráfico anterior muestra la merma en el volumen de manufactura cuando el equipo de sellado de blíster se detiene por fallo en la junta. El tiempo de paro promedio es 4.3 días por evento. Estos sucesos acumulan 188.07 horas, esto representa 4.13% del tiempo laboral, comprendido desde julio 2019 hasta junio 2020.

Antes de hacer cualquier cambio tentativo en el proceso y para poder conocer la situación actual, se documenta las actividades, tiempos y recorridos requeridos en el proceso de cambio de la junta de sellado. Se empieza así con la primera parte de la técnica SMED.

**Tabla 4.28** Actividades, tiempos y recorridos del proceso de cambio de la junta de sellado.

<b>Proceso actual del cambio de junta de sellado</b>			
<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo actual / horas</b>	<b>Recorrido / m</b>
1	Liberar prensas de sujeción	0.497	
2	Desmontar dado del cargador	0.336	
3	Colocar dado en carro de transporte	0.583	1.534
4	Traslado del dado a taller	0.186	139.784
5	Retirar junta dañada	0.177	
6	Eliminar residuos de adhesivo en el dado	0.132	
7	Limpieza del dado	0.060	
8	Solicitar adhesivo y nueva junta en bodega	0.041	
9	Recoger insumos en la bodega	0.099	85.086
10	Aplicar adhesivo en el dado	0.094	
11	Colocar nueva junta	0.121	
12	Inmoibilizar junta	0.164	
13	Eliminar exceso de adhesivo	0.113	
14	Curado de adhesivo	90.000	
15	Traslado de dado a la línea de empaque estéril	0.283	165.271
16	Colocar dado en el cargador	0.348	
17	Activar prensas de sujeción	0.513	
<b>Totales</b>		<b>93.75</b>	<b>391.68</b>

*Nota.* La tabla detalla actividades, tiempos y recorridos para ejecutar el cambio de junta de sellado. Fuente: Autor.

El costo que asume la compañía por estos tiempos de paro, se describe a continuación.

**Tabla 4.29** Costos de cambio de junta de sellado.

<b>Tiempo Cambio de junta / h</b>	<b>Promedio de cambios / Año</b>	<b>Numero de máquinas</b>	<b>Total de horas / Año</b>	<b>Valor hora máquina</b>	<b>Valor hora Hombre</b>	<b>Numero de personas</b>	<b>Valor anual Cambio de junta</b>
93.75	3	1	281.25	\$7.30	\$5.00	1	\$3,459.38

*Nota.* La tabla detalla los costos por el cambio de junta de sellado. Fuente: Autor.

Según Rajadell y Sánchez (2010) las actividades de preparación en un cambio, se deben diferenciar entre operaciones internas, actividades que se realizan cuando la máquina está detenida y operaciones externas con la máquina en funcionamiento.

**Tabla 4.30** Clasificación de actividades para cambio de junta de sellado.

Clasificación de actividades internas y externas				
No.	Actividad	Tiempo actual / horas	Actividad Interna	Actividad Externa
1	Liberar prensas de sujeción	0.497	0.497	
2	Desmontar dado del cargador	0.336	0.336	
3	Colocar dado en carro de transporte	0.583	0.583	
4	Traslado del dado a taller	0.186	0.186	
5	Retirar junta dañada	0.177	0.177	
6	Eliminar residuos de adhesivo en el dado	0.132	0.132	
7	Limpieza del dado	0.060	0.060	
8	Solicitar adhesivo y nueva junta en bodega	0.041		0.041
9	Recoger insumos en la bodega	0.099		0.099
10	Aplicar adhesivo en el dado	0.094	0.094	
11	Colocar nueva junta	0.121	0.121	
12	Inmovilizar junta	0.164	0.164	
13	Eliminar exceso de adhesivo	0.113	0.113	
14	Curado de adhesivo	90.000	90.000	
15	Traslado de dado a la línea de empaque estéril	0.283	0.283	
16	Colocar dado en el cargador	0.348	0.348	
17	Activar prensas de sujeción	0.513	0.513	
<b>Tiempos (horas)</b>		<b>93.75</b>	<b>93.61</b>	<b>0.14</b>

*Nota.* La tabla detalla la clasificación de actividades internas y externas, para el cambio de la junta de sellado en la máquina selladora de blíster de la línea de empaque estéril en Steerable. Fuente: Autor.

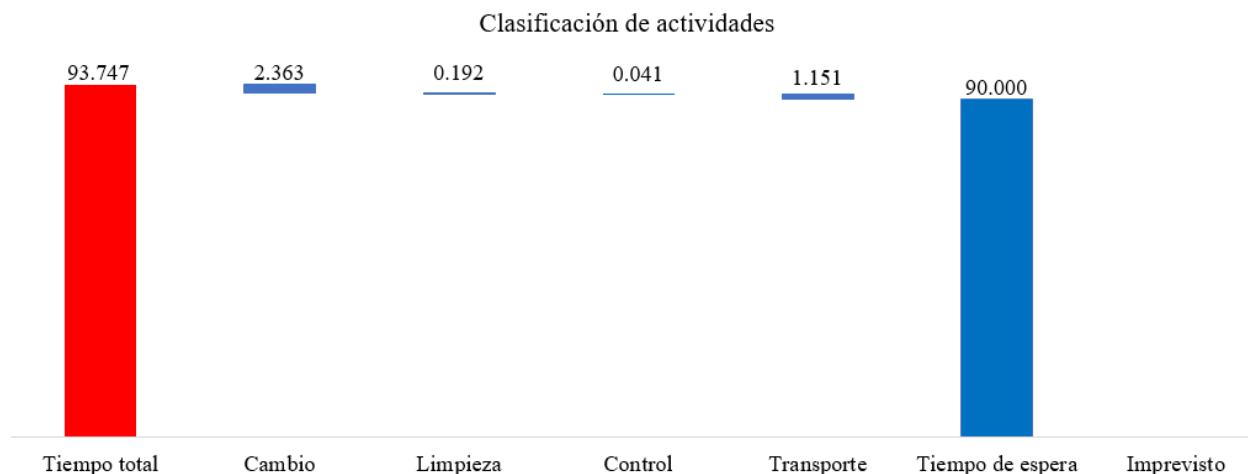
Con el objetivo de optimizar el proceso de cambio de la junta de sellado, se aplica el método ECRS (Eliminar, Combinar, Reorganizar y Simplificar), para definir las actividades de mejora que se debe efectuar con cada uno de los pasos del cambio de la junta de sellado. Para realizar el análisis, primero se clasifica las actividades en operaciones, posteriormente se define el plan de mejora con cada una de ellas.

**Tabla 4.31** Clasificación de actividades en operaciones y análisis ECRS para cambio de junta de sellado.

No.	Actividad	Duración / horas	Clasificación por operación							Análisis ECRS				Comentarios / acciones	
			Cambio	Limpieza	Control	Transporte	Tiempo de espera	Imprevisto	Interna -> Externa	Eliminación	Combinación	Reorganización	Simplificación		
1	Liberar prensas de sujeción	0.497	0.497											0.497	Se eliminan prensas
2	Desmontar dado del cargador	0.336	0.336											0.336	
3	Colocar dado en carro de transporte	0.583				0.583					0.583				
4	Traslado del dado a taller	0.186				0.186					0.186				Se elimina el adhesivo como método de sujeción de la junta
5	Retirar junta dañada	0.177	0.177											0.177	
6	Eliminar residuos de adhesivo en el dado	0.132		0.132							0.132				Se elimina el adhesivo como método de sujeción de la junta
7	Limpieza del dado	0.060		0.060										0.060	Se elimina el adhesivo como método de sujeción de la junta
8	Solicitar adhesivo y nueva junta en bodega	0.041			0.041				0.041						Se elimina el adhesivo como método de sujeción de la junta
9	Recoger insumos en la bodega	0.099				0.099			0.099						Se elimina el adhesivo como método de sujeción de la junta
10	Aplicar adhesivo en el dado	0.094	0.094								0.094				Se elimina el adhesivo como método de sujeción de la junta
11	Colocar nueva junta	0.121	0.121											0.121	
12	Inmovilizar junta	0.164	0.164								0.164				Se elimina el adhesivo como método de sujeción de la junta
13	Eliminar exceso de adhesivo	0.113	0.113								0.113				Se elimina el adhesivo como método de sujeción de la junta
14	Curado de adhesivo	90.000					90.000								
15	Traslado de dado a la línea de empaque estéril	0.283				0.283					0.283				Se elimina el adhesivo como método de sujeción de la junta
16	Colocar dado en el cargador	0.348	0.348											0.348	
17	Activar prensas de sujeción	0.513	0.513											0.513	Se eliminan prensas
<b>Tiempos (horas)</b>		<b>93.747</b>	<b>2.363</b>	<b>0.192</b>	<b>0.041</b>	<b>1.151</b>	<b>90.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.140</b>	<b>1.555</b>	<b>0.684</b>	<b>0.000</b>	<b>1.368</b>		

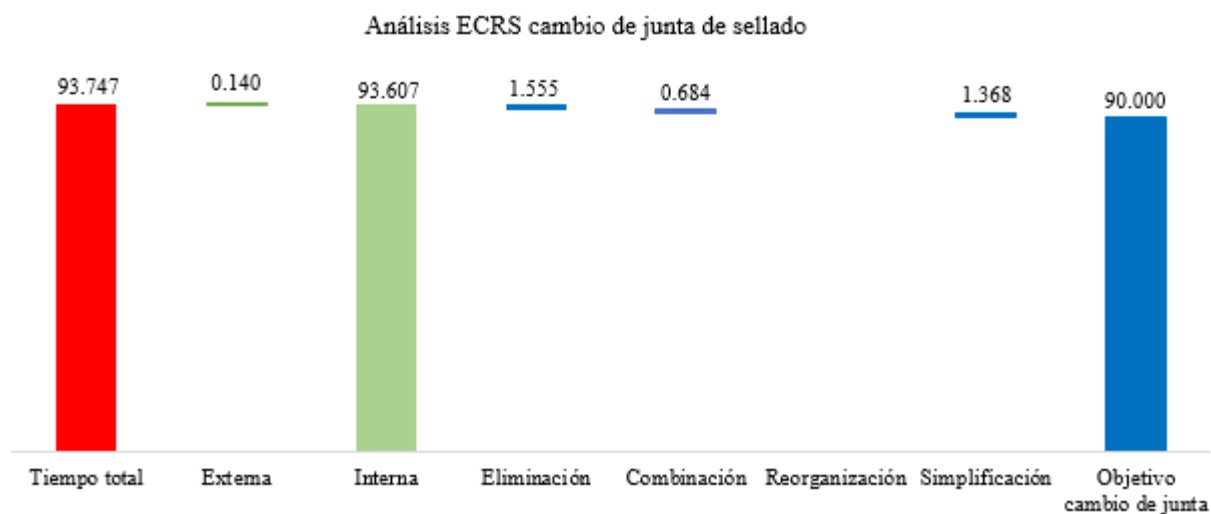
*Nota.* La tabla detalla la clasificación de actividades en operaciones y análisis ECRS, para el cambio de la junta de sellado, en la máquina selladora de blíster de la línea de empaque estéril en Steerable. Fuente: Autor.

**Figura 4.57** Gráfico de clasificación de actividades en operaciones.



*Nota.* El gráfico muestra la clasificación de actividades en operaciones para el cambio de junta en la selladora de blíster. Fuente: Autor.

**Figura 4.58** Gráfico del análisis ECRS para el cambio de junta de sellado.



*Nota.* El gráfico muestra el análisis ECRS para el plan de mejora en el cambio de junta en la selladora de blíster. Fuente: Autor.

En las figuras anteriores se muestra las gráficas resultantes del análisis realizado a las actividades para el cambio de la junta de sellado, el objetivo trazado para la reducción de los

tiempos es de 90 horas, lo que representa el 96% del tiempo de paro por el concepto del cambio de la junta de sellado de la máquina selladora de blísteres.

Según la información analizada, las causas siguientes contribuyen a la problemática actual:

1. La cantidad de tareas documentales por alistamiento y pruebas operativas
2. El tiempo utilizado en las tareas documentales por alistamiento y pruebas operativas.
3. Los tiempos de paro por cambios de junta de sellado.

Con base en los datos estudiados, cada semana se realiza 112 tareas documentales por alistamiento y pruebas operativas, las cuales consumen 23.85 horas a la semana, esto a la vez demuestra que dichas actividades contribuyen en el no cumplimiento de la meta de producción semanal.

Adicionalmente, el equipo de sellado de blíster, presenta eventos de paros prolongados por el cambio de la junta de sellado, los cuales se extienden hasta por 90 horas, lo anterior demuestra es necesario realizar un plan de mejora.

Por lo tanto, se desarrolla las propuestas para atacar las causas mencionadas y se permita generar un impacto inmediato en el aumento de la productividad y la disminución de costos operativos.

## **Capítulo V. Alternativas de solución.**

## **5.1. Propuesta de mejora**

Con base en el desarrollo de la investigación, de acuerdo con la problemática arrojada en el análisis de los datos, se presentan las alternativas de solución propuestas para lograr un impacto positivo en la producción de la línea de empaque estéril en Steerable.

### **5.1.1. Documentación en operaciones de alistamiento y pruebas operativas.**

La línea de empaque estéril presenta problemas por el exceso de la documentación, la cual se debe completar al inicio de cada orden de producción. Esta documentación es un requisito regulatorio y de carácter obligatorio, el cual es de vital importancia, pues contiene datos de la orden de producción, equipos utilizados y el resultado de las pruebas operativas, esto demuestra el cumplimiento de las especificaciones de los equipos y materiales.

Por ser documentos regulatorios y una herramienta de trazabilidad, aumenta lo complejo de aplicar una mejora la cual impacte el rendimiento de la línea de empaque estéril. El éxito del área de empaque es aprovechar al 100% los recursos disponibles, con el fin de aumentar la productividad y se logre los objetivos de producción.

Como plantea Joseph Prokopenko, en su Manual práctico La Gestión de la Productividad, 1989, la productividad es el uso eficiente de recurso en la producción de bienes.

Con base en la información mostrada en el capítulo anterior, por medio de la simulación del proceso de empaque estéril, se logra determinar que la documentación por alistamiento y pruebas operativas, acumula 56 ejecuciones en cada actividad por semana, considerando las jornadas regular de 87.5 horas y la extraordinaria de 17 horas, necesarias para alcanzar la meta de producción. La ejecución de los documentos acapara 23.85 horas, siendo este tiempo el 22.82%

del tiempo total laborado en la semana, se limita la capacidad de producción en 1193 unidades. Esto simboliza el 22.51% de las unidades empacadas.

Mientras 181 unidades se reprocesan por sellos no conformes durante las 104.5 horas laboradas por semana, y representan un 3.41% de los dispositivos empacados.

Las interrupciones de producción por los tiempos de fallas del equipo de sellado de blísteres, también contribuyen en el no cumplimiento de la meta, pues semanalmente se registra un acumulado de 3.94 horas, equivalente al 3.77% del tiempo laborado. Durante ese lapso impide procesar 201 unidades, es decir el 3.79% de las unidades manufacturadas.

Como alternativa de solución a este problema, se propone incrementar el tamaño de los lotes de producción de 96 a 768 unidades, es decir, el lote aumentaría su tamaño ocho veces, con el objetivo de reducir la cantidad de lotes semanalmente y por consiguiente disminuir la cantidad de documentos generados.

Partiendo de la propuesta anterior, se corre la simulación con el tamaño del lote en 768 unidades, durante 87.5 horas, tiempo de la jornada laboral regular. En el apéndice 15 se adjunta reporte generado por la simulación con los cambios propuestos.

**Tabla 5. 1** *Actividades documentales generadas durante una semana, aplicando la propuesta.*

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de ejecuciones</b>	<b>Tiempo por ejecución / horas</b>	<b>Tiempo acumulado por semana / horas</b>
Alistamiento	8	0.2152	1.7214
Pruebas operativas	8	0.1735	1.3881
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>0.3887</b>	<b>3.1095</b>

*Nota.* La tabla detalla la cantidad de documentos emitidos en las operaciones de alistamiento y pruebas operativas, así como el tiempo acumulado durante estas actividades en un periodo de 87.5 horas. Fuente: Autor.

Durante la semana se ejecuta ocho veces la documentación de las operaciones de alistamiento y pruebas operativas, siete de estas son lotes terminados y el restante, una orden en proceso de empaque.

**Tabla 5. 2** *Tabla comparativa de impacto de las actividades documentales, en la situación inicial y la propuesta.*

Actividad	Cantidad de ejecuciones	Situación Inicial		Cantidad de ejecuciones	Propuesta	
		Tiempo acumulado por semana / horas	Costo por semana / \$		Tiempo acumulado por semana / horas	Costo por semana / \$
Alistamiento	56	12.2849	44182.89	8	1.7214	6437.83
Pruebas operativas	56	11.1002	31931.39	8	1.3881	4180.37
<b>Total</b>	<b>112</b>	<b>23.3851</b>	<b>76114.28</b>	<b>16</b>	<b>3.1095</b>	<b>10618.20</b>

*Nota.* En la tabla se compara el impacto de la documentación en las operaciones de alistamiento y pruebas operativas, así como el tiempo acumulado y costos asociados de estas actividades en un periodo de una semana. Fuente: Autor.

En la tabla anterior se detalla el rendimiento de la línea de empaque estéril, se compara la situación inicial contra la propuesta. En consecuencia, se demuestra que, al incrementar el tamaño del lote de 96 a 768 unidades, los documentos generados en las operaciones de alistamiento y pruebas operativas se reducen de 112 a 16 documentos, por consiguiente, los tiempos acumulados por las actividades documentales, reflejan una disminución de 23.38 a 3.10 horas, lo cual representa una reducción del 86.70% en el tiempo empleado.

Los costos asociados con la documentación en las operaciones de alistamiento y pruebas operativas, también reflejan una favorabilidad de 86.04%, al reducir los costos de \$76114.28 a \$10618.20 por semana.

### 5.1.2. Retrabajos

Los retrabajos por sellos que incumplen las especificaciones presentan una diferencia sustancial entre la situación inicial y la propuesta, según se muestra a continuación.

**Tabla 5. 3** *Tabla comparativa de reproceso en las actividades operaciones de sellado de blíster y sellado de pouch, en la situación inicial y la propuesta.*

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de unidades reprocesadas (Situación Inicial)</b>	<b>Cantidad de unidades reprocesadas (Propuesta)</b>
Retrabajo sellado de blister	157	10
Retrabajo sellado de pouch	24	7
<b>Total de unidades</b>	<b>181</b>	<b>17</b>

*Nota.* En la tabla se compara el reproceso en las operaciones de sellado de blíster y sellado de pouch, entre la situación inicial y propuesta. Fuente: Autor.

Como se muestra en la tabla anterior, los retrabajos se reducen de 181 a 17 unidades en la propuesta, lo cual representa una disminución de 90.60% de los retrabajos por inconformidades en los sellos de los blísteres y pouches, los cuales se asocian con el funcionamiento del equipo y las condiciones de la junta de sellado.

### 5.1.3. Impacto económico.

Los montos por cancelación de salarios se reducen \$506.52 semanalmente, debido a que en la propuesta no se requiere laborar tiempo adicional, para completar la meta de producción. La diferencia semanal en el monto correspondiente a salarios representa un ahorro de 30.83%.

**Tabla 5. 4** *Tabla comparativa de impacto económico de las actividades documentales, en la situación inicial y la propuesta.*

Cantidad de Colaboradores	Turno	Situación inicial			Propuesta	
		Monto por horas regulares / \$	Horas Extras	Monto por horas extras / \$	Monto total por semana / \$	Monto por horas regulares / \$
6	Mañana	855.00	9	243.00	1,098.00	855.00
6	Tarde	787.50	8	263.52	1,051.02	787.50
<b>Total</b>		<b>1,642.50</b>		<b>506.52</b>	<b>2,149.02</b>	<b>1,642.50</b>

*Nota.* En la tabla se compara el impacto económico de la documentación en las operaciones de alistamiento y pruebas operativas, entre la situación inicial y propuesta.  
Fuente: Autor.

#### **5.1.4. Método de fijación de junta de sellado.**

Con base en el análisis ECRS se determina: eliminar el tiempo de curado del adhesivo de silicón, como método de fijación entre el dado y la junta de sellado, descarta actividades vinculadas con el adhesivo, tales como:

- Liberar prensas de sujeción.
- Desmontar dado del cargador.
- Colocar dado en el carro de transporte.
- Traslado del dado al taller.
- Limpieza de dado.
- Solicitar adhesivo en bodega.
- Recoger adhesivo en la bodega.
- Aplicar adhesivo en el dado.
- Inmovilizar junta.
- Eliminar exceso de adhesivo.

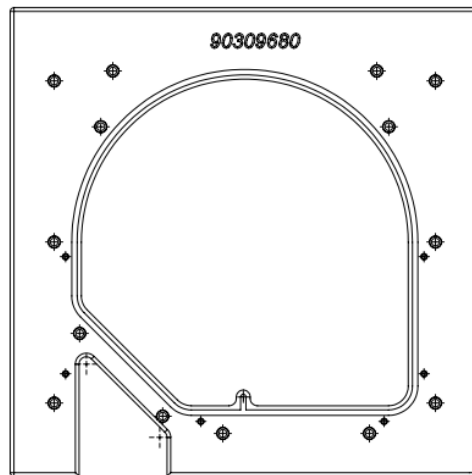
- Curado de adhesivo.
- Traslado de dado a la línea de empaque estéril.
- Colocar dado en el cargador.
- Activar prensas de sujeción.

Es importante destacar: el proceso de empaque estéril se desarrolla en un ambiente controlado, en donde los vapores y tareas que involucren erosión y por consiguiente particulado, no se permiten, por tal razón, las actividades de remoción de residuos y la aplicación del adhesivo, se realizan en el taller de mantenimiento.

### **Fijación de junta de sellado.**

La modificación tiene el objetivo de eliminar el adhesivo como medio de fijación de la junta de sellado. Con el fin de eliminar el adhesivo se modifica el dado y la junta de sellado. Para ello se desbasta y crea un canal guía en el dado de sellado, específicamente en el área de apoyo de la junta. La modificación del dado de sellado y el diseño de la junta de sellado estuvo a cargo de un proveedor de servicios externo a Abbott Medical, en coordinación con el autor del presente estudio.

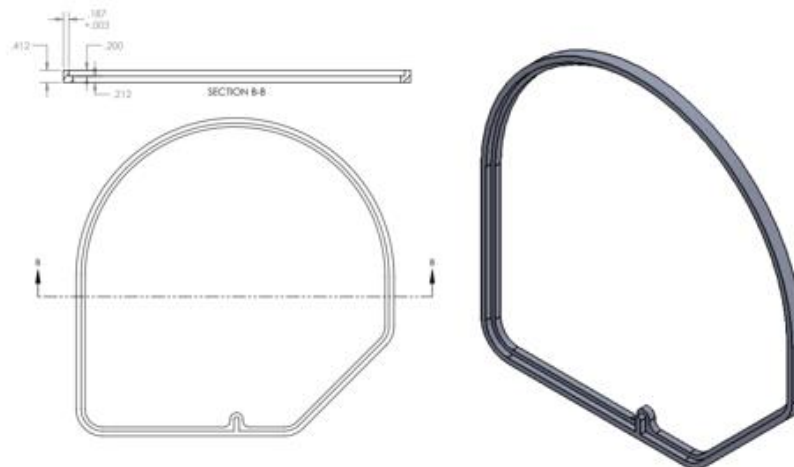
**Figura 5.1** Dado de sellado modificado.



*Nota.* La figura muestra el dado de sellado con el desbaste y canal para inserción de la junta de sellado. Fuente: Departamento de Documentación Abbott Medical 2020.

El silicón utilizado en la construcción de la junta, se remplaza por otro silicón, el cual tiene iguales propiedades de resistencia al calor y dureza, pero de color blanco.

**Figura 5.2** Nueva junta de sellado modificado.



*Nota.* La figura muestra la nueva junta de sellado. Fuente: Departamento de Documentación Abbott Medical 2020.

Las modificaciones del dado, la junta de sellado y el levantamiento de planos, se ejecutan por la empresa proveedora de las juntas.

Los costos relacionados con las modificaciones se muestran a continuación.

**Tabla 5.5** *Costos por modificación del dado y junta de sellado.*

<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Costo unitario / \$</b>	<b>Monto / \$</b>
1	Modificación de dado de sellado	1560	1560
1	Diseño de junta de sellado	400	400
4	Construcción de juntas de sellado	53	212
1	Levantamiento de planos	1000	1000
1	Transporte	800	800
<b>Total / \$</b>			<b>3972</b>

*Nota.* La tabla detalla costos relacionados con la modificación del dado y junta de sellado.  
Fuente: Autor.

**Figura 5.3** *Dado y junta de sellado con mejoras implementadas.*



*Nota.* La figura muestra el dado de sellado y la nueva junta con las mejoras implementadas. Fuente: Autor.

Es importante mencionar que como parte de la modificación se acuerda mantener una junta sellado de respaldo, en el área de empaque.

Implementadas las mejoras se evalúa el efecto de la aplicación de SMED en el cambio de la junta de sellado.

**Tabla 5.6** Actividades, tiempos y recorridos del proceso de cambio de la junta de sellado después del SMED.

<b>Proceso del cambio de junta de sellado después del cambio de SMED</b>			
<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo actual/min</b>	<b>Recorrido /min</b>
1	Retirar junta dañada	0.5358	0.0000
2	Limpieza del dado	3.0468	0.0000
3	Colocar nueva junta	1.7898	0.0000
<b>Totales</b>		<b>5.3724</b>	<b>0.0000</b>

*Nota.* La tabla detalla actividades, tiempos y recorridos para ejecutar el cambio de junta de sellado después del SMED. Fuente: Autor.

Con base, en la evaluación preliminar de actividades y tiempos después de la implementación de SMED, se realiza el ejercicio de cambio de la junta de sellado, con la ayuda de cuatro técnicos de mantenimiento, y se ejecuta el cambio de junta. Con el fin de utilizar estos tiempos como muestra, y calcular la cantidad de observaciones necesarias para determinar el tiempo promedio, de forma estadística con una confianza del 95.45% y un error del 5%.

De acuerdo con los cálculos se requiere de ocho observaciones, por esta razón, cada técnico realiza el ejercicio dos veces.

**Tabla 5.7** *Tiempos del proceso de cambio de la junta de sellado después del SMED.*

<b>Técnico</b>	<b>Tiempo para retirar junta dañada / min</b>	<b>Tiempo por limpieza del dado / min</b>	<b>Tiempo para colocar nueva junta / min</b>	<b>Tiempo acumulado por cambio de junta / min</b>
1	0.526	3.196	2.302	6.024
2	0.909	3.585	3.468	7.962
3	0.845	4.492	2.45	7.787
4	0.981	3.991	2.199	7.171
1	0.699	4.569	2.505	7.773
2	0.747	3.527	1.873	6.147
3	0.676	4.885	2.937	8.498
4	0.842	3.661	1.992	6.495
<b>Promedio</b>	<b>0.778</b>	<b>3.988</b>	<b>2.466</b>	<b>7.232</b>

*Nota.* La tabla detalla los tiempos para ejecutar el cambio de junta de sellado después del SMED. Fuente: Autor.

El tiempo promedio por cambio de la junta de sellado, después de la implementación de SMED, se reduce a 7.232 minutos, el tiempo por dicha actividad disminuye en 99.87%. Los tiempos y recorridos por cambio de la junta de sellado se erradican en un 100%, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 5.8** *Tabla comparativa de tiempos y movimientos entre la situación inicial y la propuesta para cambio de la junta de sellado después de SMED.*

No.	Actividad	Tiempo actual / min	Recorrido / m	Tiempo (después de SMED)	Recorrido / m (después de SMED)
1	Liberar prensas de sujeción	29.833			
2	Desmontar dado del cargador	20.148			
3	Colocar dado en carro de transporte	34.998	1.534		0.000
4	Traslado del dado a taller	11.165	139.784		0.000
5	Retirar junta dañada	10.597		0.778	
6	Eliminar residuos de adhesivo en el dado	7.890			
7	Limpieza del dado	3.587		3.988	
8	Solicitar adhesivo y nueva junta en bodega	2.457			
9	Recoger insumos en la bodega	5.957	85.086		0.000
10	Aplicar adhesivo en el dado	5.665			
11	Colocar nueva junta	7.265		2.466	
12	Inmovilizar junta	9.855			
13	Eliminar exceso de adhesivo	6.783			
14	Curado de adhesivo	5400.000			
15	Traslado de dado a la línea de empaque estéril	16.969	165.271		0.000
16	Colocar dado en el cargador	20.880			
17	Activar prensas de sujeción	30.782			
<b>Totales</b>		<b>5624.831</b>	<b>391.675</b>	<b>7.232</b>	<b>0.000</b>

*Nota.* La tabla detalla los tiempos y movimientos previos y posteriores a la implementación del SMED. Fuente: Autor.

**Tabla 5.9** *Tabla comparativa de costos por cambio de junta antes y después de la implementación de SMED.*

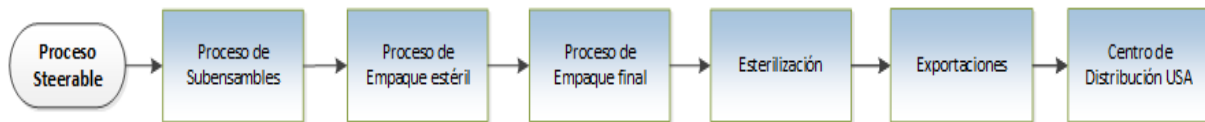
Implementación de SMED	Tiempo Cambio de junta / h	Valor hora máquina	Valor hora hombre	Número de personas	Valor anual Cambio de junta
<b>Antes</b>	93.75	\$7.30	\$5.00	1	\$1,153.13
<b>Después</b>	0.12	\$7.30	\$5.00	1	\$1.48

*Nota.* La tabla detalla los costos por cambio de la junta de sellado, previos y posteriores a la implementación de SMED. Fuente: Autor.

Con la implementación del SMED, costos por cambio de junta de sellado se disminuyen en un 99.87%.

Como se menciona anteriormente, la propuesta de aumentar el tamaño de lote de 96 a 768 unidades, favorece la reducción de actividades documentales y los tiempos empleados en su ejecución, maximizando el aprovechamiento de los recursos existentes.

**Figura 5.4** Flujo general del proceso de Iterable.



*Nota.* La figura muestra el flujo general del proceso de Iterable. Fuente: Autor.

En la figura anterior se muestra el flujo del proceso de Iterable, el cual no sería sujeto de cambios al incrementar la cantidad de unidades por lote, por cuanto la logística actual consiste en agrupar las órdenes correspondientes a un tipo de catéter, priorizando por demanda. Esto implica que la línea de empaque estéril y las siguientes áreas deban realizar actividades documentales por alistamiento para cada 96 unidades, aunque sean de igual tipo de catéter. Al partir de lo anterior y tomando en cuenta que el sistema informático de control de producción es flexible, y permite ajustar el tamaño del lote, según lo considere el departamento de planning para satisfacer la demanda, es viable incrementar la cantidad de unidades por orden de producción.

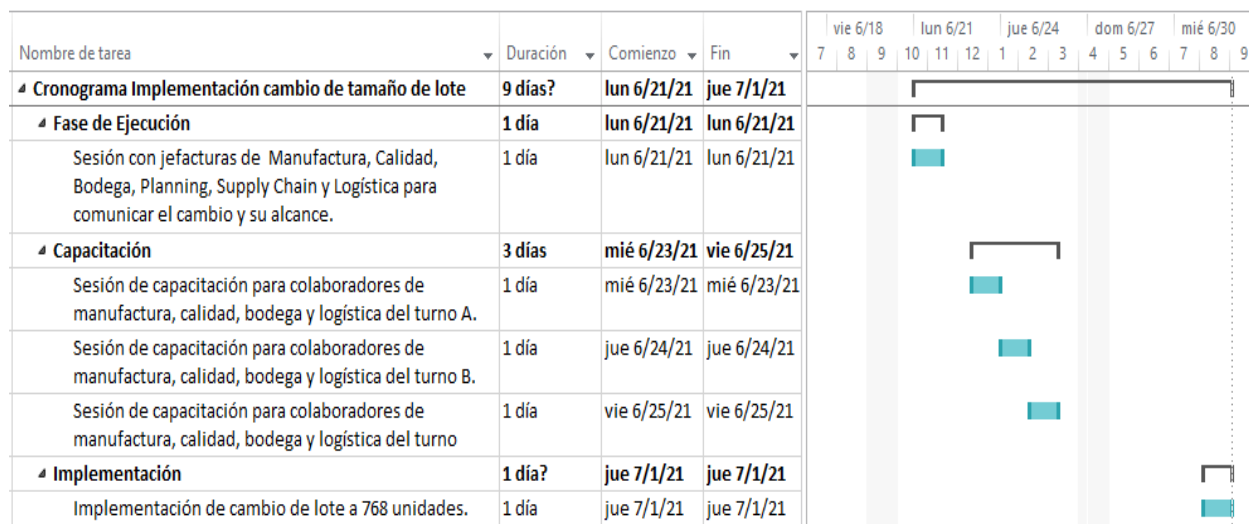
Otro aspecto considerado en esta propuesta es: las unidades empacadas, paletizadas e identificadas, no se almacenan en el área y deben continuar el flujo. Una vez esterilizadas se almacenan en el centro de distribución local, para realizar los trámites de exportación hacia el centro de distribución principal.

Es importante destacar que los centros de distribución de Abbott mantienen un inventario de seguridad equivalente a la demanda de dos meses, con el fin de mantener el abastecimiento de sus clientes.

De acuerdo con la dinámica del flujo del producto y la logística actual, la gerencia avala la propuesta de incrementar el tamaño de los lotes a 768 unidades, consiguiendo un mayor aprovechamiento del tiempo y disminución de tareas documentales, así se reduce el tiempo empleado en un 86.70% y se da una reducción de costos de \$65496.08 por semana.

Enseguida se detalla el cronograma de actividades de implementación para el cambio de tamaño de lotes.

**Figura 5.5** Diagrama de Gantt para la implementación del cambio del tamaño de lote.



*Nota.* La figura muestra el Diagrama de Gantt para implementar el cambio de tamaño de lote en el área de Steerable. Fuente: Autor.

La propuesta para modificar el método de fijación de la junta de sellado, se presenta a la gerencia una vez concluida la etapa de diseño. Se obtiene como resultado aprobar la implementación, utilizando el dado de sellado alterno, con el fin de no impactar la producción.

En el proceso de la modificación del dado y la junta de sellado, se involucra al personal del departamento de mantenimiento, se logra así un mayor entendimiento del nuevo sistema y el procedimiento de cambio de la junta, circunstancia que facilita el entrenamiento de las partes

involucradas. Este cambio, permite reducir el tiempo de paro por concepto de cambio de la junta de sellado, en un 99.87%.

La reducción de actividades documentales por los despejes de línea y las pruebas operativas, no son representativos, en relación con los costos asociados específicamente a los paros de la selladora de blíster por cambio de la junta de sellado.

**Tabla 5.10** *Tabla de resultados del cálculo del Retorno de Inversión por la implementación de los cambios del dado y junta de sellado.*

Concepto	I Año				II Año			
	I Cuatrimestre	II Cuatrimestre	III Cuatrimestre	Total I Año	I Cuatrimestre	II Cuatrimestre	III Cuatrimestre	Total II Año
Ganancia (\$)	550800	550800	550800	1652400	550800	550800	550800	1652400
Inversión (\$)	3972	0	0	3972	0	0	0	0
ROI (\$)	546828	550800	550800	1648428	550800	550800	550800	1652400
ROI (%)		0	0	41501%				

*Nota.* La tabla detalla los resultados del cálculo de Retorno de Inversión por la modificación del dado y la junta de sellado. Fuente: Autor.

La modificación del dado y junta de sellado requiere una inversión de \$3972. Dicha inversión genera una ganancia de \$1648428 en el primer año y \$1652400 en el segundo año.

Es importante mencionar que, debido a la eficacia de esta implementación, se realiza *Benchmarking* hacia otras áreas productivas de la planta locales, con equipos de iguales condiciones, así como en la planta hermana ubicada en Irvine, California.

En resumen, ambas propuestas permiten cumplir el objetivo de mejorar la productividad en el proceso de empaque estéril de Steerable.

## **Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones**

## 6.1. Conclusiones.

Al término de este estudio se puede concluir lo siguiente:

- La línea de empaque estéril en Steerable tiene fallas importantes y estas afectan su tiempo efectivo, las principales causas son propias del método actual de documentación y otras son externas, como el mecanismo de fijación de la junta de sellado.
- De acuerdo con la información obtenida a través de los reportes de la simulación del proceso de empaque estéril, mediante el Software Arena, la capacidad actual de producción de la línea de empaque estéril se puede incrementar, al extender el tamaño de las órdenes de manufactura de 96 a 768 unidades. Implementando este cambio se produciría siete órdenes de 768 unidades, alcanzando manufacturar 5376 unidades semanalmente, con ello se supera las 5300 unidades establecidas como objetivo semanal.
- El impacto económico por las actividades documentales tendría una disminución de \$65496.00 semanales. Esto representa un ahorro de un 86.04%.
- Incrementado el tamaño del lote, se logra alcanzar la meta semanal sin acudir al tiempo adicional, lo cual constituiría una disminución en los costos por pago de salarios de \$25326.00 anuales por concepto de pago salarial.
- De acuerdo con la información recolectada, se logra demostrar lo siguiente: las modificaciones del método de fijación de la junta de sellado, hacen posible simplificar las tareas y eliminar actividades ya no

requeridas para realizar el cambio de la junta de sellado. Por lo tanto, el tiempo que se utiliza en el cambio de la junta de sellado, se reduce de 93.75 horas a 7.32 minutos, constituye una disminución del 99.87% del tiempo de paro por este concepto. Como un valor agregado al implementar esta modificación, los recorridos se eliminan en un 100%.

- Según el análisis de la información, se logra determinar que los costos por cambio de la junta de sellado, presentan una disminución de 99.87%.
- Se alcanza evidenciar que cantidad de unidades las cuales requieren retrabajo disminuyen en un 90.60%.
- Se determina: con las alternativas de solución propuestas, la capacidad de producción aumenta en un 21.76%, superando la meta establecida por la empresa de un 20.04%.
- Se determina que el beneficio económico de la propuesta es de \$1648428, contra \$3,972.00 de costos de implementación, por lo tanto, se concluye: la inversión para ejecutar el proyecto se recupera en un plazo de cuatro meses.

## 6.2. Recomendaciones.

- La línea de empaque estéril cuenta con un área física reducida y un solo acceso, estas condiciones sumadas al transporte manual de los materiales y unidades, generan atrasos y aumentan el riesgo de provocar caídas al piso y daños a las unidades. Adicionalmente, favorece a la subutilización del tiempo en cada pausa del transporte de material en proceso. Por estas razones se recomienda modificar la distribución de la línea de empaque estéril, y de tal manera, cuente con un punto de acceso y otro de salida, así como, el reacomodo de las estaciones para facilitar el flujo de materias primas y unidades en una sola dirección, para evitar colisiones.
- Se recomienda implementar dispositivos como rampas de rodillo, las cuales faciliten el flujo de unidades entre estaciones.
- Se recomienda unificar las operaciones de ensamble de catéter en blíster con la de control estático, el objetivo es maximizar el aprovechamiento de los recursos, por cuanto en la información obtenida de la simulación del proceso de la línea de empaque estéril, se demuestra que esta operación utiliza el 3.52% del tiempo laborado.

## **Referencias y bibliografía**

## Referencias

- AITECO Consultores. (2019). *AITECO Consultores Desarrollo y Gestión*. Obtenido de <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>
- Beaverstock, M., Greenwood, A., Lavery, E., & Nordgren, W. (2011). *Simulación Aplicada*. Utah: FlexSim Software Products, Inc.
- Cadena Chavez, O. (10 de 2018). *Gestión de la Calidad y Productividad*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15416>
- Calidad, S. L. (2000). *Tecnológico de Monterrey*. Obtenido de [http://homepage.cem.itesm.mx/alesando/index\\_archivos/MethodolDisMejoraDePr ocesos/LluviaDeIdeas.pdf](http://homepage.cem.itesm.mx/alesando/index_archivos/MethodolDisMejoraDePr ocesos/LluviaDeIdeas.pdf)
- Castillo Chanavá, F. M., & Correa Correa, S. d. (setiembre de 2019). *Repositorio Institucional PIRHUA*. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4266/ING\\_634.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4266/ING_634.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cruz Rosales, C. (2017). *Repositorio TEC*. Obtenido de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9944/implementacion\\_filosofia\\_lean\\_produccion\\_concreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9944/implementacion_filosofia_lean_produccion_concreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Eduteka. (2018). *Eduteka - Universidad Icesi*. Obtenido de URL Artículo: <http://www.eduteka.org/articulos/diagramas-causa-efecto>

George, M. (2014). *Resumen ejecutivo La guía Lean Six Sigma para hacer más con menos.*

Henseleit, G. (2019). *Universidad Austral de Chile Cybertesis UACH.* Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2019/bpmh526p/doc/bpmh526p.pdf>

Hernández, D. R., Fernández, D. C., & Baptista, D. d. (2014). *Metodología de la Investigación.* México D.F.: McGraw Hill.

Ibáñez, C. E. (2016). *Universidad Austral de Chile Cybertesis UACH.* Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfcii.12d/doc/bpmfcii.12d.pdf>

Instituto Nacional de Estadística de España. (2014). *Instituto Nacional de Estadística INE.* Obtenido de [https://www.ine.es/explica/docs/pasos\\_tipos\\_graficos.pdf](https://www.ine.es/explica/docs/pasos_tipos_graficos.pdf)

JIMDO. (2019). *Métodos de trabajo.* Obtenido de <http://metodosdetrabajouia.jimdo.com/app/download/5744441671/BALAN+%5BS%3%B3lo+lectura%5D+%5BModo+de+compatibilidad%5D.pdf?t=1314724805>.

Jiménez, D. (14 de 04 de 2018). *Pymes y Calidad 2.0.* Obtenido de <https://www.pymesycalidad20.com/como-eliminar-combinar-reorganizar-y-simplificar-actividades-en-los-procesos.html>

Kelton, D., Sadowski, R., & Sturrock, D. (2008). *Simulación con Software Arena.* México: McGraw-Hill Interamericana Editores S. A. de C.V.

Matías, J. C., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación.* Madrid: Creative Commons.

Medicina Salud Pública. (26 de Septiembre de 2020). Fibrilación auricular: la nueva epidemia cardiaca del siglo XXI. Ponce, Puerto Rico.

Minitab. (2019). *Soporte Minitab 18*. Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/probability-distributions-and-random-data/supporting-topics/distributions/lognormal-distribution/>

Observatorio Tecnológico. (15 de agosto de 2012). *Aprendizaje por proyectos y TIC - Diagrama de Gantt*. Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/component/content/article/1057-aprendizaje-por-proyectos-y-tic?start=3>

Orozco Amador, Y., Rodriguez Centeno, M., & Zamora Jimenez, J. M. (2019). *Repositorio del SIBDI-UCR*. Obtenido de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/8836/1/44162.pdf>

Pérez López, R. T. (diciembre de 2019). *Repositorio Universidad Técnica Federico Santa María*. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48988/3560902038929UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la Productividad*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.

Quéés. (2016). *www.quees.info*. Obtenido de <http://www.quees.info/diagrama-de-pareto.html>

- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz Santos.
- Ramírez Espinoza, W. (2016). *Repositorio TEC*. Obtenido de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6936/sistema\\_mejorar\\_productividad\\_confiabilidad\\_proceso.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6936/sistema_mejorar_productividad_confiabilidad_proceso.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Revista Digital INESEM. (15 de 07 de 2016). La Gestion de la Calidad Total (TQM). Granada, España.
- Rockwell, Automation. (2004). *Arena Guía de usuario*. Estados Unidos de América: Rockwell Software Inc.
- Salas Boza, J. M. (junio de 2018). *Repositorio TEC*. Obtenido de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10044/propuesta\\_mejoramiento\\_productividad\\_procesos\\_proyectos\\_empresa\\_constructora.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10044/propuesta_mejoramiento_productividad_procesos_proyectos_empresa_constructora.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Salazar López, B. (2020). *Ingeniería Industrial on line*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>
- Scielo. (2014). Estudios Pedagógicos Valdivia. *Scielo Analytics*, 40(1). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052014000100008>
- Siemens. (2015). *CAD*. Obtenido de [http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_mx/plm/cad.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/plm/cad.shtml)

Tello, E. (octubre de 2017). *Repositorio Universidad Nacional Abierta y a Distancia*.

Obtenido de

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/14747/93344316.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torrejón, D. S. (2015). *Mejora del proceso de reparación de un taller de carrocería y pintura utilizando simulación de operaciones*. Tesis para al grado académico de Bachiller en Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima. Recuperado el 16 de noviembre de 2020, de

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6246/TORREJ%20DICK\\_TALLER\\_SIMULACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6246/TORREJ%20DICK_TALLER_SIMULACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Universidad de Extremadura. (2020). *Departamento de Matemáticas* . Obtenido de

[http://matematicas.unex.es/~mota/ciencias\\_ambientales/tema5\\_nuevo.pdf](http://matematicas.unex.es/~mota/ciencias_ambientales/tema5_nuevo.pdf)

## **Apéndices**

**Apéndice 1: Histórico de Producción de Steerable.**

**Histórico de producción desde la semana 26 a la 51 del año 2019.**

Material	Tipo	19_26	19_27	19_28	19_29	19_30	19_31	19_32	19_33	19_34	19_35	19_36	19_37	19_38	19_39	19_40	19_41	19_42	19_43	19_44	19_45	19_46	19_47	19_48	19_49	19_50	19_51	Total general	
100053797	Catéter tipo 1	1218	935		1512	1770	1498	705	555	1308	1035	370	746	2066	749	661	2306	1597	847	375	1190	280	1975	276	1591	1072	944	27581	
100072243	Catéter tipo 2							143		322	372		188	662		928	189	663	753	188	285	287	325	186	283	326	140	6240	
100072244	Catéter tipo 3		900	555	1207	701	567	96	650	469	653	837	470	739	370	1232	375	380	751	278	564	563		1123	370	187	326	14363	
100072245	Catéter tipo 4	191	381	187	561	376	284	189	378	188			664	381	375	284	473		473	381	379	94	286	467	283	185	288	7748	
100083414	Catéter tipo 5	93		48		188			189	94			96	95		45	144		94	93	90		45	188		186		1688	
100083416	Catéter tipo 6	472	95	185		186	96		192	93	96		188	95	188	282			187		46	93	91	93	281		93	3052	
100083417	Catéter tipo 7	96	143			188			184	95		95	94		96		237		95	95			46	282		68	190	2004	
100083418	Catéter tipo 8	188	90		189	95	96		191	94		93		95	186	284	284			287	48	95	93	188	96	94	93	2879	
100083419	Catéter tipo 9	276	275		192	185			96	186	96			188		281	375	95		190	183	172	187	191	93		93	3354	
100083420	Catéter tipo 10										91		92		91		93								87	93	43	590	
100083421	Catéter tipo 11	94		47		87			173		92	91		87	89	90	265	94		90	132	261	91			180		1963	
100090796	Catéter tipo 12		96		47	96	91	92	95	137	48		93	139		283	93	48	47	47	94		95	235		92	92	2060	
100090798	Catéter tipo 13																		48	89	48		48	135		94	91	553	
100090799	Catéter tipo 14	47			94				93	47				89	187					43	46			131				777	
100090800	Catéter tipo 15								43				46			42			46									177	
100090891	Catéter tipo 16	181	95	86					137						132	91	269		85		37	92		92	93		92	1482	
100090892	Catéter tipo 17	137	40		46	277	177		183	90	184	187	87		185		92	184	186	92	277	89		44	90	44	172	2863	
100090893	Catéter tipo 18				47							85	89				30			42					80	89	81	543	
100090894	Catéter tipo 19				89		43	47		90									44						43			356	
100091610	Catéter tipo 20	279		92	185	182	91	184	181		187	92	95	164	363				92	94	156	175	270	183		276	270	136	3747



100091747	Catéter tipo 45			28			66																				94	
100091748	Catéter tipo 46				94		46				94															27	85	346
100091749	Catéter tipo 47		46		48				38	95							93			48								368
100091750	Catéter tipo 48	47				91			91	94	94				92		87			94		94	91		93		141	1109
100091751	Catéter tipo 49				91			95									48											234
100091752	Catéter tipo 50														44													44
100091753	Catéter tipo 51																89											89
100091754	Catéter tipo 52	46						48				46			95		46								183	180		644
100091756	Catéter tipo 54	46					30							48		46				46								216
100091759	Catéter tipo 56	32			48			38				47									46							211
100091760	Catéter tipo 57	32													45													77
100091761	Catéter tipo 58		32						30											36								98
100091765	Catéter tipo 59									88						47			48								92	275
100091766	Catéter tipo 60																			43								43
100091767	Catéter tipo 61		45		87	91		88		47							88		43						91	91	92	763
100091770	Catéter tipo 63							41													42							83
100091773	Catéter tipo 64														45													45
100091780	Catéter tipo 65													44		44				44	93					90	94	409
100091781	Catéter tipo 66							39	40		45	41	43	47	47	44				47		22	48				463	
100091782	Catéter tipo 67				34								46							17						46	143	
100091866	Catéter tipo 68	44	132		83				89	47	82	91	88	92					178	162	43		89			93	1313	
600078789	Catéter tipo 69	1117	1030	374	1399	746	662	1969	948	658	1600	945	1220	370	748	376	565	94	852	2340	558	751	93	1494	844	1225	332	23310
<b>Total general</b>		<b>5195</b>	<b>4859</b>	<b>1647</b>	<b>6327</b>	<b>6033</b>	<b>4186</b>	<b>4415</b>	<b>4988</b>	<b>4798</b>	<b>5217</b>	<b>3313</b>	<b>4806</b>	<b>5774</b>	<b>4849</b>	<b>5613</b>	<b>6246</b>	<b>3669</b>	<b>5022</b>	<b>5686</b>	<b>4899</b>	<b>3665</b>	<b>4158</b>	<b>5823</b>	<b>5338</b>	<b>5051</b>	<b>4761</b>	<b>126338</b>

**Histórico de producción desde la semana 01 a la 29 del año 2020.**

Material	Tipo	20_1	20_10	20_11	20_12	20_13	20_14	20_17	20_18	20_19	20_2	20_20	20_21	20_22	20_23	20_24	20_25	20_28	20_29	20_3	20_4	20_5	20_6	20_7	20_8	20_9	Total general
100053797	Catéter tipo 1	191	659	1230	381	2231	944	419		1416	1079	266		617	229	188	283	561	606	96	509	708	701	1219	838	284	15655
100072243	Catéter tipo 2		140		186	93	285	1037		287	571		1507	847	2509	1225	1214	850	468	282	511	614	191	236	472	731	14256
100072244	Catéter tipo 3		567	750	763	565	189		178	287	841	188		327	188	185	188	378	380	188	708	567	1205	849	568	373	10432
100072245	Catéter tipo 4	47	330	512	46		188	191			280	95		187	96	173	282	190	191	425	376	283			186	379	4457
100083414	Catéter tipo 5		191					45		47	144			188	95		95	94	79	89	48	143			232	190	1680
100083416	Catéter tipo 6	48	144	95			189	47		47	92					192	186	188	96	141		188		96	186	94	2029
100083417	Catéter tipo 7				48		95	47		48						95	94	96	95	48	144	47	286	95			1238
100083418	Catéter tipo 8	188	191				191	96		48	48			95		189	190	191	94	188	188	94			238	92	2321
100083419	Catéter tipo 9	48	185		94	95	47	95		188	94					189	190	187	183	96	93	237	92	188	96	95	2492
100083420	Catéter tipo 10	46		183	190									45	137	92	85	184		82	87	93		47			1271
100083421	Catéter tipo 11			181	186		91	46		42	86	364			226	180	184	186	92	264	91	91		45			2355
100090796	Catéter tipo 12	48	95		95	96	189	48		95	95				185	191	94	95	190	92		143		48	190	94	2083
100090798	Catéter tipo 13																				41						41
100090799	Catéter tipo 14		47		138			46			43		89		142	82	94	92		46	89	94				47	1049
100090800	Catéter tipo 15		47				40			38				45		44	46	91	46	85							482
100090891	Catéter tipo 16		93		42	44	44	47		48	90				90	89	86	138	93		92	92	46	92		91	1317
100090892	Catéter tipo 17		93	271	94	177	93			47	91										47	182	187	95		89	1466
100090893	Catéter tipo 18		48			48	45					42		45	40	43	43	48	45		43						490
100090894	Catéter tipo 19						41					94					41		46				87	42			351
100091610	Catéter tipo 20	133	278			275	89	94		94	91				181	176	184	89	177		230	89	264	177	179	176	2976
100091721	Catéter tipo 21									47	47			48		48	44	39	89	90	46	45	41		94		678

100091722	Catéter tipo 22		47					40									41		43						171		
100091723	Catéter tipo 23			43						85	83			47		46	89		135		46		42	88	40	744	
100091724	Catéter tipo 24		45			96				48	188			46	46	47		95		95			48		48	802	
100091725	Catéter tipo 25		46		47	47	47	46		45				46	43		46	48	47		88					596	
100091726	Catéter tipo 26			47						48				47	90							48			48	328	
100091727	Catéter tipo 27	95		47			48			45	94					94	92	92	48			94		47	233	1029	
100091728	Catéter tipo 28				48	232		48		48	46			46	47	48		45	48		46	140		46		888	
100091729	Catéter tipo 29						95										46		89			48	48			326	
100091730	Catéter tipo 30													80				48	47		46	43	44	41		349	
100091731	Catéter tipo 31	94																46		142		46	48			376	
100091732	Catéter tipo 32				45	43								42				81	47			85				343	
100091733	Catéter tipo 33						47							46							92			30		215	
100091734	Catéter tipo 34							84						40	44		43							83		294	
100091735	Catéter tipo 35																34		62		43	47		72		258	
100091736	Catéter tipo 36							48						47					46			48		48		237	
100091737	Catéter tipo 37					44																				44	
100091738	Catéter tipo 38															46						46	47			139	
100091739	Catéter tipo 39					46	43									43		39		40		72			41	37	361
100091740	Catéter tipo 40																							95			142
100091742	Catéter tipo 41																									42	42
100091744	Catéter tipo 42													48	46		46						43				183
100091745	Catéter tipo 43						47							95	46				96	48			93		47	96	568
100091747	Catéter tipo 45									40						44				41		45					170

100091748	Catéter tipo 46					43					87				46	46	46		44						312		
100091749	Catéter tipo 47		48			46								46		47		45	47						279		
100091750	Catéter tipo 48										94			48		47			46	93	186	93	95		702		
100091752	Catéter tipo 50																		48						48		
100091753	Catéter tipo 51																		44						44		
100091754	Catéter tipo 52					48							47												95		
100091756	Catéter tipo 54			48									48	48											144		
100091760	Catéter tipo 57					18								46			45								109		
100091761	Catéter tipo 58					41								40		46					44				171		
100091765	Catéter tipo 59																		43						43		
100091767	Catéter tipo 61					38							92				46							42	218		
100091768	#N/A										34														34		
100091781	Catéter tipo 66				88	88					46	43			40		46				43			45	439		
100091782	Catéter tipo 67										42					44						38			124		
100091866	Catéter tipo 68		91				138					172	90				42	181		133	45	267	44	87	171	1461	
600078789	Catéter tipo 69		1457	1130	1326	747	1461	1034	571		283		1789			184			1508	380	1122	517	931	1131	1320	16891	
Total general		938	4842	4537	3817	5069	4818	3558	749	2965	4376	1793	3385	3178	4646	3927	4384	4557	4070	4129	4447	5965	4422	4594	4860	4812	98838

**Apéndice 2: Ausentismo Steerable.**

Colaborador nombre y primer apellido	Área afectada	Fecha ausencia	Categoría de la ausencia	Subcategoría	Supervisor	Modified By
Kiara Ramírez	Sterile Pack	11/10/2020	Permiso sin goce	Salud (diferente a COVID-19)	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Sharon Vega	Sterile Pack	11/11/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Sharon Vega	Sterile Pack	11/10/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Sharon Vega	Sterile Pack	11/9/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Marcos Porras	Sterile Pack	11/5/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Oldemar Jimenez	Jimenez Urena, Oldemar
Kimberly Soto	Sterile Pack	11/4/2020	ausencia injustificada	Personal no programada	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Castillo González, Luis Steven	Sterile Pack	10/5/2020	Transporte	Personal no programada	Oldemar Jimenez	Jimenez Urena, Oldemar
Rivera García, Marycruz	Sterile Pack	10/5/2020	Transporte	Personal programada	Oldemar Jimenez	Jimenez Urena, Oldemar
Kimberly Soto	Sterile Pack	10/5/2020	Permiso sin goce	Salud (diferente a COVID-19)	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Sindy Avilez	Sterile Pack	10/2/2020	Documento o trámite pendiente	Documento pendiente	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Kimberly Reyes	Sterile Pack	9/24/2020	Documento o trámite pendiente	Documento pendiente	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Sindy Avilez	Sterile Pack	7/31/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Sindy Avilez	Sterile Pack	7/30/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Sindy Avilez Cantillano	Sterile Pack	6/11/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Sindy Avilez Cantillano	Sterile Pack	6/11/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Sindy Avilez Cantillano	Sterile Pack	6/4/2020	Permiso sin goce	Personal no programada	Kathleen Duran	Duran Acuna, Kathleen Johanna
Marcos Porras	Sterile Pack	5/30/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Oldemar Jimenez	Jimenez Urena, Oldemar
Marcos Porras	Sterile Pack	5/29/2020	Incapacidad	Salud (diferente a COVID-19)	Oldemar Jimenez	Jimenez Urena, Oldemar

## Apéndice 3: Unidades desechadas en Steerable

Work Order	Defect Code	Defect Qty	Scrap Date	Scrap where Detected	Comments	ID who generated Scrap	ID who generated Scrap:Employee Name
53909981	R15BB - Band-Burr (sharp edge)	1	12/17/2019	Pack Sterile	Banda majada	12098574	Yixon Monge Venegas
53910044	R50FS - Floor Scrap	1	12/11/2019	Pack Sterile		12097450	Priscilla Salazar Molina
53910044	R50FS - Floor Scrap	1	12/10/2019	Pack Sterile		12097157	Kimberly Soto Murillo
53910076	R50FS - Floor Scrap	1	12/5/2019	Pack Sterile		12106997	Sindy Maria Avilez Cantillano
53889863	R50FS - Floor Scrap	1	11/26/2019	Pack Sterile		12098802	Karen Sanabria Sibaja
53889567	R50FS - Floor Scrap	1	11/25/2019	Pack Sterile		12098787	Kimberly Reyes Alvarez
53889645	R41 - Other: Describe	1	11/14/2019	Pack Sterile	Banda majada (visto con ingeniería)	No Asignable	
53889899	R50FS - Floor Scrap	1	11/8/2019	Pack Sterile	Se les cae en el momento de la limpieza del área	No Asignable	
53889554	R41 - Other: Describe	1	11/5/2019	Pack Sterile	Unidad contaminada	No Asignable	
53979836	R50FS - Floor Scrap	1	10/30/2019	Pack Sterile		12098787	Kimberly Reyes Alvarez
53871741	R50FS - Floor Scrap	1	10/29/2019	Pack Sterile		12098574	Yixon Monge Venegas
53910176	R50FS - Floor Scrap	1	10/22/2019	Pack Sterile		12097157	Kimberly Soto Murillo
53839062	R50FS - Floor Scrap	1	10/19/2019	Pack Sterile		12097458	Nixon Castro
53838932	R50FS - Floor Scrap	1	10/10/2019	Pack Sterile	Caída al piso	12098787	Kimberly Reyes Alvarez
53839058	R50FS - Floor Scrap	1	10/8/2019	Pack Sterile		12098787	Kimberly Reyes Alvarez
53780654	R41 - Other: Describe	1	9/25/2019	Pack Sterile	Pluger suelto	Sin Data	
53828021	R23DIS - Visual Tubing – Discoloration	1	9/23/2019	Pack Sterile	QC:12098571	No Asignable	
53828021	R48LP - Loose Plunger	1	9/23/2019	Pack Sterile	Sub H:12078093/QC:12098571	No Asignable	
53780655	R50FS - Floor Scrap	1	8/13/2019	Pack Sterile		12098787	Kimberly Reyes Alvarez
53717877	R50FS - Floor Scrap	1	8/9/2019	Pack Sterile		12111832	Kevin Gerardo Rocha Segura
53717986	R48LP - Loose Plunger	1	8/9/2019	Pack Sterile	Plunger queda suelto, lo pone handle pero ha estado reportando que queda flojo(visto con Laura)	No Asignable	
53779802	R23C - Visual Entire Catheter – Describe	1	7/20/2019	Pack Sterile	Partícula en el cover label.	No Asignable	
53779802	R10 - Component Failure- Explain	1	7/20/2019	Pack Sterile	Cover label dañado	No Asignable	
53779798	R50FS - Floor Scrap	1	7/19/2019	Pack Sterile		12111832	Kevin Gerardo Rocha Segura
53779885	R50FS - Floor Scrap	1	7/18/2019	Pack Sterile		12111832	Kevin Gerardo Rocha Segura
53793348	R41 - Other: Describe	1	7/18/2019	Pack Sterile	Problemas con el conector queda flojo y le genera gap	Sin Data	
53778195	R50FS - Floor Scrap	2	7/11/2019	Pack Sterile		12161520	Maricruz Rivera G
53654729	R23DT - Visual Tubing-Damage Tubing	1	6/24/2019	Pack Sterile	Realiza inspección DC12098571-KA12096531.No asignable,visto con Laura.	No Asignable	
53602365	R41 - Other: Describe	2	6/11/2019	Pack Sterile	Tapa de anclaje dañada	No Asignable	

53753975	R50FS - Floor Scrap	1	6/14/2019	Pack Sterile	Pack:12098382-12133678	No Assignable	
53592195	R50FS - Floor Scrap	1	6/14/2019	Pack Sterile		12098787	Kimberly Reyes Alvarez
53592198	R50FS - Floor Scrap	1	6/12/2019	Pack Sterile		12159093	Marco Porras Ugalde
53602362	R50FS - Floor Scrap	1	6/11/2019	Pack Sterile		12106997	Sindy Maria Avilez Cantillano
53717928	R50FS - Floor Scrap	1	6/11/2019	Pack Sterile		12098802	Karen Sanabria Sibaja
53602756	R23DT - Visual Tubing-Damage Tubing	2	5/15/2019	Pack Sterile	Conciliación WW20	Sin Data	
53655046	R23DT - Visual Tubing-Damage Tubing	2	5/15/2019	Pack Sterile	Conciliación WW20	Sin Data	
53592177	R15BB - Band-Burr (sharp edge)	1	5/17/2019	Pack Sterile	Majada con la selladora	12097450	Priscilla Salazar Molina
53702168	R41 - Other: Describe	1	5/17/2019	Pack Sterile	Ins QC,12097330,QC HU12097208,SV,12098380	Sin Data	
53702168	R41 - Other: Describe	1	5/17/2019	Pack Sterile	InspQC,12097330,QCSV,12098380,HU,12097208	Sin Data	
53702168	R41 - Other: Describe	1	5/17/2019	Pack Sterile	Insp.QC. DA12097330. QC/SV,12098380,HU,12097208. Daño en el handle	Sin Data	
53540611	R15BB - Band-Burr (sharp edge)	1	5/7/2019	Pack Sterile		12098787	Kimberly Reyes Alvarez

**Apéndice 4: Histórico de mantenimiento equipo de sellado de blisters.**

Event	Event Type	Type	Date Completed	Sched. Start Date	Sched. End Date	Time task	Description	Action Code	Year_Week
3062470	PPM	Preventive Maintenance		11/30/2020	12/4/2020		Mantenimiento preventivo semanal		20_49
3062469	PPM	Preventive Maintenance		11/23/2020	11/27/2020		Mantenimiento preventivo semanal		20_48
3062468	PPM	Preventive Maintenance	11/16/2020	11/16/2020	11/20/2020	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		20_47
3062467	PPM	Preventive Maintenance	11/9/2020	11/9/2020	11/13/2020	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		20_46
3073065	JOB	Unscheduled Maintenance	11/2/2020	11/1/2020	11/7/2020	1.00	SCHEDULED EQUIPMENT MOVEMENT	OTHER	20_45
3073064	JOB	Unscheduled Calibration	11/2/2020	11/1/2020	11/7/2020	1.00	CALIBRATION TECHNICAL SUPPORT NEEDED	UNSD CAL	20_45
3062466	PPM	Preventive Maintenance	11/2/2020	11/2/2020	11/6/2020	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		20_45
3031571	PPM	Preventive Maintenance	10/26/2020	10/26/2020	10/30/2020	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		20_44
3031570	PPM	Preventive Maintenance	10/19/2020	10/19/2020	10/23/2020	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		20_43
3031569	PPM	Preventive Maintenance	10/12/2020	10/12/2020	10/16/2020	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		20_42
3041883	JOB	Unscheduled Maintenance	10/2/2020	10/2/2020	10/11/2020	0.00	EQUIPMENT REVISION	OTHER	20_40
3031568	PPM	Preventive Maintenance	10/5/2020	10/5/2020	10/9/2020	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		20_41
2990442	PPM	Preventive Maintenance	9/28/2020	9/28/2020	10/2/2020	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		20_40
2990441	PPM	Preventive Maintenance	9/21/2020	9/21/2020	9/25/2020	0.73	Mantenimiento preventivo semanal		20_39
2990439	PPM	Preventive Maintenance	9/14/2020	9/14/2020	9/18/2020	0.84	Mantenimiento preventivo semanal		20_38
2990438	PPM	Preventive Maintenance	9/7/2020	9/7/2020	9/11/2020	0.72	Mantenimiento preventivo semanal		20_37
2958085	PPM	Preventive Maintenance	8/31/2020	8/31/2020	9/4/2020	0.86	Mantenimiento preventivo semanal		20_36
2958084	PPM	Preventive Maintenance	8/24/2020	8/24/2020	8/28/2020	0.85	Mantenimiento preventivo semanal		20_35
2958083	PPM	Preventive Maintenance	8/17/2020	8/17/2020	8/21/2020	0.88	Mantenimiento preventivo semanal		20_34
2958082	PPM	Preventive Maintenance	8/10/2020	8/10/2020	8/14/2020	0.84	Mantenimiento preventivo semanal		20_33

2958081	PPM	Preventive Maintenance	8/3/2020	8/3/2020	8/7/2020	0.55	Mantenimiento preventivo semanal		20_32
2930455	PPM	Preventive Maintenance	7/27/2020	7/27/2020	7/31/2020	0.60	Mantenimiento preventivo semanal		20_31
2930454	PPM	Preventive Maintenance	7/20/2020	7/20/2020	7/24/2020	0.53	Mantenimiento preventivo semanal		20_30
2948854	JOB	Unscheduled Maintenance	7/15/2020	7/15/2020	7/22/2020	0.83	Equipo con mal funcionamiento	OTHER	20_29
2930453	PPM	Preventive Maintenance	7/13/2020	7/13/2020	7/17/2020	0.39	Mantenimiento preventivo semanal		20_29
2930452	PPM	Preventive Maintenance	7/6/2020	7/6/2020	7/10/2020	0.88	Mantenimiento preventivo semanal		20_28
2897500	PPM	Preventive Maintenance	6/29/2020	6/29/2020	7/3/2020	0.33	Mantenimiento preventivo semanal		20_27
2897499	PPM	Preventive Maintenance	6/22/2020	6/22/2020	6/26/2020	0.31	Mantenimiento preventivo semanal		20_26
2897498	PPM	Preventive Maintenance	6/15/2020	6/15/2020	6/19/2020	0.51	Mantenimiento preventivo semanal		20_25
2897497	PPM	Preventive Maintenance	6/8/2020	6/8/2020	6/12/2020	0.52	Mantenimiento preventivo semanal		20_24
2897496	PPM	Preventive Maintenance	6/1/2020	6/1/2020	6/5/2020	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		20_23
2868587	JOB	Unscheduled Maintenance	5/26/2020	5/25/2020	5/29/2020	1.80	Equipo con mal funcionamiento		20_22
2868586	JOB	Unscheduled Maintenance	5/19/2020	5/18/2020	5/22/2020	1.42	Equipo con mal funcionamiento		20_21
2868584	JOB	Unscheduled Maintenance	5/13/2020	5/11/2020	5/15/2020	2.81	Equipo con mal funcionamiento		20_20
2868583	PPM	Preventive Maintenance	5/6/2020	5/4/2020	5/8/2020	2.26	Mantenimiento preventivo semanal		20_19
2838490	JOB	Unscheduled Maintenance	5/1/2020	4/27/2020	5/1/2020	4.92	Cambio de Junta	REPLACE	20_18
2838489	PPM	Preventive Maintenance	4/20/2020	4/20/2020	4/24/2020	0.73	Mantenimiento preventivo semanal		20_17
2838488	PPM	Preventive Maintenance	4/14/2020	4/13/2020	4/17/2020	1.52	Mantenimiento preventivo semanal		20_16
2838487	PPM	Preventive Maintenance	4/7/2020	4/6/2020	4/10/2020	1.62	Mantenimiento preventivo semanal		20_15
2808180	PPM	Preventive Maintenance	3/31/2020	3/30/2020	4/3/2020	1.64	Mantenimiento preventivo semanal		20_14
2808179	PPM	Preventive Maintenance	3/24/2020	3/23/2020	3/27/2020	1.55	Mantenimiento preventivo semanal		20_13
2808178	JOB	Unscheduled Maintenance	3/17/2020	3/16/2020	3/20/2020	1.67	Parte dañada		20_12

2808177	PPM	Preventive Maintenance	3/9/2020	3/9/2020	3/13/2020	0.59	Mantenimiento preventivo semanal		20_11
2808176	PPM	Preventive Maintenance	3/2/2020	3/2/2020	3/6/2020	0.63	Mantenimiento preventivo semanal		20_10
2777381	PPM	Preventive Maintenance	2/24/2020	2/24/2020	2/28/2020	0.85	Mantenimiento preventivo semanal		20_09
2777380	PPM	Preventive Maintenance	2/17/2020	2/17/2020	2/21/2020	0.80	Mantenimiento preventivo semanal		20_07
2777379	PPM	Preventive Maintenance	2/12/2020	2/10/2020	2/14/2020	2.55	Mantenimiento preventivo semanal		20_07
2777378	PPM	Preventive Maintenance	2/5/2020	2/3/2020	2/7/2020	2.33	Mantenimiento preventivo semanal		20_06
2752193	PPM	Preventive Maintenance	1/27/2020	1/27/2020	1/31/2020	0.79	Mantenimiento preventivo semanal		20_05
2752192	PPM	Preventive Maintenance	1/20/2020	1/20/2020	1/24/2020	0.76	Mantenimiento preventivo semanal		20_03
2752191	PPM	Preventive Maintenance	1/13/2020	1/13/2020	1/17/2020	0.71	Mantenimiento preventivo semanal		20_03
2752190	PPM	Preventive Maintenance	1/6/2020	1/6/2020	1/10/2020	0.87	Mantenimiento preventivo semanal		20_02
2722309	JOB	Unscheduled Maintenance	1/3/2020	12/30/2019	1/3/2020	4.37	Cambio de Junta	REPLACE	20_01
2722308	PPM	Preventive Maintenance	12/23/2019	12/23/2019	12/27/2019	0.38	Mantenimiento preventivo semanal		19_50
2722307	PPM	Preventive Maintenance	12/16/2019	12/16/2019	12/20/2019	0.85	Mantenimiento preventivo semanal		19_49
2722306	PPM	Preventive Maintenance	12/9/2019	12/9/2019	12/13/2019	0.86	Mantenimiento preventivo semanal		19_48
2722305	PPM	Preventive Maintenance	12/2/2019	12/2/2019	12/6/2019	0.85	Mantenimiento preventivo semanal		19_47
2716078	PPM	Preventive Maintenance	11/19/2019	11/19/2019	11/29/2019	0.91	Mantenimiento preventivo semanal		19_45
2677742	JOB	Unscheduled Maintenance	11/26/2019	11/25/2019	11/29/2019	1.69	Parte dañada	OTHER	19_46
2677741	PPM	Preventive Maintenance	11/18/2019	11/18/2019	11/22/2019	0.76	Mantenimiento preventivo semanal		19_45
2677740	PPM	Preventive Maintenance	11/12/2019	11/11/2019	11/15/2019	1.76	Mantenimiento preventivo semanal		19_44
2691594	PPM	Preventive Maintenance	11/8/2019	11/8/2019	11/8/2019	0.53	Mantenimiento preventivo semanal	OTHER	19_43
2677739	PPM	Preventive Maintenance	11/4/2019	11/4/2019	11/8/2019	0.89	Mantenimiento preventivo semanal		19_43
2625517	JOB	Unscheduled Maintenance	10/29/2019	10/28/2019	11/1/2019	1.76	Parte dañada		19_42

2625516	PPM	Preventive Maintenance	10/21/2019	10/21/2019	10/25/2019	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		19_41
2646170	PPM	Preventive Maintenance	10/10/2019	10/10/2019	10/20/2019	0.69	Mantenimiento preventivo semanal		19_40
2625515	PPM	Preventive Maintenance	10/15/2019	10/14/2019	10/18/2019	1.85	Mantenimiento preventivo semanal		19_40
2625514	PPM	Preventive Maintenance	10/7/2019	10/7/2019	10/11/2019	0.85	Mantenimiento preventivo semanal		19_40
2591105	PPM	Preventive Maintenance	9/30/2019	9/30/2019	10/4/2019	0.56	Mantenimiento preventivo semanal		19_39
2591104	PPM	Preventive Maintenance	9/23/2019	9/23/2019	9/27/2019	0.63	Mantenimiento preventivo semanal		19_38
2591103	PPM	Preventive Maintenance	9/16/2019	9/16/2019	9/20/2019	0.43	Mantenimiento preventivo semanal		19_37
2591102	JOB	Unscheduled Maintenance	9/10/2019	9/9/2019	9/13/2019	1.95	Equipo con mal funcionamiento		19_36
2591101	PPM	Preventive Maintenance	9/2/2019	9/2/2019	9/6/2019	0.45	Mantenimiento preventivo semanal		19_35
2557660	PPM	Preventive Maintenance	8/26/2019	8/26/2019	8/30/2019	0.91	Mantenimiento preventivo semanal		19_34
2557659	PPM	Preventive Maintenance	8/19/2019	8/19/2019	8/23/2019	0.89	Mantenimiento preventivo semanal		19_33
2557658	PPM	Preventive Maintenance	8/12/2019	8/12/2019	8/16/2019	0.81	Mantenimiento preventivo semanal		19_32
2557657	PPM	Preventive Maintenance	8/5/2019	8/5/2019	8/9/2019	0.86	Mantenimiento preventivo semanal		19_31
2526336	PPM	Preventive Maintenance	7/30/2019	7/29/2019	8/2/2019	1.33	Mantenimiento preventivo semanal		19_30
2526335	PPM	Preventive Maintenance	7/22/2019	7/22/2019	7/26/2019	0.63	Mantenimiento preventivo semanal		19_29
2526334	JOB	Unscheduled Maintenance	7/18/2019	7/15/2019	7/19/2019	3.61	Cambio de Junta	REPLACE	19_28
2526333	PPM	Preventive Maintenance	7/8/2019	7/8/2019	7/12/2019	0.00	Mantenimiento preventivo semanal		19_27
2526332	PPM	Preventive Maintenance	7/1/2019	7/1/2019	7/5/2019	0.49	Mantenimiento preventivo semanal		19_26
2497533	PPM	Preventive Maintenance	6/24/2019	6/24/2019	6/28/2019	0.80	Mantenimiento preventivo semanal		19_25

**Apéndice 5: Histórico de mantenimiento equipo de sellado de pouch.**

Event	Event Type	Type	Equipment	Date Completed	Sched. Start Date	Sched. End Date	Description	PM Code	Action Code	Downtime Hours
2940531	PPM	Mantenimiento Preventivo	137176	10/5/2020 16:31	10/1/2020	10/12/2020	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	2344-3M-ALA-AFD		0
2854888	PPM	Mantenimiento Preventivo	137176	7/6/2020 21:07	7/1/2020	7/12/2020	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	2344-3M-ALA-AFD		0
2761600	PPM	Mantenimiento Preventivo	137176	4/7/2020 12:46	4/1/2020	4/12/2020	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	2344-3M-ALA-AFD		0
2791409	JOB	Mantenimiento no programado	137176	2/8/2020 8:21	2/18/2020	2/18/2020	EQUIPO CON MAL FUNCIONAMIENTO		OTHER	0.5
2343585	PPM	Calibración	137176	1/19/2020 13:47	1/1/2020	1/31/2020	CALIBRACION, SELLADOR TÉRMICO	90021630-M-ALA-AFD	SCHD CAL	0
2638627	PPM	Mantenimiento Preventivo	137176	1/9/2020 7:54	1/1/2020	1/12/2020	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	2344-3M-ALA-AFD		0
2728116	JOB	Mantenimiento no programado	137176	12/17/2019 16:03	12/2/2019	12/18/2019	SCHEDULED EQUIPMENT MOVEMENT			0
2540175	PPM	Mantenimiento Preventivo	137176	10/3/2019 1:58	10/1/2019	10/12/2019	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	2344-3M-ALA-AFD		0
2449816	PPM	Mantenimiento Preventivo	137176	7/5/2019 20:33	7/1/2019	7/12/2019	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	2344-3M-ALA-AFD		0
2331580	PPM	Mantenimiento Preventivo	137176	4/10/2019 14:24	4/1/2019	4/12/2019	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	2344-3M-ALA-AFD		0
1974153	PPM	Calibración	137176	1/18/2019 12:56	1/1/2019	1/31/2019	CALIBRACIÓN, SELLADOR TÉRMICO	90021630-M-ALA-AFD	SCHD CAL	0
2245218	PPM	Mantenimiento Preventivo	137176	1/7/2019 21:43	1/1/2019	1/12/2019	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL	2344-3M-ALA-AFD		0

**Apéndice 6: Formulario de Multivotación.**

<b>Producción semanal de la línea de empaque estéril de Steerable</b>		
<b>Instrucciones:</b> A continuación se le presenta una lista de ideas consideradas como posibles causas al no cumplimiento de la meta de producción semanal, usted debe evaluar el impacto de cada ítem por medio de la asignación de puntos. Para ello cuenta con 100 puntos en total, los cuales deben ser repartidos entre las causas, según su grado de importancia. Mientras mayor sea el impacto, mayor cantidad de puntos debe asignar a la causa.		
<b>N° Ítem</b>	<b>CAUSA</b>	<b>Puntaje Asignado</b>
<b>INFRAESTRUCTURA</b>		
1	Transporte de material innecesario o excesivo	
2	Transporte riesgoso para el material	
3	Método inapropiado de transporte	
4	Balance inapropiado de cargas de trabajo	
<b>MANO DE OBRA</b>		
5	Descuidos durante el transporte de bandejas	
6	Distracciones en el puesto de trabajo y en los pasillos	
7	Paros de producción sin causa justificada	
8	Rotación de personal	
9	Falta de entrenamiento	
10	Ausentismo o impuntualidad	
<b>MATERIALES</b>		
11	Paros de producción sin causa justificada	
12	Materiales defectuosos	
13	Materiales no llegan a tiempo	
<b>MÉTODOS</b>		
14	Transporte riesgoso para el material	
15	Método inapropiado de transporte	
16	Falta de control de la producción	
17	Cambio frecuente de lotes	
18	Manipulación inapropiada de materiales	
19	Exceso de documentación	
<b>Máquinas</b>		
20	Recurrencia de la rutina de mantenimiento preventivo	
21	Repuestos de mala calidad	
22	Disponibilidad de repuestos	
23	Tiempos de paro prolongados	
<b>Puesto que desempeña:</b>		
<b>Fecha:</b>		

## Apéndice 7: Respuestas del multivoto.

<b>Producción semanal de la línea de empaque estéril de Steerable</b>																
Instrucciones: A continuación, se le presenta una lista de ideas consideradas como posibles causas del no cumplimiento de la meta de producción semanal, usted debe evaluar el impacto de cada ítem por medio de la asignación de puntos. Para ello cuenta con 100 puntos en total los cuales deben ser repartidos entre las causas, según su grado de importancia. Mientras mayor sea el impacto, mayor cantidad de puntos debe asignar a la causa.																
N°	CAUSA	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	TOTAL	%
1	Transporte de material innecesario o excesivo	1	3	2	10	5	2	1	4	2	3	9	2	4	48	3.69%
2	Transporte riesgoso para el material	5	1	7	12	12	10	8	11	10	13	15	11	7	122	9.38%
3	Método inapropiado de transporte	4	2	2	12	5	11	8	9	7	10	13	12	7	102	7.85%
4	Balance inapropiado de cargas de trabajo	0	1	1	9	7	2	3	6	0	3	5	4	0	41	3.15%
5	Descuidos durante el transporte de bandejas	5	2	4	2	5	3	3	6	4	4	2	3	3	46	3.54%
6	Distracciones en el puesto de trabajo y en los pasillos	0	1	1	4	4	2	1	4	3	1	1	1	3	26	2.00%
7	Paros de producción sin causa justificada	0	2	2	2	9	3	4	2	4	3	0	2	1	34	2.62%
8	Rotación de personal	3	3	3	3	1	2	3	2	2	2	3	3	0	30	2.31%
9	Falta de entrenamiento	0	1	2	1	3	3	1	3	1	0	0	0	0	15	1.15%
10	Ausentismo o impuntualidad	4	2	4	3	1	3	3	4	2	3	1	1	2	33	2.54%
11	Paros de producción sin causa justificada	3	2	4	1	3	1	4	0	2	0	2	1	3	26	2.00%
12	Materiales defectuosos	0	1	2	5	1	2	3	4	2	0	3	2	1	26	2.00%
13	Materiales no llegan a tiempo	0	2	3	0	1	5	1	3	3	4	5	0	0	27	2.08%
14	Transporte riesgoso para el material	5	1	3	2	5	2	1	0	3	6	0	1	1	30	2.31%
15	Método inapropiado de transporte	0	1	1	4	2	5	2	5	4	5	7	3	8	47	3.62%
16	Falta de control de la producción	0	1	0	1	2	3	4	2	0	1	5	4	1	24	1.85%
17	Cambio frecuente de lotes	30	33	23	10	4	9	7	1	7	9	9	7	14	163	12.54%
18	Manipulación inapropiada de materiales	0	1	3	4	2	4	7	9	2	3	4	2	4	45	3.46%
19	Exceso de documentación	5	5	10	4	3	3	5	1	8	9	1	12	3	69	5.31%
20	Recurrencia de la rutina de mantenimiento preventivo	5	3	2	3	5	0	9	0	9	3	5	5	6	55	4.23%
21	Repuestos de mala calidad	0	2	1	2	5	3	6	10	2	1	0	5	12	49	3.77%
22	Disponibilidad de repuestos	10	5	5	1	10	7	4	9	5	6	4	5	8	79	6.08%
23	Tiempos de paro prolongados	20	25	15	5	5	15	12	5	18	11	6	14	12	163	12.54%
		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1300</b>	<b>100.00%</b>

**Apéndice 8: Muestreo de tiempos por actividad.**

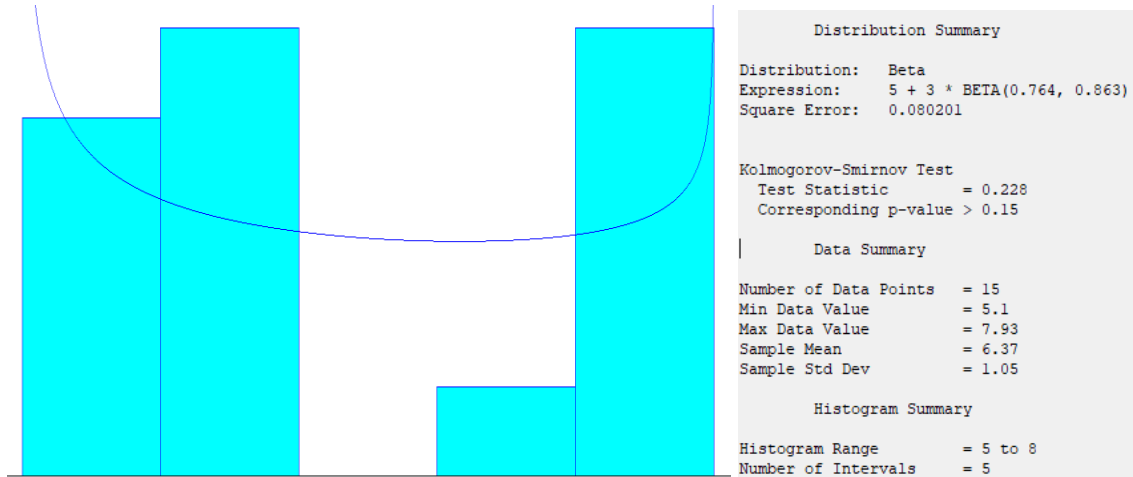
Operación	Actividad	Tiempos (segundos / unidad)														
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8	Muestra 9	Muestra 10	Muestra 11	Muestra 12	Muestra 13	Muestra 14	Muestra 15
Alistamiento	Despeje de línea	945.240	710.940	656.820	715.320	802.680	835.140	717.300	607.920	810.120	932.580	846.660	764.760	732.840	671.880	929.280
Pruebas operativas	Pruebas de Tensión	627.964	625.123	624.389	625.262	621.488	623.242	624.983	628.581	621.494	623.28	621.594	629.026	623.831	627.654	622.367
	Transporte de bandeja	5.92	5.603	7.626	7.93	5.872	5.515	5.096	7.509	5.767	5.566	7.547	5.12	5.624	7.445	7.34
Limpieza de Catheter	Aspirado de Catéter	8.051	8.053	9.199	9.817	10.798	9.559	9.551	9.068	10.847	8.464	8.846	10.161	9.406	9.615	10.008
	Limpieza de Catéter	8.888	9.312	11.612	11.317	9.127	10.184	8.208	11.113	9.387	11.469	8.88	7.421	11.714	10.675	10.436
	Transporte de Catéter limpios	5.284	6.794	3.491	4.442	5.996	3.044	3.35	3.795	5.289	4.914	6.812	3.67	5.657	6.757	5.155
Limpieza de Blister	Transporte de Blister	8.351	8.859	8.597	5.751	6.866	7.132	5.444	8.067	7.561	5.585	8.15	8.35	8.518	6.801	5.4
	Limpieza de Blister	7.763	5.215	8.185	8.377	7.823	8.186	8.068	5.322	8.655	8.598	8.203	6.185	7.656	8.586	5.567
	Transporte de Blister limpios	6.383	5.71	7.023	7.365	4.656	7.357	6.754	7.903	4.274	7.563	5.285	6.781	7.531	6.619	4.246
Ensamble de Catéter en Blister	Colocar Catéter en blister	9.55	9.661	7.939	8.695	6.805	6.957	7.58	6.295	8.264	7.832	8.827	8.859	8.006	7.734	6.679
	Colocar Esponjas	7.896	8.083	6.032	7.953	5.796	8.955	6.338	5.813	5.257	7.807	6.536	8.404	6.974	6.187	5.796
Control Estático	Control Estático	1.319	2.789	2.182	2.327	2.275	2.969	1.167	2.993	1.738	1.378	2.485	3.755	3.9	1.205	2.5
Sellado de Blister	Sellado de Blister	9.388	8.553	7.267	9.567	6.356	7.91	6.857	8.91	6.361	6.47	7.415	9.837	6.393	6.92	7.814
	Inspección de sello del Blister	4.125	6.306	4.609	6.855	4.293	5.936	5.052	6.891	4.178	5.025	4.153	6.219	6.427	4.696	8.405
	Transporte de blister sellado	4.65	5.598	3.638	4.494	5.603	5.237	5.262	5.653	5.949	4.138	3.852	4.517	5.379	5.606	3.25
Sellado de Pouch	Etiquetado de Pouch	5.796	8.616	6.121	6.57	6.477	6.507	8.886	6.538	7.196	8.396	6.561	8.184	8.376	7.426	7.481
	Sellado de Pouch	7.25	8.327	8.951	6.39	8.839	8.13	8.443	8.4	6.479	6.66	8.578	8.192	6.745	8.389	6.987
	Inspección de sello del Pouch	6.739	4.671	6.384	4.088	4.012	6.053	4.565	6.098	4.678	5.418	5.306	4.271	4.112	5.814	9.209
	Transporte de Pouch sellado	5.633	7.536	3.692	3.618	7.887	7.15	7.969	5.904	5.159	5.951	7.459	3.543	5.123	7.16	5.326

Apéndice 9: Tabla de probabilidad de demanda mensual de cada tipo de catéter.

Material	Tipo	Demanda anual por tipo	% sobre la Demanda total
100053797	Catéter tipo 1	51864	22.49%
100072243	Catéter tipo 2	27923	12.11%
600078789	Catéter tipo 69	27864	12.08%
100072244	Catéter tipo 3	25378	11.00%
100072245	Catéter tipo 4	13917	6.03%
100091610	Catéter tipo 20	6666	2.89%
100083419	Catéter tipo 9	6422	2.78%
100083416	Catéter tipo 6	4717	2.05%
é100083418	Catéter tipo 8	4636	2.01%
100090796	Catéter tipo 12	3981	1.73%
100090892	Catéter tipo 17	3903	1.69%
100083421	Catéter tipo 11	3317	1.44%
100090891	Catéter tipo 16	3309	1.43%
100083417	Catéter tipo 7	3109	1.35%
100091866	Catéter tipo 68	3000	1.30%
100083414	Catéter tipo 5	2716	1.18%
100091728	Catéter tipo 28	2272	0.99%
100091724	Catéter tipo 24	2104	0.91%
100083420	Catéter tipo 10	1914	0.83%
100090799	Catéter tipo 14	1852	0.80%
100091727	Catéter tipo 27	1822	0.79%
100091723	Catéter tipo 23	1789	0.78%
100091750	Catéter tipo 48	1678	0.73%
100091721	Catéter tipo 21	1633	0.71%
100091767	Catéter tipo 61	1351	0.59%
100091781	Catéter tipo 66	1347	0.58%
100090893	Catéter tipo 18	1085	0.47%
100091725	Catéter tipo 25	1077	0.47%
100091731	Catéter tipo 31	1033	0.45%
100091726	Catéter tipo 26	965	0.42%
100090800	Catéter tipo 15	837	0.36%
100091740	Catéter tipo 40	805	0.35%
100091754	Catéter tipo 52	799	0.35%
100091734	Catéter tipo 34	736	0.32%
100091735	Catéter tipo 35	728	0.32%
100090894	Catéter tipo 19	701	0.30%
100091745	Catéter tipo 43	701	0.30%
100091733	Catéter tipo 33	697	0.30%
100090798	Catéter tipo 13	684	0.30%
100091736	Catéter tipo 36	675	0.29%
100091732	Catéter tipo 32	606	0.26%
100091739	Catéter tipo 39	595	0.26%
100091738	Catéter tipo 38	545	0.24%
100091744	Catéter tipo 42	528	0.23%
100091748	Catéter tipo 46	524	0.23%
100091749	Catéter tipo 47	523	0.23%
100091729	Catéter tipo 29	495	0.21%
100091722	Catéter tipo 22	484	0.21%
100091730	Catéter tipo 30	466	0.20%
100091742	Catéter tipo 41	460	0.20%
100091780	Catéter tipo 65	439	0.19%
100091759	Catéter tipo 56	409	0.18%
100091765	Catéter tipo 59	364	0.16%
100091782	Catéter tipo 67	318	0.14%
100091756	Catéter tipo 54	308	0.13%
100091751	Catéter tipo 49	298	0.13%
100091758	Catéter tipo 55	215	0.09%
100091753	Catéter tipo 51	197	0.09%
100091761	Catéter tipo 58	159	0.07%
100091760	Catéter tipo 57	116	0.05%
100091747	Catéter tipo 45	110	0.05%
100091773	Catéter tipo 64	106	0.05%
100091770	Catéter tipo 63	83	0.04%
100091737	Catéter tipo 37	69	0.03%
100091752	Catéter tipo 50	68	0.03%
100091766	Catéter tipo 60	61	0.03%
100091755	Catéter tipo 53	32	0.01%
100091746	Catéter tipo 44	31	0.01%
100091769	Catéter tipo 62	13	0.01%
<b>Total</b>		<b>230629</b>	<b>100.00%</b>

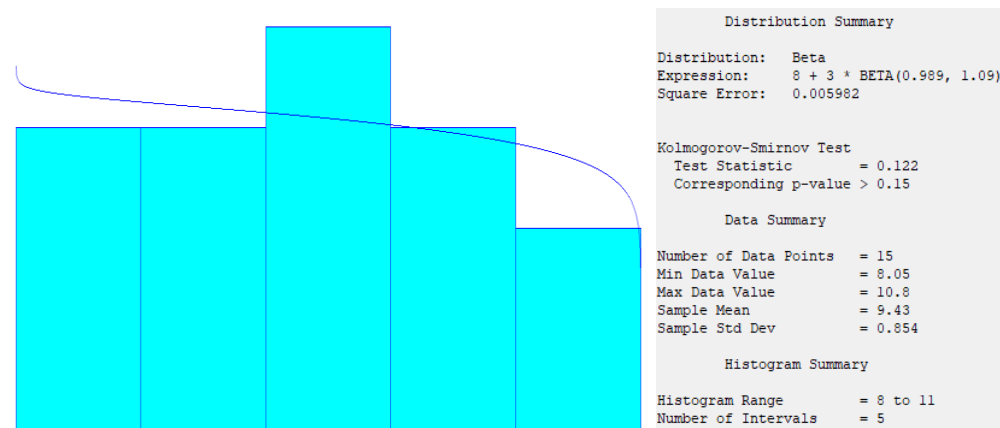
## Apéndice 10: Gráficos y tablas de distribución de mejor ajuste.

*Gráfico de ajuste para tiempos en la operación de Transporte de bandeja.*



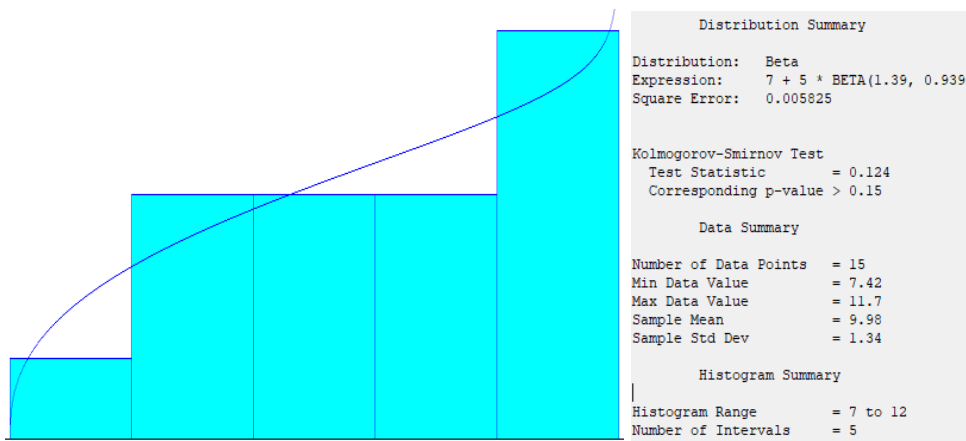
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la operación de transporte de bandeja. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de aspirado de catéter en la operación de Limpieza de Catéter.*



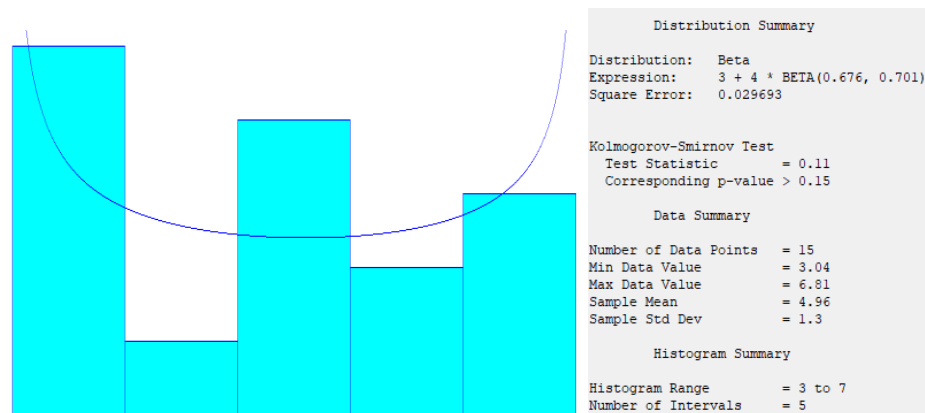
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de aspirado de catéter en la operación de limpieza de catéter. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de limpieza de catéter en la operación del mismo nombre.*



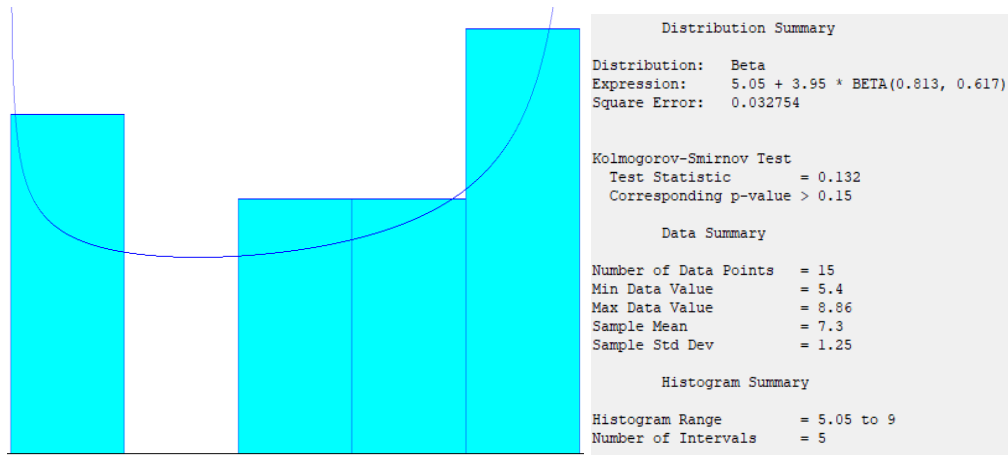
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de limpieza de catéter. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de transporte de catéteres limpios en la operación del Limpieza de catéter.*



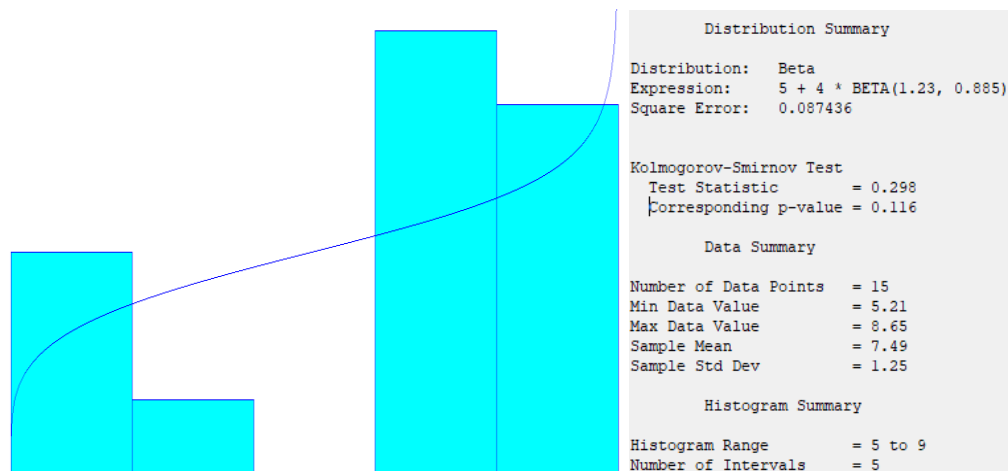
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de transporte de catéteres limpios en la operación de limpieza de catéter. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de transporte de blíster en la operación del Limpieza de blíster.*



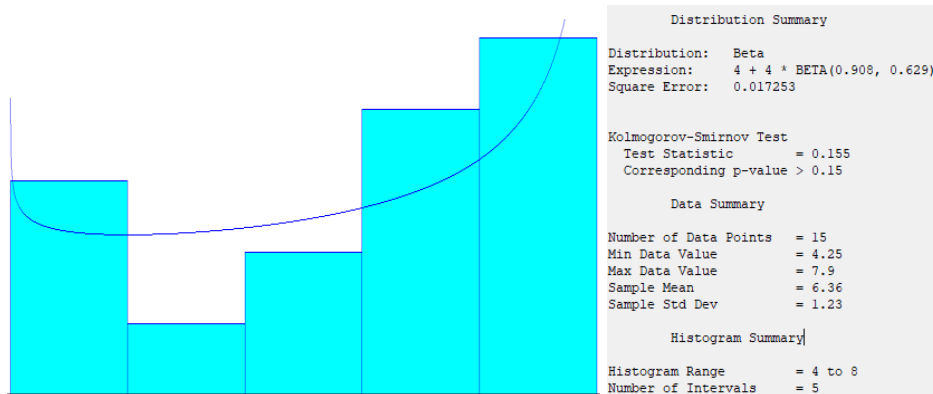
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de transporte de blíster en la operación de limpieza de blíster. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de limpieza de blíster en la operación del Limpieza de blíster.*



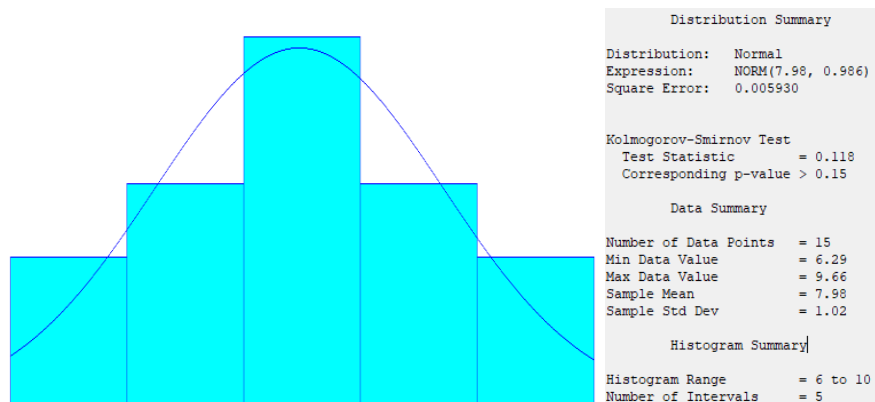
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de limpieza de blíster en la operación de limpieza de blíster. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de transporte de blísteres limpios en la operación del Limpieza de blíster.*



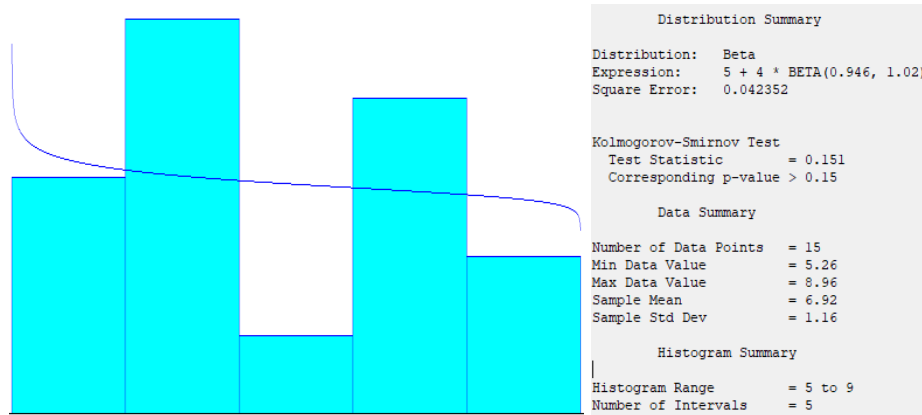
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de transporte de blísteres limpios en la operación de limpieza de blíster. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de colocar catéter en blíster en la operación del Ensamble de catéter.*



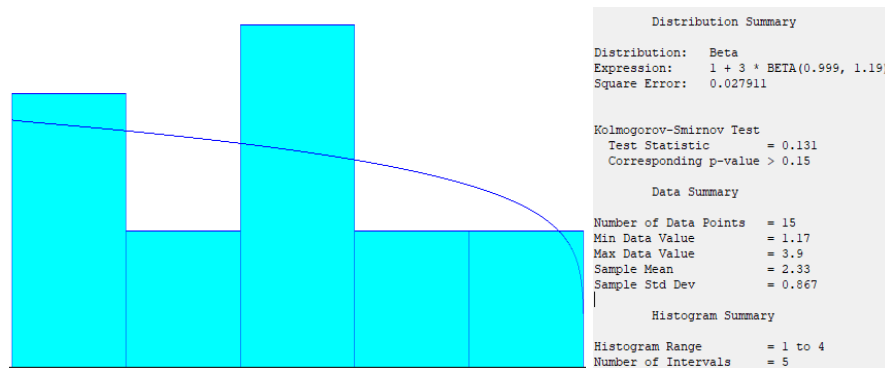
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de colocar catéter en blíster en la operación de ensamble de catéter. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de colocar esponja en la operación del Ensamble de catéter.*



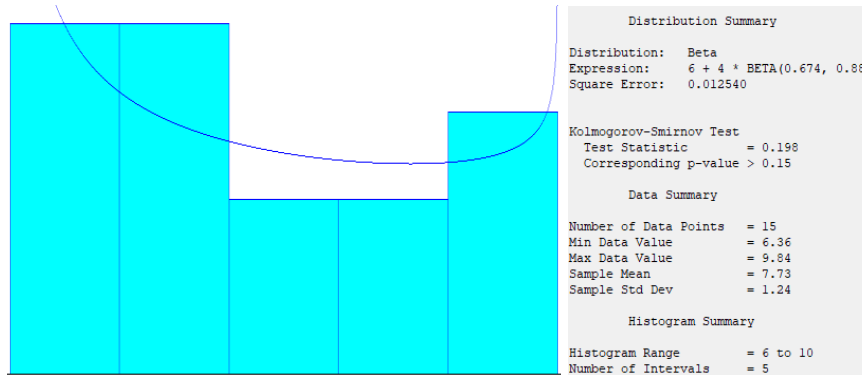
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de colocar esponja en la operación de ensamble de catéter. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la operación Control estático.*



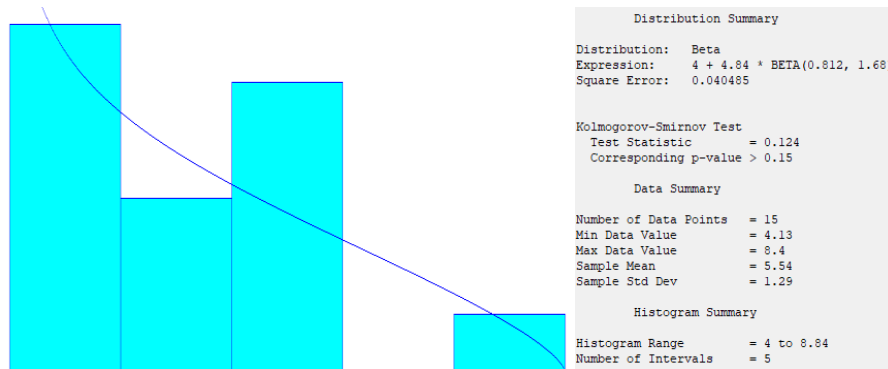
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la operación de control estático. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de sellado de blíster en la operación del mismo nombre.*



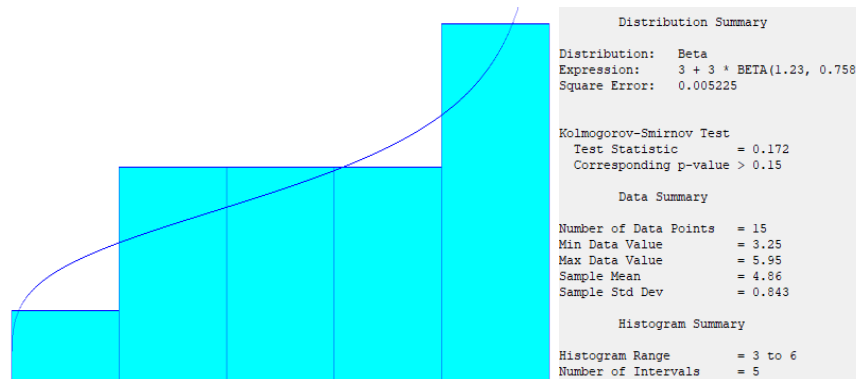
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de sellado de blíster en la operación de sellado de blíster. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de inspección de sello del blíster en la operación de sellado de blíster.*



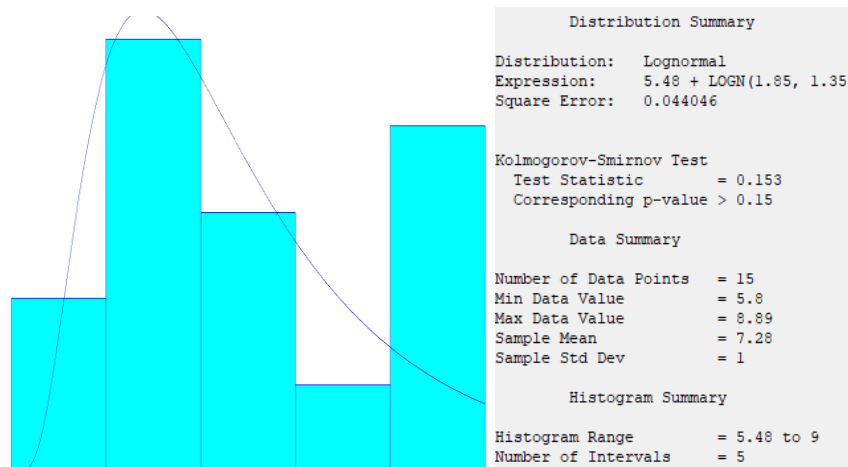
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de inspección de sello de blíster en la operación de sellado de blíster. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de transporte de blísteres sellados en la operación de sellado de blíster.*



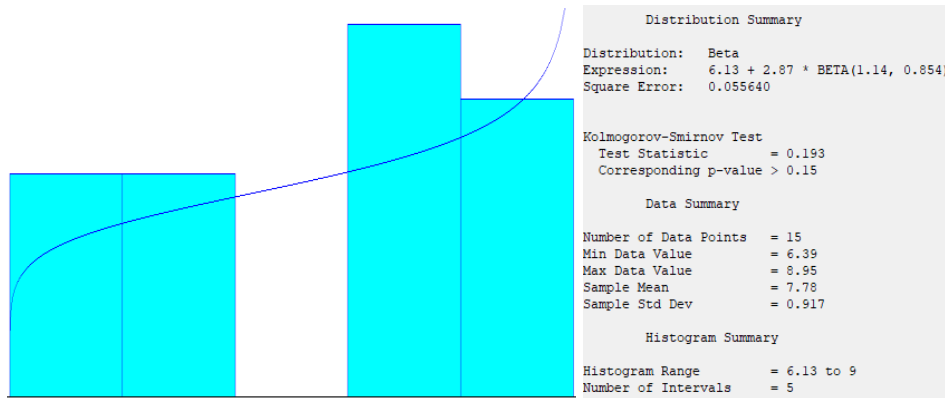
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de transporte de blísteres sellados en la operación de sellado de blíster. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de etiquetado de pouch en la operación de sellado de pouch.*



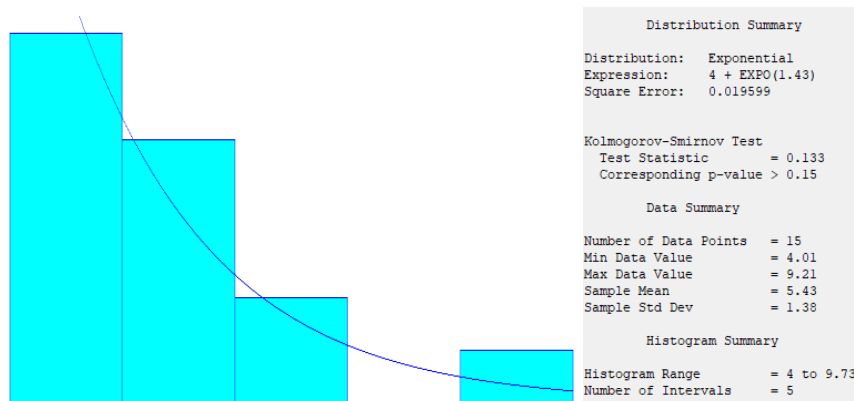
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de etiquetado de pouch en la operación de sellado de pouch. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de sellado de pouch en la operación de con el mismo nombre.*



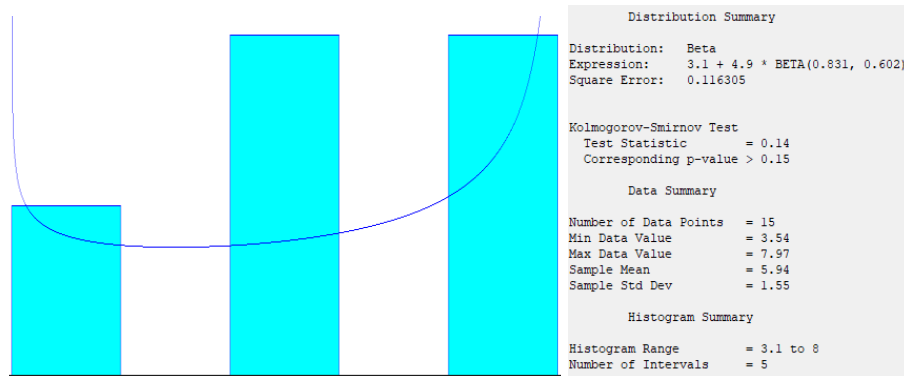
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de sellado de pouch en la operación con el mismo nombre. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de inspección de sello de pouch en la operación de sellado de pouch.*



*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de inspección de sello de pouch en la operación de sellado de pouch. Fuente: Autor.

*Gráfico de ajuste para tiempos de la tarea de transporte de pouch sellados en la operación de sellado de pouch.*



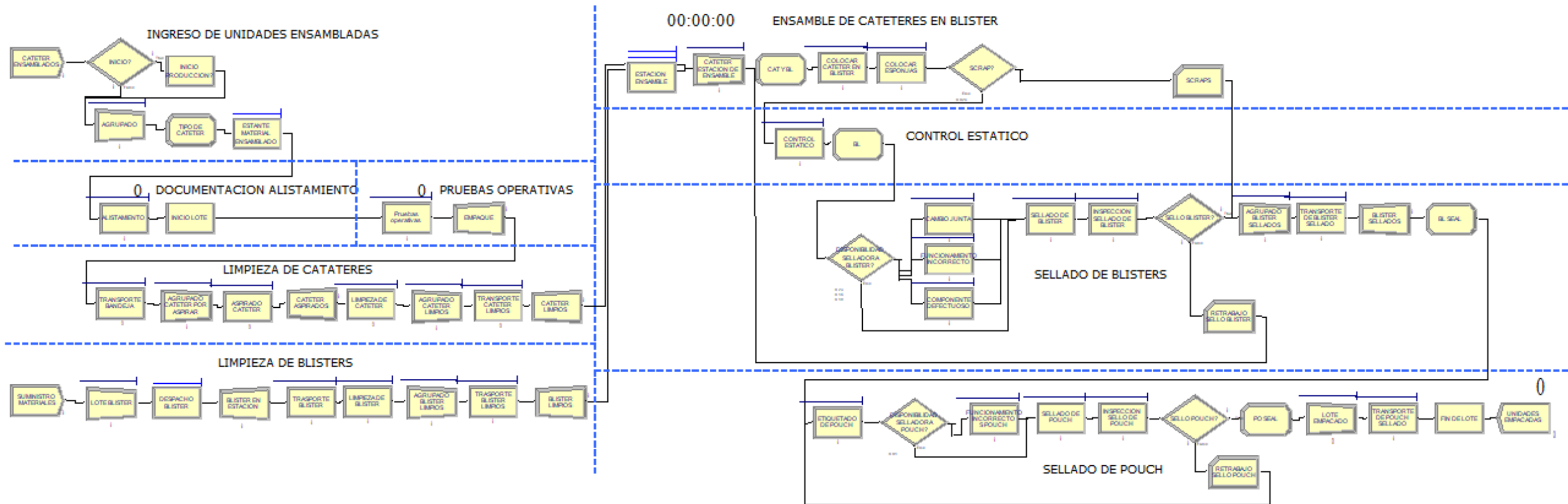
*Nota.* La figura muestra el gráfico de ajuste obtenido con la herramienta INPUT ANALYZER, para la tarea de transporte de pouch sellados en la operación de sellado de pouch. Fuente: Autor.

## Apéndice 11: Diagrama SIPOC

SIPOC - Línea de empaque estéril

S Proveedor	I Entrada	P Proceso	O Salida	C Cliente
Líneas de ensamble de catéter -Steerable	Bandeja con 96 Catéter ensamblados	Almacenamiento de unidades ensambladas	Orden de empaque creada y en cola	Alistamiento
Alistamiento	Formularios de despeje de línea, para cada estación de trabajo.	Generar orden de empaque estéril	Aprobación para procesar nueva orden de empaque	Pruebas operativas
Pruebas operativas	Muestras de blísters y pouch sellados	Verificar en todas las estaciones la ausencia de documentos, materiales y equipos de la orden saliente. Identificar cada estación de trabajo con el número de orden entrante. Verificar que los materiales corresponden a la orden de producción entrante.	Aprobación para procesar nueva orden de empaque	Limpieza de blísters y limpieza de Catéter
Limpieza de blísters	Blísters	Realizar pruebas de fuerza a muestras de blíster sellados Realizar pruebas de fuerza a muestras de pouch sellados	Blísters limpios	Ensamble de catéter en blíster
Limpieza de catéter	Catéter	Sanitización de blíster Apilado de 8 blíster	Cateters limpios	Ensamble de catéter en blíster
Ensamble de catéter en blíster	Blísters y cateters limpios.	Segregado de 4 unidades Aspirado de handle y conector Sanitización de catéter Agrupado de 16 cateters	Blíster, Cateters y esponjas ensamblados	Control estático
Control estático	Blíster, Cateters y esponjas ensamblados	Colocar catéter en blíster Colocar esponjas	Blíster, Cateters y esponjas ensamblados libres de materiales estáticos	Sellado de blísters
Sellado de blísters	Blíster, Cateters y esponjas ensamblados libres de materiales estáticos.	Des ionizado del conjunto blíster, catéter y esponjas Colocar blíster en selladora Colocar cubierta de Tyvek sobre el blíster Sellado del blíster con la cubierta de Tyvek. Inspección visual del área de sello e integridad del blíster y demás componentes. Agrupado de 16 Blísters sellados.	Blísters sellados	Sellado de Pouch
Sellado de Pouch	Blísters sellados. Etiquetas. Pouch.	Impresión y pegado de etiquetas de identificación. Introducir blíster sellado entre pouch identificado. Inspección visual del área de sello e integridad de todos los componentes.	Pouch sellados	Empaque final

Apéndice 12: Modelado completo del proceso de empaque estéril de Steerable, en su condición inicial.



**Apéndice 13: Reporte de la simulación de la situación inicial de la línea de empaque estéril de Sterable.**

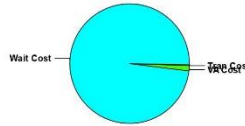
**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Key Performance Indicators**

**All Entities**

	Average
Non-Value Added Cost	0
Other Cost	0
Transfer Cost	1,143
Value Added Cost	6,751
Wait Cost	507,916
<b>Total Cost</b>	<b>515,811</b>



**All Resources**

	Average
Busy Cost	10,131 *
Idle Cost	1,063
Usage Cost	25,843 *



Total Cost 37,037

\* these costs are included in Entity Costs above.

**System**

	Average
Total Cost	516,874
Number Out	7

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Entity**

**Time**

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	298.52	(Insufficient)	273.87	330.28
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	40791.09	(Insufficient)	22460.45	63364.92
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	5.3435	(Insufficient)	5.2254	5.4209
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	35.7634	(Insufficient)	20.8535	52.6018

**Cost**

VA Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	69963.97	(Insufficient)	69894.24	70053.82
NVA Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	59548.85	(Insufficient)	39432.68	84899.46
Other Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Entity**

**Cost**

Transfer Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	146.22	(Insufficient)	144.30	147.78
Total Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	129659.04	(Insufficient)	109487.61	154986.42

**Other**

Number In	Value			
CAT	15865.00			
Number Out	Value			
CAT	12783.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	2725.65	(Correlated)	0.00	4434.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Time per Entity

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.2152	(Insufficient)	0.1820	0.2568
ASPIRADO CATETER	0.9352	0.110307097	0.4997	1.3780
COLOCAR CATETER EN BLISTER	0.6050	0.150078483	0.00124761	1.2168
COLOCAR ESPONJAS	1.3718	0.025693798	0.00140479	1.4852
CONTROL ESTATICO	0.00066287	0.000006318	0.00027792	0.00111111
ETIQUETADO DE POUCH	0.2724	0.120120170	0.00161591	0.9054
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	0.5356	(Correlated)	0.00119290	0.9212
INSPECCION SELLO DE POUCH	0.4066	0.124416951	0.00115118	0.9080
LIMPIEZA DE BLISTER	1.5517	0.003222767	1.5305	1.5700
LIMPIEZA DE CATETER	1.3156	0.205107146	0.4999	2.1309
Pruebas operativas	0.1735	(Insufficient)	0.1725	0.1746
SELLADO DE BLISTER	0.4522	0.112131274	0.00168760	0.9220
SELLADO DE POUCH	0.4472	0.154606699	0.00189796	0.9086
TRANSPORTE BANDEJA	0.6763	(Correlated)	0.00142286	1.3821
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	1.0721	0.260509667	0.05990946	2.0841
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	0.4222	(Correlated)	0.00086890	0.9176
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.00159575	(Insufficient)	0.00104037	0.00210104
TRANSPORTE BLISTER	0.8094	(Correlated)	0.00143875	1.7360
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.8086	0.187307427	0.08139461	1.5330

## Accumulated Time

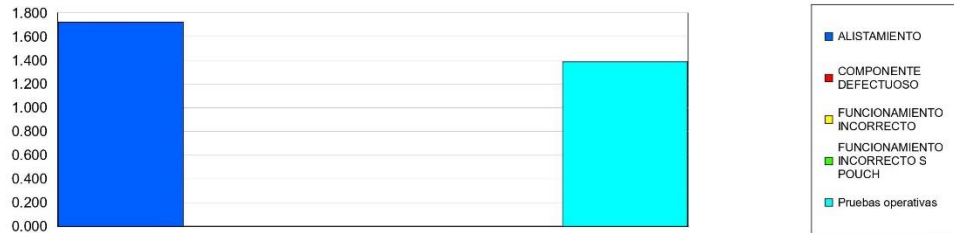
**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

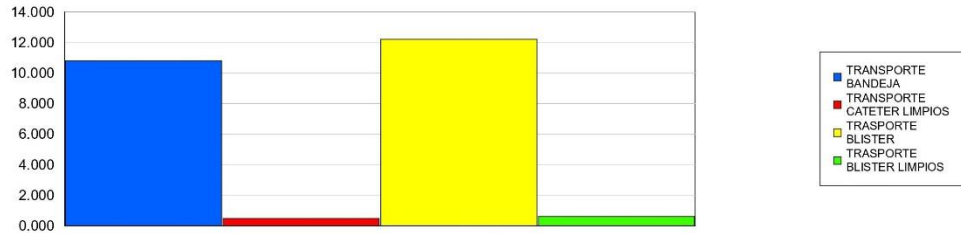
**Process**

**Accumulated Time**

Accum VA Time	Value
ALISTAMIENTO	1.7214
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
Pruebas operativas	1.3881



Accum Transfer Time	Value
TRANSPORTE BANDEJA	10.7976
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.4639
TRANSPORTE BLISTER	12.2097
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.5968



9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Accumulated Time

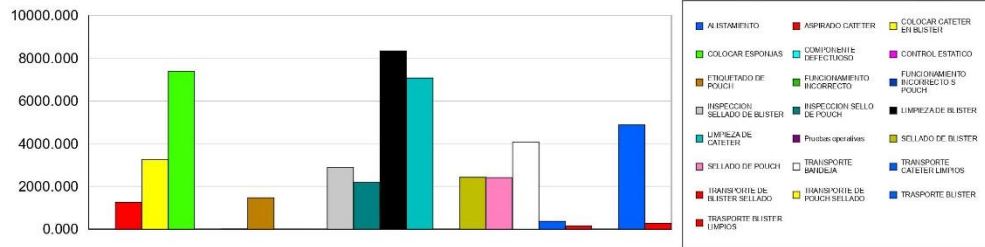
Accum Wait Time	Value
ALISTAMIENTO	0.00
ASPIRADO CATETER	1256.90
COLOCAR CATETER EN BLISTER	3258.47
COLOCAR ESPONJAS	7388.76
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	3.5689
ETIQUETADO DE POUCH	1466.18
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	2883.53
INSPECCION SELLO DE POUCH	2188.96
LIMPIEZA DE BLISTER	8341.95
LIMPIEZA DE CATETER	7072.58
Pruebas operativas	0.00
SELLADO DE BLISTER	2434.52
SELLADO DE POUCH	2407.49
TRANSPORTE BANDEJA	4081.49
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	359.77
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	141.85
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.01117025
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	4888.17
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	271.09

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process**

**Accumulated Time**



9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Accumulated Time

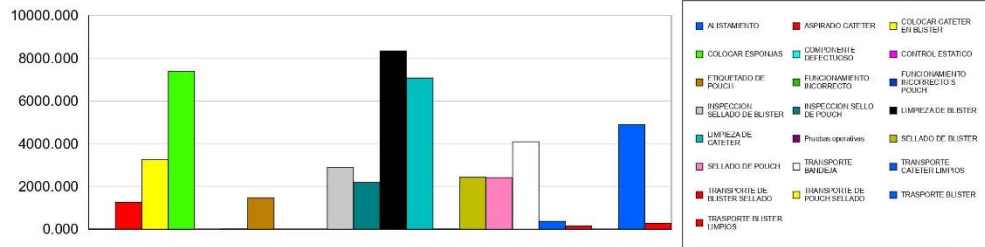
Total Accum Time	Value
ALISTAMIENTO	1.7214
ASPIRADO CATETER	1256.90
COLOCAR CATETER EN BLISTER	3258.47
COLOCAR ESPONJAS	7388.76
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	3.5689
ETIQUETADO DE POUCH	1466.18
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	2883.53
INSPECCION SELLO DE POUCH	2188.96
LIMPIEZA DE BLISTER	8341.95
LIMPIEZA DE CATETER	7072.58
Pruebas operativas	1.3881
SELLADO DE BLISTER	2434.52
SELLADO DE POUCH	2407.49
TRANSPORTE BANDEJA	4092.29
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	360.23
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	141.85
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.01117025
TRASPORTE BLISTER	4900.38
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	271.68

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process**

**Accumulated Time**



**Cost per Entity**

VA Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	467.49	(Insufficient)	395.43	558.01
Pruebas operativas	376.45	(Insufficient)	374.31	378.82
Transfer Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
TRANSPORTE BANDEJA	0.1721	0.000618797	0.1195	0.2775
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.1890	0.007689719	0.1065	0.3207
TRANSPORTE BLISTER	0.00605038	0.000020057	0.00420854	0.00749995
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00532851	0.000115109	0.00337301	0.00666654

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Cost per Entity

Wait Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER	10.3459	1.19089	5.6212	15.1345
COLOCAR CATETER EN BLISTER	1.7892	0.405277637	0.1157	3.4973
COLOCAR ESPONJAS	3.8841	0.069529098	0.1288	4.2677
CONTROL ESTATICO	0.06393105	0.000599206	0.02429262	0.1378
ETIQUETADO DE POUCH	0.9263	0.325086405	0.1477	2.7295
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	1.5834	0.262924801	0.1115	2.6718
INSPECCION SELLO DE POUCH	1.2400	0.336090581	0.1044	2.7107
LIMPIEZA DE BLISTER	0.00609144	0.000021427	0.00417086	0.00749989
LIMPIEZA DE CATETER	3.8113	0.553704602	1.5315	6.0649
Pruebas operativas	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER	6.2384	0.302602262	4.9605	7.5518
SELLADO DE POUCH	1.4096	0.417312376	0.1721	2.7104
TRANSPORTE BANDEJA	1.8212	(Correlated)	0.00	3.7272
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	46.2561	11.25418	2.5170	89.9950
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	18.3619	(Correlated)	0.1149	39.7802
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	3.4574	(Insufficient)	2.2541	4.5521
TRANSPORTE BLISTER	0.00	0.000000000	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00	0.000000000	0.00	0.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Cost per Entity

Total Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	467.49	(Insufficient)	395.43	558.01
ASPIRADO CATETER	10.3459	1.19089	5.6212	15.1345
COLOCAR CATETER EN BLISTER	1.7892	0.405277637	0.1157	3.4973
COLOCAR ESPONJAS	3.8841	0.069529098	0.1288	4.2677
CONTROL ESTATICO	0.06393105	0.000599206	0.02429262	0.1378
ETIQUETADO DE POUCH	0.9263	0.325086405	0.1477	2.7295
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	1.5834	0.262924801	0.1115	2.6718
INSPECCION SELLO DE POUCH	1.2400	0.336090581	0.1044	2.7107
LIMPIEZA DE BLISTER	0.00609144	0.000021427	0.00417086	0.00749989
LIMPIEZA DE CATETER	3.8113	0.553704602	1.5315	6.0649
Pruebas operativas	376.45	(Insufficient)	374.31	378.82
SELLADO DE BLISTER	6.2384	0.302602262	4.9605	7.5518
SELLADO DE POUCH	1.4096	0.417312376	0.1721	2.7104
TRANSPORTE BANDEJA	1.9933	(Correlated)	0.1379	3.9317
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	46.4451	11.25333	2.7459	90.1862
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	18.3619	(Correlated)	0.1149	39.7802
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	3.4574	(Insufficient)	2.2541	4.5521
TRANSPORTE BLISTER	0.00605038	0.000020057	0.00420854	0.00749995
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00532851	0.000115109	0.00337301	0.00666654

## Accumulated Cost

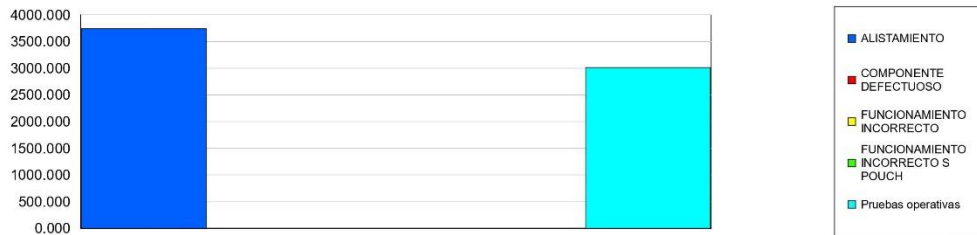
**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

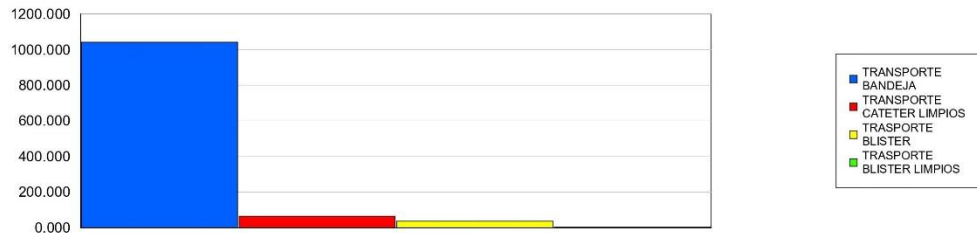
**Process**

**Accumulated Cost**

Accum VA Cost	Value
ALISTAMIENTO	3739.88
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
Pruebas operativas	3011.58



Accum Transfer Cost	Value
TRANSPORTE BANDEJA	1041.43
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	63.4995
TRANSPORTE BLISTER	36.6290
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	1.7904



9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Accumulated Cost

Accum Wait Cost	Value
ALISTAMIENTO	0.00
ASPIRADO CATETER	13904.94
COLOCAR CATETER EN BLISTER	9636.60
COLOCAR ESPONJAS	20919.58
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	344.20
ETIQUETADO DE POUCH	4986.42
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	8524.96
INSPECCION SELLO DE POUCH	6674.78
LIMPIEZA DE BLISTER	32.7476
LIMPIEZA DE CATETER	20489.52
Pruebas operativas	0.00
SELLADO DE BLISTER	33587.78
SELLADO DE POUCH	7587.81
TRANSPORTE BANDEJA	11020.02
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	15542.04
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	6169.61
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	24.2015
TRASPORTE BLISTER	0.00
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00



9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Accumulated Cost

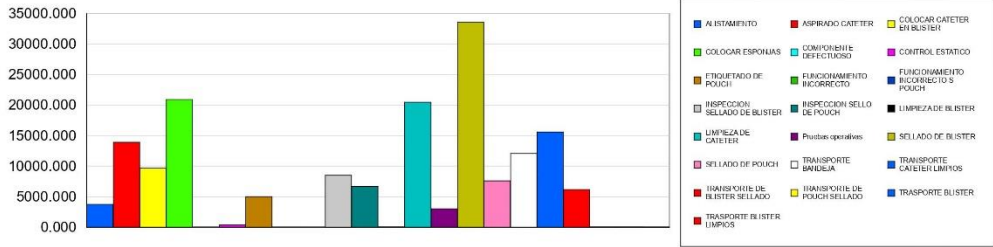
Total Accum Cost	Value
ALISTAMIENTO	3739.88
ASPIRADO CATETER	13904.94
COLOCAR CATETER EN BLISTER	9636.60
COLOCAR ESPONJAS	20919.58
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	344.20
ETIQUETADO DE POUCH	4986.42
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	8524.96
INSPECCION SELLO DE POUCH	6674.78
LIMPIEZA DE BLISTER	32.7476
LIMPIEZA DE CATETER	20489.52
Pruebas operativas	3011.58
SELLADO DE BLISTER	33587.78
SELLADO DE POUCH	7587.81
TRANSPORTE BANDEJA	12061.46
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	15605.54
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	6169.61
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	24.2015
TRASPORTE BLISTER	36.6290
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	1.7904

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Process**

**Accumulated Cost**



**Other**

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Other

Number In	Value
ALISTAMIENTO	8.0000
ASPIRADO CATETER	1512.00
COLOCAR CATETER EN BLISTER	5386.00
COLOCAR ESPONJAS	5386.00
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	5384.00
ETIQUETADO DE POUCH	5383.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	5384.00
INSPECCION SELLO DE POUCH	5383.00
LIMPIEZA DE BLISTER	6054.00
LIMPIEZA DE CATETER	5376.00
Pruebas operativas	8.0000
SELLADO DE BLISTER	5384.00
SELLADO DE POUCH	5383.00
TRANSPORTE BANDEJA	6144.00
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	336.00
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	336.00
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	7.0000
TRANSPORTE BLISTER	6144.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	336.00



9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Other

Number Out	Value
ALISTAMIENTO	8.0000
ASPIRADO CATETER	1344.00
COLOCAR CATETER EN BLISTER	5386.00
COLOCAR ESPONJAS	5386.00
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	5384.00
ETIQUETADO DE POUCH	5383.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	5384.00
INSPECCION SELLO DE POUCH	5383.00
LIMPIEZA DE BLISTER	5376.00
LIMPIEZA DE CATETER	5376.00
Pruebas operativas	8.0000
SELLADO DE BLISTER	5384.00
SELLADO DE POUCH	5383.00
TRANSPORTE BANDEJA	6051.00
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	336.00
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	336.00
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	7.0000
TRASPORTE BLISTER	6054.00
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	336.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Queue

## Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER.Queue	0.9326	0.110311087	0.4971	1.3754
COLOCAR CATETER EN BLISTER.Queue	0.6033	0.150077900	0.00	1.2155
COLOCAR ESPONJAS.Queue	1.3699	0.025692607	0.00	1.4829
CONTROL ESTATICO.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
ESTANTE MATERIAL ENSAMBLADO.Queue	13.9103	(Insufficient)	0.00	26.9264
ETIQUETADO DE POUCH.Queue	0.2703	0.120113658	0.00	0.9037
INSPECCION SELLADO DE BLISTER.Queue	0.5341	(Correlated)	0.00	0.9197
INSPECCION SELLO DE POUCH.Queue	0.4051	0.124415476	0.00	0.9069
LIMPIEZA DE BLISTER.Queue	1.5497	0.003219761	1.5283	1.5680
LIMPIEZA DE CATETER.Queue	1.3128	0.205107903	0.4970	2.1278
LOTE EMPACADO.Queue	1.8587	0.737637542	0.00	5.0180
Pruebas operativas.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER.Queue	0.4500	0.112133037	0.00	0.9194
SELLADO DE POUCH.Queue	0.4451	0.154607688	0.00	0.9062
TRANSPORTE BANDEJA.Queue	0.6746	(Correlated)	0.00	1.3804
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS.Queue	1.0707	0.260513363	0.05826303	2.0832
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO.Queue	0.4208	(Correlated)	0.00	0.9160
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS.Queue	0.8068	0.187311465	0.08000241	1.5310
TRANSPORTE BLISTER.Queue	0.8075	(Correlated)	0.00	1.7346

## Cost

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Queue

## Cost

Waiting Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER.Queue	10.0717	1.19136	5.3690	14.8539
COLOCAR CATETER EN BLISTER.Queue	1.6290	0.405210331	0.00	3.2818
COLOCAR ESPONJAS.Queue	3.6988	0.069370038	0.00	4.0038
CONTROL ESTATICO.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
ESTANTE MATERIAL ENSAMBLADO.Queue	28844.36	(Insufficient)	0.00	55834.62
ETIQUETADO DE POUCH.Queue	0.7299	0.324306876	0.00	2.4400
INSPECCION SELLADO DE BLISTER.Queue	1.4421	(Correlated)	0.00	2.4833
INSPECCION SELLO DE POUCH.Queue	1.0938	0.335921786	0.00	2.4486
LIMPIEZA DE BLISTER.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
LIMPIEZA DE CATETER.Queue	3.5446	0.553791337	1.3420	5.7450
LOTE EMPACADO.Queue	5.0184	1.99162	0.00	13.5486
Pruebas operativas.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER.Queue	1.2151	0.302759199	0.00	2.4824
SELLADO DE POUCH.Queue	1.2017	0.417440758	0.00	2.4467
TRANSPORTE BANDEJA.Queue	1.8214	(Correlated)	0.00	3.7272
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS.Queue	46.2561	11.25418	2.5170	89.9950
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO.Queue	18.1797	(Correlated)	0.00	39.5691
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00

## Other

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Queue

## Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER.Queue	15.4762	(Correlated)	0.00	191.00
COLOCAR CATETER EN BLISTER.Queue	37.1374	(Correlated)	0.00	731.00
COLOCAR ESPONJAS.Queue	84.3247	50.18363	0.00	767.00
CONTROL ESTATICO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ESTANTE MATERIAL ENSAMBLADO.Queue	1.5820	(Insufficient)	0.00	3.0000
ETIQUETADO DE POUCH.Queue	16.6311	(Correlated)	0.00	372.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER.Queue	32.8645	19.55181	0.00	294.00
INSPECCION SELLO DE POUCH.Queue	24.9235	14.25242	0.00	372.00
LIMPIEZA DE BLISTER.Queue	100.52	(Correlated)	0.00	767.00
LIMPIEZA DE CATETER.Queue	80.6596	(Correlated)	0.00	767.00
LOTE EMPACADO.Queue	114.20	54.27206	0.00	768.00
Pruebas operativas.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER.Queue	27.6907	16.91471	0.00	295.00
SELLADO DE POUCH.Queue	27.3816	16.08243	0.00	372.00
TRANSPORTE BANDEJA.Queue	47.9211	(Correlated)	0.00	767.00
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS.Queue	4.1117	(Correlated)	0.00	47.0000
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO.Queue	1.6160	0.942911999	0.00	19.0000
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS.Queue	3.0981	(Correlated)	0.00	47.0000
TRANSPORTE BLISTER.Queue	57.2781	(Correlated)	0.00	768.00

9:06:22PM

### Category Overview

January 3, 2021

#### SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1      Time Units: Hours

#### Resource

#### Usage

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Instantaneous Utilization	Average		Minimum Value	Maximum Value
	Average	Half Width		
CAMBIO DE JUNTA	0.03296876	0.019037377	0.00	1.0000
CATETER TIPO1	0.02137563	0.008716583	0.00	1.0000
CATETER TIPO10	0.01701314	0.003950344	0.00	1.0000
CATETER TIPO11	0.01722620	0.003957511	0.00	1.0000
CATETER TIPO12	0.01697395	0.003982785	0.00	1.0000
CATETER TIPO13	0.01712042	0.004005572	0.00	1.0000
CATETER TIPO14	0.01719589	0.003965441	0.00	1.0000
CATETER TIPO15	0.01711342	0.003991659	0.00	1.0000
CATETER TIPO16	0.01731996	0.004045233	0.00	1.0000
CATETER TIPO17	0.01715318	0.004062667	0.00	1.0000
CATETER TIPO18	0.01717988	0.004055868	0.00	1.0000
CATETER TIPO19	0.01727025	0.004041318	0.00	1.0000
CATETER TIPO2	0.02192584	0.010951754	0.00	1.0000
CATETER TIPO20	0.01711015	0.004041531	0.00	1.0000
CATETER TIPO21	0.01720390	0.004036247	0.00	1.0000
CATETER TIPO22	0.01716887	0.004088037	0.00	1.0000
CATETER TIPO23	0.01723700	0.004067958	0.00	1.0000
CATETER TIPO24	0.01723098	0.004062198	0.00	1.0000
CATETER TIPO25	0.01708107	0.003988778	0.00	1.0000
CATETER TIPO26	0.01708091	0.003952772	0.00	1.0000
CATETER TIPO27	0.01705986	0.004022825	0.00	1.0000
CATETER TIPO28	0.01704100	0.004032210	0.00	1.0000
CATETER TIPO29	0.01713196	0.004031009	0.00	1.0000
CATETER TIPO3	0.02115034	0.009003864	0.00	1.0000
CATETER TIPO30	0.01718616	0.003946279	0.00	1.0000
CATETER TIPO31	0.01722162	0.004050824	0.00	1.0000
CATETER TIPO32	0.01715929	0.003976240	0.00	1.0000
CATETER TIPO33	0.01701118	0.003928583	0.00	1.0000
CATETER TIPO34	0.01722175	0.004023049	0.00	1.0000
CATETER TIPO35	0.01717483	0.004086524	0.00	1.0000
CATETER TIPO36	0.01710407	0.003999959	0.00	1.0000
CATETER TIPO37	0.01689805	0.003952926	0.00	1.0000
CATETER TIPO38	0.01700057	0.004038113	0.00	1.0000
CATETER TIPO39	0.01707822	0.004012393	0.00	1.0000
CATETER TIPO4	0.02193687	0.010499582	0.00	1.0000
CATETER TIPO40	0.01693876	0.004053536	0.00	1.0000
CATETER TIPO41	0.01692876	0.003993145	0.00	1.0000

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Instantaneous Utilization	Average		Minimum Value	Maximum Value
	Average	Half Width		
CATETER TIPO42	0.01721373	0.004092221	0.00	1.0000
CATETER TIPO43	0.01700162	0.004057352	0.00	1.0000
CATETER TIPO44	0.01696675	0.004104251	0.00	1.0000
CATETER TIPO45	0.01711579	0.004122640	0.00	1.0000
CATETER TIPO46	0.01719546	0.004080314	0.00	1.0000
CATETER TIPO47	0.01707292	0.004039198	0.00	1.0000
CATETER TIPO48	0.01698191	0.004027614	0.00	1.0000
CATETER TIPO49	0.01709177	0.003978580	0.00	1.0000
CATETER TIPO5	0.02130786	0.009550448	0.00	1.0000
CATETER TIPO50	0.01687633	0.003996798	0.00	1.0000
CATETER TIPO51	0.01718875	0.004047234	0.00	1.0000
CATETER TIPO52	0.01698886	0.003912974	0.00	1.0000
CATETER TIPO53	0.01711175	0.004029687	0.00	1.0000
CATETER TIPO54	0.01727789	0.004106350	0.00	1.0000
CATETER TIPO55	0.01714261	0.004140807	0.00	1.0000
CATETER TIPO56	0.01702054	0.004028215	0.00	1.0000
CATETER TIPO57	0.01698241	0.004034055	0.00	1.0000
CATETER TIPO58	0.01713873	0.004086306	0.00	1.0000
CATETER TIPO59	0.01723624	0.004079207	0.00	1.0000
CATETER TIPO6	0.02177751	0.010516421	0.00	1.0000
CATETER TIPO60	0.01700325	0.003998546	0.00	1.0000
CATETER TIPO61	0.01693792	0.003963889	0.00	1.0000
CATETER TIPO62	0.01710520	0.004017515	0.00	1.0000
CATETER TIPO63	0.01694440	0.004013425	0.00	1.0000
CATETER TIPO64	0.01668262	0.003903570	0.00	1.0000
CATETER TIPO65	0.01684203	0.004024276	0.00	1.0000
CATETER TIPO66	0.01685251	0.003984169	0.00	1.0000
CATETER TIPO67	0.01688922	0.004020637	0.00	1.0000
CATETER TIPO68	0.01690386	0.003981200	0.00	1.0000
CATETER TIPO69	0.01681539	0.003995213	0.00	1.0000
CATETER TIPO7	0.02158912	0.010073442	0.00	1.0000
CATETER TIPO8	0.02179807	0.004059955	0.00	1.0000
CATETER TIPO9	0.01728497	0.004071020	0.00	1.0000
Despeje de linea	0.01677172	(Insufficient)	0.00	1.0000
DISPONIBLE	0.03302000	0.019051490	0.00	1.0000
MAL FUNCIONAMIENTO	0.03306820	0.019126103	0.00	1.0000
OP1	0.2751	(Insufficient)	0.00	1.0000

9:06:22PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	OP2	0.3428	(Insufficient)	0.00
OP3	0.2225	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP4	0.04276508	0.025078773	0.00	1.0000
OP5	0.2494	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP6	0.3728	(Insufficient)	0.00	1.0000
P Peel	0.01876505	(Insufficient)	0.00	1.0000
PARTE DEFECTUOSA	0.03337870	0.019256523	0.00	1.0000
TECNICO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAMBIO DE JUNTA	0.03296876	0.019037377	0.00	1.0000
CATETER TIPO1	0.02137563	0.008716583	0.00	1.0000
CATETER TIPO10	0.01701314	0.003950344	0.00	1.0000
CATETER TIPO11	0.01722620	0.003957511	0.00	1.0000
CATETER TIPO12	0.01697395	0.003982785	0.00	1.0000
CATETER TIPO13	0.01712042	0.004005572	0.00	1.0000
CATETER TIPO14	0.01719589	0.003965441	0.00	1.0000
CATETER TIPO15	0.01711342	0.003991659	0.00	1.0000
CATETER TIPO16	0.01731996	0.004045233	0.00	1.0000
CATETER TIPO17	0.01715318	0.004062667	0.00	1.0000
CATETER TIPO18	0.01717988	0.004055868	0.00	1.0000
CATETER TIPO19	0.01727025	0.004041318	0.00	1.0000
CATETER TIPO2	0.02192584	0.010951754	0.00	1.0000
CATETER TIPO20	0.01711015	0.004041531	0.00	1.0000
CATETER TIPO21	0.01720390	0.004036247	0.00	1.0000
CATETER TIPO22	0.01716887	0.004088037	0.00	1.0000
CATETER TIPO23	0.01723700	0.004067958	0.00	1.0000
CATETER TIPO24	0.01723098	0.004062198	0.00	1.0000
CATETER TIPO25	0.01708107	0.003988778	0.00	1.0000
CATETER TIPO26	0.01708091	0.003952772	0.00	1.0000
CATETER TIPO27	0.01705986	0.004022825	0.00	1.0000
CATETER TIPO28	0.01704100	0.004032210	0.00	1.0000
CATETER TIPO29	0.01713196	0.004031009	0.00	1.0000
CATETER TIPO3	0.02115034	0.009003864	0.00	1.0000
CATETER TIPO30	0.01718616	0.003946279	0.00	1.0000
CATETER TIPO31	0.01722162	0.004050824	0.00	1.0000
CATETER TIPO32	0.01715929	0.003976240	0.00	1.0000
CATETER TIPO33	0.01701118	0.003928583	0.00	1.0000
CATETER TIPO34	0.01722175	0.004023049	0.00	1.0000
CATETER TIPO35	0.01717483	0.004086524	0.00	1.0000
CATETER TIPO36	0.01710407	0.003999959	0.00	1.0000
CATETER TIPO37	0.01689805	0.003952926	0.00	1.0000
CATETER TIPO38	0.01700057	0.004038113	0.00	1.0000
CATETER TIPO39	0.01707822	0.004012393	0.00	1.0000
CATETER TIPO4	0.02193687	0.010499582	0.00	1.0000
CATETER TIPO40	0.01693876	0.004053536	0.00	1.0000
CATETER TIPO41	0.01692876	0.003993145	0.00	1.0000

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CATETER TIPO42	0.01721373	0.004092221	0.00	1.0000
CATETER TIPO43	0.01700162	0.004057352	0.00	1.0000
CATETER TIPO44	0.01696675	0.004104251	0.00	1.0000
CATETER TIPO45	0.01711579	0.004122640	0.00	1.0000
CATETER TIPO46	0.01719546	0.004080314	0.00	1.0000
CATETER TIPO47	0.01707292	0.004039198	0.00	1.0000
CATETER TIPO48	0.01698191	0.004027614	0.00	1.0000
CATETER TIPO49	0.01709177	0.003978580	0.00	1.0000
CATETER TIPO5	0.02130786	0.009550448	0.00	1.0000
CATETER TIPO50	0.01687633	0.003996798	0.00	1.0000
CATETER TIPO51	0.01718875	0.004047234	0.00	1.0000
CATETER TIPO52	0.01698886	0.003912974	0.00	1.0000
CATETER TIPO53	0.01711175	0.004029687	0.00	1.0000
CATETER TIPO54	0.01727789	0.004106350	0.00	1.0000
CATETER TIPO55	0.01714261	0.004140807	0.00	1.0000
CATETER TIPO56	0.01702054	0.004028215	0.00	1.0000
CATETER TIPO57	0.01698241	0.004034055	0.00	1.0000
CATETER TIPO58	0.01713873	0.004086306	0.00	1.0000
CATETER TIPO59	0.01723624	0.004079207	0.00	1.0000
CATETER TIPO6	0.02177751	0.010516421	0.00	1.0000
CATETER TIPO60	0.01700325	0.003998546	0.00	1.0000
CATETER TIPO61	0.01693792	0.003963889	0.00	1.0000
CATETER TIPO62	0.01710520	0.004017515	0.00	1.0000
CATETER TIPO63	0.01694440	0.004013425	0.00	1.0000
CATETER TIPO64	0.01668262	0.003903570	0.00	1.0000
CATETER TIPO65	0.01684203	0.004024276	0.00	1.0000
CATETER TIPO66	0.01685251	0.003984169	0.00	1.0000
CATETER TIPO67	0.01688922	0.004020637	0.00	1.0000
CATETER TIPO68	0.01690386	0.003981200	0.00	1.0000
CATETER TIPO69	0.01681539	0.003995213	0.00	1.0000
CATETER TIPO7	0.02158912	0.010073442	0.00	1.0000
CATETER TIPO8	0.02179807	0.004059955	0.00	1.0000
CATETER TIPO9	0.01728497	0.004071020	0.00	1.0000
Despeje de linea	0.01677172	(Insufficient)	0.00	1.0000
DISPONIBLE	0.03302000	0.019051490	0.00	1.0000
MAL FUNCIONAMIENTO	0.03306820	0.019126103	0.00	1.0000
OP1	0.2751	(Insufficient)	0.00	1.0000

9:06:22PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
OP2	0.3428	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP3	0.2225	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP4	0.04276508	0.025078773	0.00	1.0000
OP5	0.2494	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP6	0.3728	(Insufficient)	0.00	1.0000
P Peel	0.01876505	(Insufficient)	0.00	1.0000
PARTE DEFECTUOSA	0.03337870	0.019256523	0.00	1.0000
TECNICO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAMBIO DE JUNTA	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO10	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO11	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO12	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO13	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO14	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO15	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO16	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO17	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO18	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO19	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO20	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO21	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO22	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO23	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO24	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO25	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO26	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO27	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO28	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO29	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO30	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO31	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO32	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO33	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO34	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO35	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO36	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO37	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO38	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO39	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO40	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO41	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CATETER TIPO42	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO43	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO44	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO45	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO46	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO47	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO48	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO49	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO50	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO51	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO52	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO53	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO54	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO55	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO56	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO57	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO58	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO59	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO60	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO61	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO62	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO63	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO64	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO65	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO66	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO67	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO68	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO69	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO8	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO9	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Despeje de linea	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
DISPONIBLE	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MAL FUNCIONAMIENTO	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource**

**Usage**

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
OP2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
P Peel	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
PARTE DEFECTUOSA	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
TECNICO	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Scheduled Utilization	Value
CAMBIO DE JUNTA	0.03296876
CATETER TIPO1	0.02137563
CATETER TIPO10	0.01701314
CATETER TIPO11	0.01722620
CATETER TIPO12	0.01697395
CATETER TIPO13	0.01712042
CATETER TIPO14	0.01719589
CATETER TIPO15	0.01711342
CATETER TIPO16	0.01731996
CATETER TIPO17	0.01715318
CATETER TIPO18	0.01717988
CATETER TIPO19	0.01727025
CATETER TIPO2	0.02192584
CATETER TIPO20	0.01711015
CATETER TIPO21	0.01720390
CATETER TIPO22	0.01716887
CATETER TIPO23	0.01723700
CATETER TIPO24	0.01723098
CATETER TIPO25	0.01708107
CATETER TIPO26	0.01708091
CATETER TIPO27	0.01705986
CATETER TIPO28	0.01704100
CATETER TIPO29	0.01713196
CATETER TIPO3	0.02115034
CATETER TIPO30	0.01718616
CATETER TIPO31	0.01722162
CATETER TIPO32	0.01715929
CATETER TIPO33	0.01701118
CATETER TIPO34	0.01722175
CATETER TIPO35	0.01717483
CATETER TIPO36	0.01710407
CATETER TIPO37	0.01689805
CATETER TIPO38	0.01700057
CATETER TIPO39	0.01707822
CATETER TIPO4	0.02193687
CATETER TIPO40	0.01693876
CATETER TIPO41	0.01692876

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Scheduled Utilization	Value
CATETER TIPO42	0.01721373
CATETER TIPO43	0.01700162
CATETER TIPO44	0.01696675
CATETER TIPO45	0.01711579
CATETER TIPO46	0.01719546
CATETER TIPO47	0.01707292
CATETER TIPO48	0.01698191
CATETER TIPO49	0.01709177
CATETER TIPO5	0.02130786
CATETER TIPO50	0.01687633
CATETER TIPO51	0.01718875
CATETER TIPO52	0.01698886
CATETER TIPO53	0.01711175
CATETER TIPO54	0.01727789
CATETER TIPO55	0.01714261
CATETER TIPO56	0.01702054
CATETER TIPO57	0.01698241
CATETER TIPO58	0.01713873
CATETER TIPO59	0.01723624
CATETER TIPO6	0.02177751
CATETER TIPO60	0.01700325
CATETER TIPO61	0.01693792
CATETER TIPO62	0.01710520
CATETER TIPO63	0.01694440
CATETER TIPO64	0.01668262
CATETER TIPO65	0.01684203
CATETER TIPO66	0.01685251
CATETER TIPO67	0.01688922
CATETER TIPO68	0.01690386
CATETER TIPO69	0.01681539
CATETER TIPO7	0.02158912
CATETER TIPO8	0.02179807
CATETER TIPO9	0.01728497
Despeje de linea	0.01677172
DISPONIBLE	0.03302000
MAL FUNCIONAMIENTO	0.03306820
OP1	0.2751

9:06:22PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Scheduled Utilization	Value
OP2	0.3428
OP3	0.2225
OP4	0.04276508
OP5	0.2494
OP6	0.3728
P Peel	0.01876505
PARTE DEFECTUOSA	0.03337870
TECNICO	0.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Total Number Seized	Value
CAMBIO DE JUNTA	1346.00
CATETER TIPO1	829.00
CATETER TIPO10	820.00
CATETER TIPO11	820.00
CATETER TIPO12	821.00
CATETER TIPO13	821.00
CATETER TIPO14	822.00
CATETER TIPO15	826.00
CATETER TIPO16	826.00
CATETER TIPO17	822.00
CATETER TIPO18	822.00
CATETER TIPO19	821.00
CATETER TIPO2	827.00
CATETER TIPO20	824.00
CATETER TIPO21	824.00
CATETER TIPO22	826.00
CATETER TIPO23	823.00
CATETER TIPO24	822.00
CATETER TIPO25	817.00
CATETER TIPO26	820.00
CATETER TIPO27	820.00
CATETER TIPO28	823.00
CATETER TIPO29	821.00
CATETER TIPO3	818.00
CATETER TIPO30	822.00
CATETER TIPO31	822.00
CATETER TIPO32	817.00
CATETER TIPO33	821.00
CATETER TIPO34	819.00
CATETER TIPO35	824.00
CATETER TIPO36	823.00
CATETER TIPO37	820.00
CATETER TIPO38	819.00
CATETER TIPO39	820.00
CATETER TIPO4	824.00
CATETER TIPO40	814.00
CATETER TIPO41	817.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Total Number Seized	Value
CATETER TIPO42	818.00
CATETER TIPO43	817.00
CATETER TIPO44	815.00
CATETER TIPO45	818.00
CATETER TIPO46	822.00
CATETER TIPO47	818.00
CATETER TIPO48	814.00
CATETER TIPO49	814.00
CATETER TIPO5	824.00
CATETER TIPO50	810.00
CATETER TIPO51	818.00
CATETER TIPO52	817.00
CATETER TIPO53	817.00
CATETER TIPO54	821.00
CATETER TIPO55	823.00
CATETER TIPO56	821.00
CATETER TIPO57	816.00
CATETER TIPO58	817.00
CATETER TIPO59	819.00
CATETER TIPO6	826.00
CATETER TIPO60	818.00
CATETER TIPO61	812.00
CATETER TIPO62	815.00
CATETER TIPO63	811.00
CATETER TIPO64	806.00
CATETER TIPO65	811.00
CATETER TIPO66	812.00
CATETER TIPO67	812.00
CATETER TIPO68	810.00
CATETER TIPO69	811.00
CATETER TIPO7	829.00
CATETER TIPO8	827.00
CATETER TIPO9	824.00
Despeje de linea	8.0000
DISPONIBLE	1346.00
MAL FUNCIONAMIENTO	1346.00
OP1	11769.00

9:06:22PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Total Number Seized	Value
OP2	13110.00
OP3	10773.00
OP4	5385.00
OP5	11113.00
OP6	16165.00
P Peel	8.0000
PARTE DEFECTUOSA	1346.00
TECNICO	0.00

**Cost**

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Busy Cost	Value
CAMBIO DE JUNTA	21.0588
CATETER TIPO1	168.33
CATETER TIPO10	133.98
CATETER TIPO11	131.13
CATETER TIPO12	129.21
CATETER TIPO13	130.33
CATETER TIPO14	130.90
CATETER TIPO15	130.28
CATETER TIPO16	128.82
CATETER TIPO17	127.58
CATETER TIPO18	127.78
CATETER TIPO19	128.45
CATETER TIPO2	172.67
CATETER TIPO20	127.26
CATETER TIPO21	127.95
CATETER TIPO22	127.69
CATETER TIPO23	128.20
CATETER TIPO24	128.16
CATETER TIPO25	127.04
CATETER TIPO26	127.04
CATETER TIPO27	128.38
CATETER TIPO28	128.23
CATETER TIPO29	128.92
CATETER TIPO3	166.56
CATETER TIPO30	129.33
CATETER TIPO31	129.59
CATETER TIPO32	129.12
CATETER TIPO33	128.01
CATETER TIPO34	132.61
CATETER TIPO35	132.25
CATETER TIPO36	131.40
CATETER TIPO37	129.82
CATETER TIPO38	119.45
CATETER TIPO39	120.00
CATETER TIPO4	172.75
CATETER TIPO40	119.02
CATETER TIPO41	137.76

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Busy Cost	Value
CATETER TIPO42	140.08
CATETER TIPO43	138.35
CATETER TIPO44	140.66
CATETER TIPO45	141.90
CATETER TIPO46	142.56
CATETER TIPO47	138.66
CATETER TIPO48	137.92
CATETER TIPO49	138.80
CATETER TIPO5	167.80
CATETER TIPO50	137.07
CATETER TIPO51	139.60
CATETER TIPO52	137.98
CATETER TIPO53	138.98
CATETER TIPO54	143.86
CATETER TIPO55	142.74
CATETER TIPO56	141.72
CATETER TIPO57	141.40
CATETER TIPO58	142.71
CATETER TIPO59	143.52
CATETER TIPO6	171.50
CATETER TIPO60	141.58
CATETER TIPO61	145.75
CATETER TIPO62	147.19
CATETER TIPO63	145.80
CATETER TIPO64	143.55
CATETER TIPO65	144.92
CATETER TIPO66	147.46
CATETER TIPO67	151.48
CATETER TIPO68	156.49
CATETER TIPO69	176.56
CATETER TIPO7	170.01
CATETER TIPO8	171.66
CATETER TIPO9	136.12
Despeje de linea	4.4026
DISPONIBLE	21.0915
MAL FUNCIONAMIENTO	21.1223
OP1	72.2066

9:06:22PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Cost**

Busy Cost	Value
OP2	89.9960
OP3	58.3989
OP4	11.2258
OP5	65.4573
OP6	97.8683
P Peel	4.9258
PARTE DEFECTUOSA	21.3206
TECNICO	0.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Idle Cost	Value
CAMBIO DE JUNTA	265.69
CATETER TIPO1	0.00
CATETER TIPO10	0.00
CATETER TIPO11	0.00
CATETER TIPO12	0.00
CATETER TIPO13	0.00
CATETER TIPO14	0.00
CATETER TIPO15	0.00
CATETER TIPO16	0.00
CATETER TIPO17	0.00
CATETER TIPO18	0.00
CATETER TIPO19	0.00
CATETER TIPO2	0.00
CATETER TIPO20	0.00
CATETER TIPO21	0.00
CATETER TIPO22	0.00
CATETER TIPO23	0.00
CATETER TIPO24	0.00
CATETER TIPO25	0.00
CATETER TIPO26	0.00
CATETER TIPO27	0.00
CATETER TIPO28	0.00
CATETER TIPO29	0.00
CATETER TIPO3	0.00
CATETER TIPO30	0.00
CATETER TIPO31	0.00
CATETER TIPO32	0.00
CATETER TIPO33	0.00
CATETER TIPO34	0.00
CATETER TIPO35	0.00
CATETER TIPO36	0.00
CATETER TIPO37	0.00
CATETER TIPO38	0.00
CATETER TIPO39	0.00
CATETER TIPO4	0.00
CATETER TIPO40	0.00
CATETER TIPO41	0.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Idle Cost	Value
CATETER TIPO42	0.00
CATETER TIPO43	0.00
CATETER TIPO44	0.00
CATETER TIPO45	0.00
CATETER TIPO46	0.00
CATETER TIPO47	0.00
CATETER TIPO48	0.00
CATETER TIPO49	0.00
CATETER TIPO5	0.00
CATETER TIPO50	0.00
CATETER TIPO51	0.00
CATETER TIPO52	0.00
CATETER TIPO53	0.00
CATETER TIPO54	0.00
CATETER TIPO55	0.00
CATETER TIPO56	0.00
CATETER TIPO57	0.00
CATETER TIPO58	0.00
CATETER TIPO59	0.00
CATETER TIPO6	0.00
CATETER TIPO60	0.00
CATETER TIPO61	0.00
CATETER TIPO62	0.00
CATETER TIPO63	0.00
CATETER TIPO64	0.00
CATETER TIPO65	0.00
CATETER TIPO66	0.00
CATETER TIPO67	0.00
CATETER TIPO68	0.00
CATETER TIPO69	0.00
CATETER TIPO7	0.00
CATETER TIPO8	0.00
CATETER TIPO9	0.00
Despeje de linea	0.00
DISPONIBLE	265.68
MAL FUNCIONAMIENTO	265.66
OP1	0.00

9:06:22PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Cost**

Idle Cost	Value
OP2	0.00
OP3	0.00
OP4	0.00
OP5	0.00
OP6	0.00
P Peel	0.00
PARTE DEFECTUOSA	265.58
TECNICO	0.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Usage Cost	Value
CAMBIO DE JUNTA	6460.80
CATETER TIPO1	0.00
CATETER TIPO10	0.00
CATETER TIPO11	0.00
CATETER TIPO12	0.00
CATETER TIPO13	0.00
CATETER TIPO14	0.00
CATETER TIPO15	0.00
CATETER TIPO16	0.00
CATETER TIPO17	0.00
CATETER TIPO18	0.00
CATETER TIPO19	0.00
CATETER TIPO2	0.00
CATETER TIPO20	0.00
CATETER TIPO21	0.00
CATETER TIPO22	0.00
CATETER TIPO23	0.00
CATETER TIPO24	0.00
CATETER TIPO25	0.00
CATETER TIPO26	0.00
CATETER TIPO27	0.00
CATETER TIPO28	0.00
CATETER TIPO29	0.00
CATETER TIPO3	0.00
CATETER TIPO30	0.00
CATETER TIPO31	0.00
CATETER TIPO32	0.00
CATETER TIPO33	0.00
CATETER TIPO34	0.00
CATETER TIPO35	0.00
CATETER TIPO36	0.00
CATETER TIPO37	0.00
CATETER TIPO38	0.00
CATETER TIPO39	0.00
CATETER TIPO4	0.00
CATETER TIPO40	0.00
CATETER TIPO41	0.00

9:06:22PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Usage Cost	Value
CATETER TIPO42	0.00
CATETER TIPO43	0.00
CATETER TIPO44	0.00
CATETER TIPO45	0.00
CATETER TIPO46	0.00
CATETER TIPO47	0.00
CATETER TIPO48	0.00
CATETER TIPO49	0.00
CATETER TIPO5	0.00
CATETER TIPO50	0.00
CATETER TIPO51	0.00
CATETER TIPO52	0.00
CATETER TIPO53	0.00
CATETER TIPO54	0.00
CATETER TIPO55	0.00
CATETER TIPO56	0.00
CATETER TIPO57	0.00
CATETER TIPO58	0.00
CATETER TIPO59	0.00
CATETER TIPO6	0.00
CATETER TIPO60	0.00
CATETER TIPO61	0.00
CATETER TIPO62	0.00
CATETER TIPO63	0.00
CATETER TIPO64	0.00
CATETER TIPO65	0.00
CATETER TIPO66	0.00
CATETER TIPO67	0.00
CATETER TIPO68	0.00
CATETER TIPO69	0.00
CATETER TIPO7	0.00
CATETER TIPO8	0.00
CATETER TIPO9	0.00
Despeje de linea	0.00
DISPONIBLE	6460.80
MAL FUNCIONAMIENTO	6460.80
OP1	0.00

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Resource**

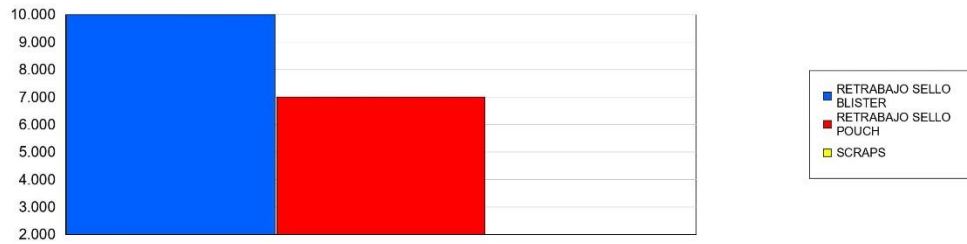
**Cost**

Usage Cost	Value
OP2	0.00
OP3	0.00
OP4	0.00
OP5	0.00
OP6	0.00
P Peel	0.00
PARTE DEFECTUOSA	6460.80
TECNICO	0.00

**User Specified**

**Counter**

Count	Value
RETRABAJO SELLO BLISTER	10.0000
RETRABAJO SELLO POUCH	7.0000
SCRAPS	2.0000



**Apéndice 14: Reporte de la simulación de la situación inicial de la línea de empaque estéril de Sterable, con tiempo extraordinario.**

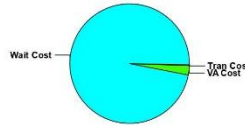
**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Key Performance Indicators**

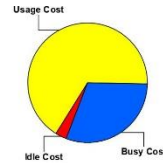
**All Entities**

	Average
Non-Value Added Cost	0
Other Cost	0
Transfer Cost	1,023
Value Added Cost	8,132
Wait Cost	322,276
<b>Total Cost</b>	<b>331,432</b>



**All Resources**

	Average
Busy Cost	12,335 *
Idle Cost	1,257
Usage Cost	26,722 *
<b>Total Cost</b>	<b>40,314</b>



\* these costs are included in Entity Costs above.

**System**

	Average
Total Cost	332,689
Number Out	56

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Entity**

**Time**

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	37.4188	(Insufficient)	32.8849	41.8139
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	4835.15	(Insufficient)	259.62	8783.31
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.6685	(Insufficient)	0.6283	0.7071
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	32.8597	(Insufficient)	2.0543	59.0709

**Cost**

VA Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	8782.62	(Insufficient)	8760.18	8809.17
NVA Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	5533.38	(Insufficient)	1041.79	9326.65
Other Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Entity**

**Cost**

Transfer Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	18.2239	(Insufficient)	17.6505	18.9156

Total Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	14334.22	(Insufficient)	9825.22	18123.50

**Other**

Number In	Value
CAT	15076.00

Number Out	Value
CAT	12881.00

WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	1391.60	(Correlated)	0.00	2387.00

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.2155	(Insufficient)	0.1699	0.2613
CAMBIO JUNTA	0.0987	(Insufficient)	0.00	0.5624
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.1455	(Insufficient)	0.07798087	0.2313
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.3163	(Insufficient)	0.00	1.0021
Pruebas operativas	0.1735	(Insufficient)	0.1725	0.1746
Transfer Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
TRANSPORTE BANDEJA	0.00177990	0.000007680	0.00138889	0.00222221
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.00137552	(Correlated)	0.00083402	0.00194320
TRANSPORTE BLISTER	0.00201796	0.000010854	0.00140283	0.00250000
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00178891	0.000044438	0.00111423	0.00222143

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Time per Entity

Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER	0.1147	0.001856652	0.05971902	0.1723
CAMBIO JUNTA	0.03188759	(Insufficient)	0.00	0.2696
COLOCAR CATETER EN BLISTER	0.1025	(Correlated)	0.00148757	0.2119
COLOCAR ESPONJAS	0.1932	(Correlated)	0.00138902	0.2177
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
CONTROL ESTATICO	0.00066609	0.000006433	0.00027803	0.00111078
ETIQUETADO DE POUCH	0.05309322	0.002046992	0.00162501	0.1496
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.02129940	(Insufficient)	0.00	0.1158
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	0.06707665	(Correlated)	0.00111139	0.1233
INSPECCION SELLO DE POUCH	0.08115034	(Correlated)	0.00114698	0.1391
LIMPIEZA DE BLISTER	0.1942	0.000767936	0.1854	0.2021
LIMPIEZA DE CATETER	0.1638	0.003253592	0.06036964	0.2763
Pruebas operativas	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER	0.05731787	(Correlated)	0.00168795	0.1242
SELLADO DE POUCH	0.0907	(Correlated)	0.00202048	0.1531
TRANSPORTE BANDEJA	0.08416666	0.002735521	0.00	0.1737
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.1142	0.004213331	0.00547362	0.2297
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	0.05224023	0.001576050	0.00084052	0.1207
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.00165908	(Insufficient)	0.00087813	0.00220727
TRANSPORTE BLISTER	0.1264	(Correlated)	0.00	0.3719
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.08566310	0.003000152	0.00712121	0.1667

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Time per Entity

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.2155	(Insufficient)	0.1699	0.2613
ASPIRADO CATETER	0.1147	0.001856652	0.05971902	0.1723
CAMBIO JUNTA	0.1305	(Insufficient)	0.00	0.6636
COLOCAR CATETER EN BLISTER	0.1025	(Correlated)	0.00148757	0.2119
COLOCAR ESPONJAS	0.1932	(Correlated)	0.00138902	0.2177
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.1455	(Insufficient)	0.07798087	0.2313
CONTROL ESTATICO	0.00066609	0.000006433	0.00027803	0.00111078
ETIQUETADO DE POUCH	0.05309322	0.002046992	0.00162501	0.1496
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.3376	(Insufficient)	0.00	1.1179
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	0.06707665	(Correlated)	0.00111139	0.1233
INSPECCION SELLO DE POUCH	0.08115034	(Correlated)	0.00114698	0.1391
LIMPIEZA DE BLISTER	0.1942	0.000767936	0.1854	0.2021
LIMPIEZA DE CATETER	0.1638	0.003253592	0.06036964	0.2763
Pruebas operativas	0.1735	(Insufficient)	0.1725	0.1746
SELLADO DE BLISTER	0.05731787	(Correlated)	0.00168795	0.1242
SELLADO DE POUCH	0.0907	(Correlated)	0.00202048	0.1531
TRANSPORTE BANDEJA	0.08594656	0.002736440	0.00139848	0.1758
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.1156	0.004213075	0.00691516	0.2308
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	0.05224023	0.001576050	0.00084052	0.1207
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.00165908	(Insufficient)	0.00087813	0.00220727
TRANSPORTE BLISTER	0.1284	(Correlated)	0.00140638	0.3743
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.08745201	0.002996448	0.00886352	0.1681

## Accumulated Time

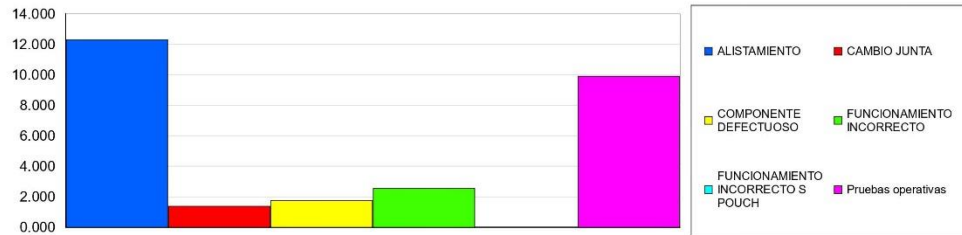
**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

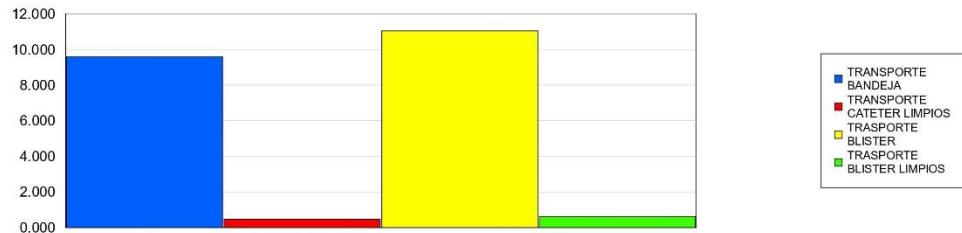
**Process**

**Accumulated Time**

Accum VA Time	Value
ALISTAMIENTO	12.2849
CAMBIO JUNTA	1.3811
COMPONENTE DEFECTUOSO	1.7460
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	2.5306
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
Pruebas operativas	9.8868



Accum Transfer Time	Value
TRANSPORTE BANDEJA	9.5847
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.4622
TRASPORTE BLISTER	11.0423
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	0.6011



9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Accumulated Time

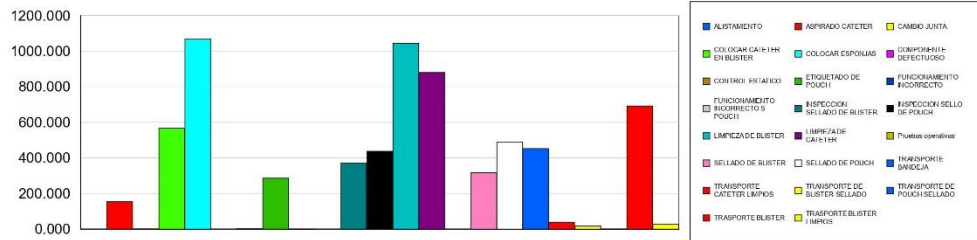
Accum Wait Time	Value
ALISTAMIENTO	0.00
ASPIRADO CATETER	154.14
CAMBIO JUNTA	0.4464
COLOCAR CATETER EN BLISTER	566.99
COLOCAR ESPONJAS	1068.90
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	3.6855
ETIQUETADO DE POUCH	286.70
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.1704
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	371.14
INSPECCION SELLO DE POUCH	438.21
LIMPIEZA DE BLISTER	1043.85
LIMPIEZA DE CATETER	880.43
Pruebas operativas	0.00
SELLADO DE BLISTER	317.14
SELLADO DE POUCH	489.82
TRANSPORTE BANDEJA	453.24
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	38.3702
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	17.5527
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.0929
TRASPORTE BLISTER	691.56
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	28.7828

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process**

**Accumulated Time**



9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process****Accumulated Time**

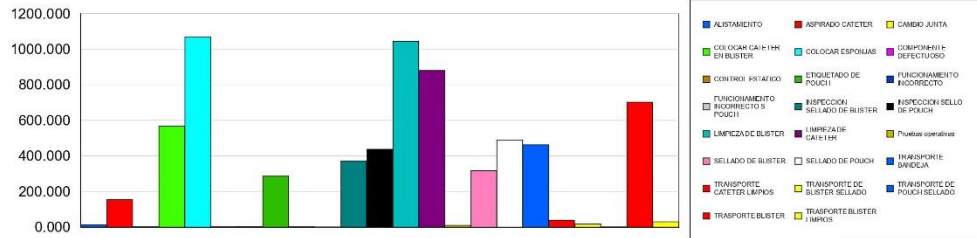
Total Accum Time	Value
ALISTAMIENTO	12.2849
ASPIRADO CATETER	154.14
CAMBIO JUNTA	1.8275
COLOCAR CATETER EN BLISTER	566.99
COLOCAR ESPONJAS	1068.90
COMPONENTE DEFECTUOSO	1.7460
CONTROL ESTATICO	3.6855
ETIQUETADO DE POUCH	286.70
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	2.7010
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	371.14
INSPECCION SELLO DE POUCH	438.21
LIMPIEZA DE BLISTER	1043.85
LIMPIEZA DE CATETER	880.43
Pruebas operativas	9.8868
SELLADO DE BLISTER	317.14
SELLADO DE POUCH	489.82
TRANSPORTE BANDEJA	462.82
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	38.8324
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	17.5527
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.0929
TRASPORTE BLISTER	702.60
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	29.3839

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process**

**Accumulated Time**



**Cost per Entity**

VA Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	76.9317	(Insufficient)	60.5800	94.3779
CAMBIO JUNTA	6.2798	(Insufficient)	4.8000	13.2356
COMPONENTE DEFECTUOSO	6.9825	(Insufficient)	5.9697	8.2693
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	9.5448	(Insufficient)	4.8000	19.8321
Pruebas operativas	61.3916	(Insufficient)	59.5993	62.5073
<b>Transfer Cost Per Entity</b>	<b>Average</b>	<b>Half Width</b>	<b>Minimum Value</b>	<b>Maximum Value</b>
TRANSPORTE BANDEJA	0.1717	0.000938032	0.1197	0.2746
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.1883	(Correlated)	0.1094	0.3083
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00605389	0.000032562	0.00420849	0.00749999
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00536672	0.000133313	0.00334268	0.00666428

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Cost per Entity

Wait Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER	1.4825	0.020269602	0.8543	2.1300
CAMBIO JUNTA	0.08609650	(Insufficient)	0.00	0.7279
COLOCAR CATETER EN BLISTER	0.4849	(Correlated)	0.1387	0.8595
COLOCAR ESPONJAS	0.7020	(Correlated)	0.1245	0.8745
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
CONTROL ESTATICO	0.06426250	0.000617649	0.02401698	0.1314
ETIQUETADO DE POUCH	0.3337	0.005767325	0.1476	0.7780
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.05750839	(Insufficient)	0.00	0.3125
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	0.3195	(Correlated)	0.0975	0.5518
INSPECCION SELLO DE POUCH	0.3607	(Correlated)	0.1053	0.7225
LIMPIEZA DE BLISTER	0.00608630	0.000022779	0.00416974	0.00749996
LIMPIEZA DE CATETER	0.7014	0.008863444	0.3515	1.1305
Pruebas operativas	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER	5.1724	0.005112398	4.9575	5.4624
SELLADO DE POUCH	0.4466	(Correlated)	0.1738	0.6746
TRANSPORTE BANDEJA	0.2272	0.007385905	0.00	0.4689
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	4.9333	0.182015898	0.2365	9.9227
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	2.3827	0.068734901	0.1170	5.3540
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.5823	(Insufficient)	0.3066	0.7748
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00	0.000000000	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00	0.000000000	0.00	0.00

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Cost per Entity

Total Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	76.9317	(Insufficient)	60.5800	94.3779
ASPIRADO CATETER	1.4825	0.020269602	0.8543	2.1300
CAMBIO JUNTA	6.3658	(Insufficient)	4.8000	13.5088
COLOCAR CATETER EN BLISTER	0.4849	(Correlated)	0.1387	0.8595
COLOCAR ESPONJAS	0.7020	(Correlated)	0.1245	0.8745
COMPONENTE DEFECTUOSO	6.9825	(Insufficient)	5.9697	8.2693
CONTROL ESTATICO	0.06426250	0.000617649	0.02401698	0.1314
ETIQUETADO DE POUCH	0.3337	0.005767325	0.1476	0.7780
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	9.6023	(Insufficient)	4.8000	20.1447
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	0.3195	(Correlated)	0.0975	0.5518
INSPECCION SELLO DE POUCH	0.3607	(Correlated)	0.1053	0.7225
LIMPIEZA DE BLISTER	0.00608630	0.000022779	0.00416974	0.00749996
LIMPIEZA DE CATETER	0.7014	0.008863444	0.3515	1.1305
Pruebas operativas	61.3916	(Insufficient)	59.5993	62.5073
SELLADO DE BLISTER	5.1724	0.005112398	4.9575	5.4624
SELLADO DE POUCH	0.4466	(Correlated)	0.1738	0.6746
TRANSPORTE BANDEJA	0.3989	0.007539402	0.1246	0.6813
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	5.1216	0.181744021	0.3975	10.0645
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	2.3827	0.068734901	0.1170	5.3540
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.5823	(Insufficient)	0.3066	0.7748
TRANSPORTE BLISTER	0.00605389	0.000032562	0.00420849	0.00749999
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00536672	0.000133313	0.00334268	0.00666428

## Accumulated Cost

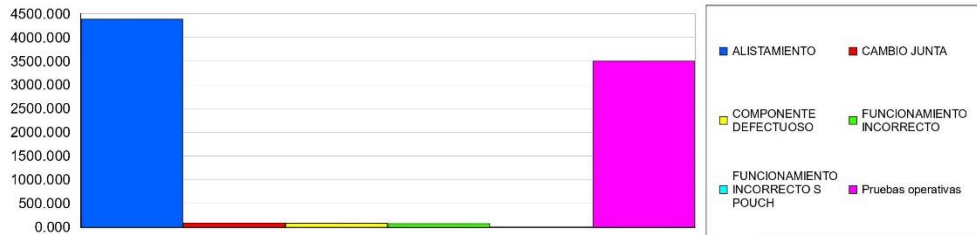
**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

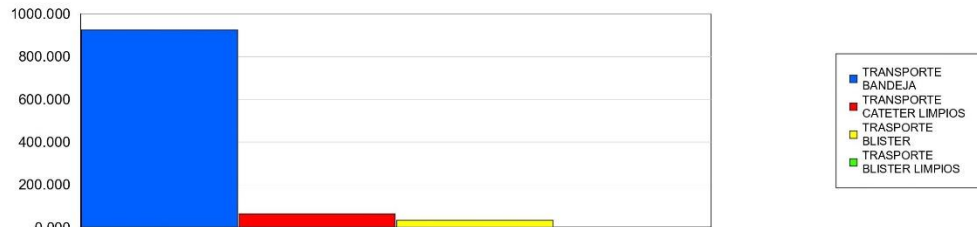
**Process**

**Accumulated Cost**

Accum VA Cost	Value
ALISTAMIENTO	4385.11
CAMBIO JUNTA	87.9165
COMPONENTE DEFECTUOSO	83.7906
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	76.3587
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
Pruebas operativas	3499.32



Accum Transfer Cost	Value
TRANSPORTE BANDEJA	924.44
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	63.2661
TRASPORTE BLISTER	33.1269
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	1.8032



9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process****Accumulated Cost**

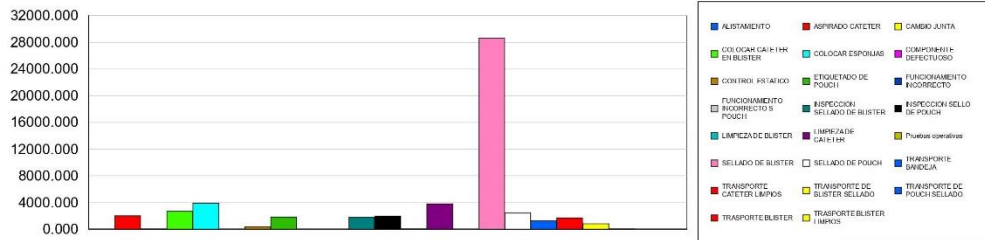
Accum Wait Cost	Value
ALISTAMIENTO	0.00
ASPIRADO CATETER	1992.41
CAMBIO JUNTA	1.2054
COLOCAR CATETER EN BLISTER	2682.78
COLOCAR ESPONJAS	3884.08
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	355.56
ETIQUETADO DE POUCH	1801.87
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.4601
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	1767.77
INSPECCION SELLO DE POUCH	1947.70
LIMPIEZA DE BLISTER	32.7200
LIMPIEZA DE CATETER	3770.62
Pruebas operativas	0.00
SELLADO DE BLISTER	28618.84
SELLADO DE POUCH	2411.50
TRANSPORTE BANDEJA	1223.74
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	1657.59
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	800.60
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	32.6075
TRANSPORTE BLISTER	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process**

**Accumulated Cost**



9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process****Accumulated Cost**

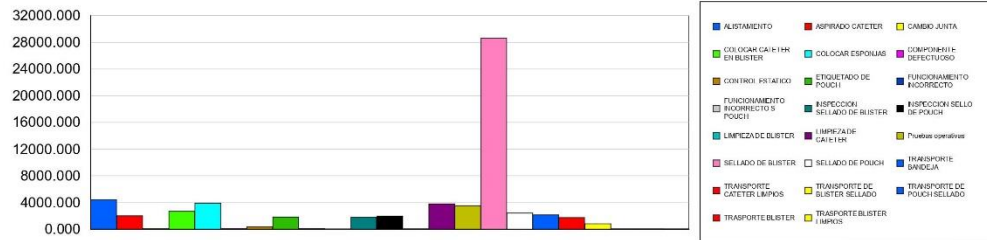
Total Accum Cost	Value
ALISTAMIENTO	4385.11
ASPIRADO CATETER	1992.41
CAMBIO JUNTA	89.1219
COLOCAR CATETER EN BLISTER	2682.78
COLOCAR ESPONJAS	3884.08
COMPONENTE DEFECTUOSO	83.7906
CONTROL ESTATICO	355.56
ETIQUETADO DE POUCH	1801.87
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	76.8188
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	1767.77
INSPECCION SELLO DE POUCH	1947.70
LIMPIEZA DE BLISTER	32.7200
LIMPIEZA DE CATETER	3770.62
Pruebas operativas	3499.32
SELLADO DE BLISTER	28618.84
SELLADO DE POUCH	2411.50
TRANSPORTE BANDEJA	2148.19
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	1720.86
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	800.60
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	32.6075
TRANSPORTE BLISTER	33.1269
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	1.8032

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process**

**Accumulated Cost**



**Other**

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Other

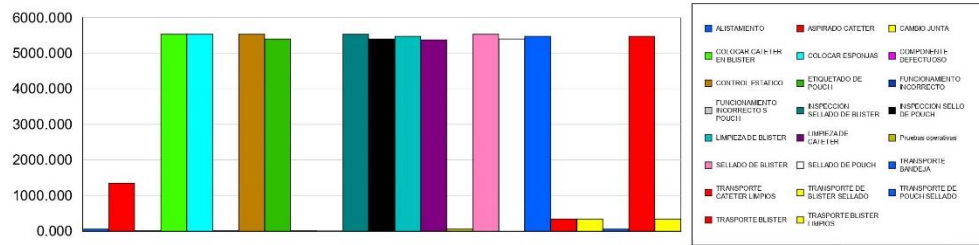
Number In	Value
ALISTAMIENTO	57.0000
ASPIRADO CATETER	1346.00
CAMBIO JUNTA	14.0000
COLOCAR CATETER EN BLISTER	5533.00
COLOCAR ESPONJAS	5533.00
COMPONENTE DEFECTUOSO	12.0000
CONTROL ESTATICO	5533.00
ETIQUETADO DE POUCH	5400.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	8.0000
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	5533.00
INSPECCION SELLO DE POUCH	5400.00
LIMPIEZA DE BLISTER	5472.00
LIMPIEZA DE CATETER	5376.00
Pruebas operativas	57.0000
SELLADO DE BLISTER	5533.00
SELLADO DE POUCH	5400.00
TRANSPORTE BANDEJA	5472.00
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	336.00
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	336.00
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	56.0000
TRANSPORTE BLISTER	5472.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	336.00

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process**

**Other**



9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Process

## Other

Number Out	Value
ALISTAMIENTO	57.0000
ASPIRADO CATETER	1344.00
CAMBIO JUNTA	14.0000
COLOCAR CATETER EN BLISTER	5533.00
COLOCAR ESPONJAS	5533.00
COMPONENTE DEFECTUOSO	12.0000
CONTROL ESTATICO	5533.00
ETIQUETADO DE POUCH	5400.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	8.0000
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	5533.00
INSPECCION SELLO DE POUCH	5400.00
LIMPIEZA DE BLISTER	5376.00
LIMPIEZA DE CATETER	5376.00
Pruebas operativas	57.0000
SELLADO DE BLISTER	5533.00
SELLADO DE POUCH	5400.00
TRANSPORTE BANDEJA	5385.00
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	336.00
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	336.00
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	56.0000
TRANSPORTE BLISTER	5472.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	336.00

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Queue

## Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER.Queue	0.1121	0.001854229	0.05683730	0.1695
CAMBIO JUNTA.Queue	0.03188759	(Insufficient)	0.00	0.2696
COLOCAR CATETER EN BLISTER.Queue	0.1003	(Correlated)	0.00	0.2096
COLOCAR ESPONJAS.Queue	0.1913	(Correlated)	0.00	0.2161
CONTROL ESTATICO.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
ESTANTE MATERIAL ENSAMBLADO.Queue	17.0399	(Insufficient)	0.00	32.1628
ETIQUETADO DE POUCH.Queue	0.05106349	0.002045627	0.00	0.1479
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO.Queue	0.02129940	(Insufficient)	0.00	0.1158
INSPECCION SELLADO DE BLISTER.Queue	0.06560076	(Correlated)	0.00	0.1217
INSPECCION SELLO DE POUCH.Queue	0.07964080	(Correlated)	0.00	0.1379
LIMPIEZA DE BLISTER.Queue	0.1921	0.000763166	0.1833	0.1999
LIMPIEZA DE CATETER.Queue	0.1610	0.003253187	0.05740273	0.2740
LOTE EMPACADO.Queue	0.2042	0.022588603	0.00	1.1196
Pruebas operativas.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER.Queue	0.05516418	(Correlated)	0.00	0.1217
SELLADO DE POUCH.Queue	0.08855681	(Correlated)	0.00	0.1509
TRANSPORTE BANDEJA.Queue	0.08415376	0.002735521	0.00	0.1737
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS.Queue	0.1142	0.004213331	0.00547362	0.2297
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO.Queue	0.05089213	0.001570447	0.00	0.1190
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS.Queue	0.08566310	0.003000152	0.00712121	0.1667
TRANSPORTE BLISTER.Queue	0.1264	(Correlated)	0.00	0.3719

## Cost

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Queue

## Cost

Waiting Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER.Queue	1.2105	0.020025676	0.6138	1.8304
CAMBIO JUNTA.Queue	0.08609650	(Insufficient)	0.00	0.7279
COLOCAR CATETER EN BLISTER.Queue	0.2707	(Correlated)	0.00	0.5659
COLOCAR ESPONJAS.Queue	0.5164	(Correlated)	0.00	0.5834
CONTROL ESTATICO.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
ESTANTE MATERIAL ENSAMBLADO.Queue	4416.74	(Insufficient)	0.00	8336.59
ETIQUETADO DE POUCH.Queue	0.1379	0.005523192	0.00	0.3992
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO.Queue	0.05750839	(Insufficient)	0.00	0.3125
INSPECCION SELLADO DE BLISTER.Queue	0.1771	(Correlated)	0.00	0.3287
INSPECCION SELLO DE POUCH.Queue	0.2150	(Correlated)	0.00	0.3723
LIMPIEZA DE BLISTER.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
LIMPIEZA DE CATETER.Queue	0.4347	0.008783604	0.1550	0.7399
LOTE EMPACADO.Queue	0.5512	0.060989228	0.00	3.0229
Pruebas operativas.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER.Queue	0.1489	(Correlated)	0.00	0.3287
SELLADO DE POUCH.Queue	0.2391	(Correlated)	0.00	0.4075
TRANSPORTE BANDEJA.Queue	0.2272	0.007385905	0.00	0.4689
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS.Queue	4.9333	0.182015898	0.2365	9.9227
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO.Queue	2.1985	0.067843322	0.00	5.1428
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00

## Other

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Queue

## Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER.Queue	1.4416	0.093464084	0.00	23.0000
CAMBIO JUNTA.Queue	0.00427202	(Insufficient)	0.00	1.0000
COLOCAR CATETER EN BLISTER.Queue	5.3082	0.354855587	0.00	93.0000
COLOCAR ESPONJAS.Queue	10.1269	0.643710698	0.00	95.0000
CONTROL ESTATICO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ESTANTE MATERIAL ENSAMBLADO.Queue	12.3303	(Insufficient)	0.00	22.0000
ETIQUETADO DE POUCH.Queue	2.6387	0.149720938	0.00	64.0000
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO.Queue	0.00163058	(Insufficient)	0.00	1.0000
INSPECCION SELLADO DE BLISTER.Queue	3.4734	0.207198177	0.00	38.0000
INSPECCION SELLO DE POUCH.Queue	4.1154	0.257374520	0.00	63.0000
LIMPIEZA DE BLISTER.Queue	9.9706	0.635213458	0.00	95.0000
LIMPIEZA DE CATETER.Queue	8.2829	0.504432069	0.00	95.0000
LOTE EMPACADO.Queue	10.5027	(Correlated)	0.00	96.0000
Pruebas operativas.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER.Queue	2.9208	0.156384878	0.00	39.0000
SELLADO DE POUCH.Queue	4.5761	0.242737768	0.00	63.0000
TRANSPORTE BANDEJA.Queue	4.3496	0.297425608	0.00	95.0000
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS.Queue	0.3672	0.023579818	0.00	5.0000
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO.Queue	0.1636	0.010508573	0.00	3.0000
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS.Queue	0.2754	0.016491644	0.00	5.0000
TRANSPORTE BLISTER.Queue	6.6178	0.802934804	0.00	96.0000

9:00:10PM

### Category Overview

January 3, 2021

#### SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1      Time Units: Hours

#### Resource

#### Usage

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Instantaneous Utilization	Average		Minimum Value	Maximum Value
	Average	Half Width		
CAMBIO DE JUNTA	0.04408092	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO1	0.01822883	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO10	0.01867726	0.007725700	0.00	1.0000
CATETER TIPO11	0.01892184	0.008585166	0.00	1.0000
CATETER TIPO12	0.01886585	0.008495386	0.00	1.0000
CATETER TIPO13	0.01835915	0.007189449	0.00	1.0000
CATETER TIPO14	0.01828943	0.007250984	0.00	1.0000
CATETER TIPO15	0.01841081	0.007810755	0.00	1.0000
CATETER TIPO16	0.01878784	0.008107632	0.00	1.0000
CATETER TIPO17	0.01844367	0.007676002	0.00	1.0000
CATETER TIPO18	0.01842881	0.006596791	0.00	1.0000
CATETER TIPO19	0.01848008	0.007898084	0.00	1.0000
CATETER TIPO2	0.01819118	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO20	0.01815270	0.006973060	0.00	1.0000
CATETER TIPO21	0.01856856	0.007752759	0.00	1.0000
CATETER TIPO22	0.01855232	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO23	0.01858595	0.007590034	0.00	1.0000
CATETER TIPO24	0.01809878	0.007055984	0.00	1.0000
CATETER TIPO25	0.01871949	0.008434246	0.00	1.0000
CATETER TIPO26	0.01850795	0.007390072	0.00	1.0000
CATETER TIPO27	0.01847252	0.007873134	0.00	1.0000
CATETER TIPO28	0.01824452	0.007302416	0.00	1.0000
CATETER TIPO29	0.01884717	0.008497629	0.00	1.0000
CATETER TIPO3	0.01828913	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO30	0.01889649	0.008462083	0.00	1.0000
CATETER TIPO31	0.01892219	0.008639714	0.00	1.0000
CATETER TIPO32	0.01874329	0.008176515	0.00	1.0000
CATETER TIPO33	0.01825764	0.007049600	0.00	1.0000
CATETER TIPO34	0.01865751	0.007857390	0.00	1.0000
CATETER TIPO35	0.01865421	0.007271316	0.00	1.0000
CATETER TIPO36	0.01813893	0.007384574	0.00	1.0000
CATETER TIPO37	0.01841301	0.007891723	0.00	1.0000
CATETER TIPO38	0.01867711	0.008364893	0.00	1.0000
CATETER TIPO39	0.01794733	0.006907262	0.00	1.0000
CATETER TIPO4	0.01886692	0.008245291	0.00	1.0000
CATETER TIPO40	0.01813891	0.007210241	0.00	1.0000
CATETER TIPO41	0.01850323	0.007800569	0.00	1.0000

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CATETER TIPO42	0.01829512	0.007777389	0.00	1.0000
CATETER TIPO43	0.01881673	0.008694883	0.00	1.0000
CATETER TIPO44	0.01847550	0.007586944	0.00	1.0000
CATETER TIPO45	0.01804383	0.006743308	0.00	1.0000
CATETER TIPO46	0.01845704	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO47	0.01837855	0.007439560	0.00	1.0000
CATETER TIPO48	0.01832917	0.007337971	0.00	1.0000
CATETER TIPO49	0.01890683	0.008631372	0.00	1.0000
CATETER TIPO5	0.01861277	0.007710821	0.00	1.0000
CATETER TIPO50	0.01805814	0.007089245	0.00	1.0000
CATETER TIPO51	0.01848683	0.007908901	0.00	1.0000
CATETER TIPO52	0.01885069	0.008663466	0.00	1.0000
CATETER TIPO53	0.01860170	0.008259940	0.00	1.0000
CATETER TIPO54	0.01827382	0.007613945	0.00	1.0000
CATETER TIPO55	0.01829966	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO56	0.01833032	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO57	0.01851205	0.000509957	0.00	1.0000
CATETER TIPO58	0.01484416	0.000627840	0.00	1.0000
CATETER TIPO59	0.01475313	0.000679181	0.00	1.0000
CATETER TIPO6	0.01897411	0.008461274	0.00	1.0000
CATETER TIPO60	0.01468773	0.000590408	0.00	1.0000
CATETER TIPO61	0.01471682	0.000700204	0.00	1.0000
CATETER TIPO62	0.01450069	0.000601535	0.00	1.0000
CATETER TIPO63	0.01465535	0.000649995	0.00	1.0000
CATETER TIPO64	0.01462029	0.000618297	0.00	1.0000
CATETER TIPO65	0.01460132	0.000593816	0.00	1.0000
CATETER TIPO66	0.01453096	0.000583529	0.00	1.0000
CATETER TIPO67	0.01472646	0.000613620	0.00	1.0000
CATETER TIPO68	0.01466827	0.000608628	0.00	1.0000
CATETER TIPO69	0.01458203	0.000588250	0.00	1.0000
CATETER TIPO7	0.01882099	0.006720616	0.00	1.0000
CATETER TIPO8	0.01844564	0.007600468	0.00	1.0000
CATETER TIPO9	0.01831823	0.007429401	0.00	1.0000
Despeje de linea	0.1090	(Insufficient)	0.00	1.0000
DISPONIBLE	0.04936332	0.020038622	0.00	1.0000
MAL FUNCIONAMIENTO	0.04083028	0.011641983	0.00	1.0000
OP1	0.2324	(Insufficient)	0.00	1.0000

9:00:10PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	OP2	0.2884	(Insufficient)	0.00
OP3	0.2360	0.017474271	0.00	1.0000
OP4	0.05020837	(Correlated)	0.00	1.0000
OP5	0.3290	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP6	0.4275	(Insufficient)	0.00	1.0000
P Peel	0.1032	(Insufficient)	0.00	1.0000
PARTE DEFECTUOSA	0.03389849	0.004391607	0.00	1.0000
TECNICO	0.05414085	(Insufficient)	0.00	1.0000

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAMBIO DE JUNTA	0.04408092	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO1	0.01822883	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO10	0.01867726	0.007725700	0.00	1.0000
CATETER TIPO11	0.01892184	0.008585166	0.00	1.0000
CATETER TIPO12	0.01886585	0.008495386	0.00	1.0000
CATETER TIPO13	0.01835915	0.007189449	0.00	1.0000
CATETER TIPO14	0.01828943	0.007250984	0.00	1.0000
CATETER TIPO15	0.01841081	0.007810755	0.00	1.0000
CATETER TIPO16	0.01878784	0.008107632	0.00	1.0000
CATETER TIPO17	0.01844367	0.007676002	0.00	1.0000
CATETER TIPO18	0.01842881	0.006596791	0.00	1.0000
CATETER TIPO19	0.01848008	0.007898084	0.00	1.0000
CATETER TIPO2	0.01819118	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO20	0.01815270	0.006973060	0.00	1.0000
CATETER TIPO21	0.01856856	0.007752759	0.00	1.0000
CATETER TIPO22	0.01855232	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO23	0.01858595	0.007590034	0.00	1.0000
CATETER TIPO24	0.01809878	0.007055984	0.00	1.0000
CATETER TIPO25	0.01871949	0.008434246	0.00	1.0000
CATETER TIPO26	0.01850795	0.007390072	0.00	1.0000
CATETER TIPO27	0.01847252	0.007873134	0.00	1.0000
CATETER TIPO28	0.01824452	0.007302416	0.00	1.0000
CATETER TIPO29	0.01884717	0.008497629	0.00	1.0000
CATETER TIPO3	0.01828913	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO30	0.01889649	0.008462083	0.00	1.0000
CATETER TIPO31	0.01892219	0.008639714	0.00	1.0000
CATETER TIPO32	0.01874329	0.008176515	0.00	1.0000
CATETER TIPO33	0.01825764	0.007049600	0.00	1.0000
CATETER TIPO34	0.01865751	0.007857390	0.00	1.0000
CATETER TIPO35	0.01865421	0.007271316	0.00	1.0000
CATETER TIPO36	0.01813893	0.007384574	0.00	1.0000
CATETER TIPO37	0.01841301	0.007891723	0.00	1.0000
CATETER TIPO38	0.01867711	0.008364893	0.00	1.0000
CATETER TIPO39	0.01794733	0.006907262	0.00	1.0000
CATETER TIPO4	0.01886692	0.008245291	0.00	1.0000
CATETER TIPO40	0.01813891	0.007210241	0.00	1.0000
CATETER TIPO41	0.01850323	0.007800569	0.00	1.0000

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CATETER TIPO42	0.01829512	0.007777389	0.00	1.0000
CATETER TIPO43	0.01881673	0.008694883	0.00	1.0000
CATETER TIPO44	0.01847550	0.007586944	0.00	1.0000
CATETER TIPO45	0.01804383	0.006743308	0.00	1.0000
CATETER TIPO46	0.01845704	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO47	0.01837855	0.007439560	0.00	1.0000
CATETER TIPO48	0.01832917	0.007337971	0.00	1.0000
CATETER TIPO49	0.01890683	0.008631372	0.00	1.0000
CATETER TIPO5	0.01861277	0.007710821	0.00	1.0000
CATETER TIPO50	0.01805814	0.007089245	0.00	1.0000
CATETER TIPO51	0.01848683	0.007908901	0.00	1.0000
CATETER TIPO52	0.01885069	0.008663466	0.00	1.0000
CATETER TIPO53	0.01860170	0.008259940	0.00	1.0000
CATETER TIPO54	0.01827382	0.007613945	0.00	1.0000
CATETER TIPO55	0.01829966	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO56	0.01833032	(Correlated)	0.00	1.0000
CATETER TIPO57	0.01851205	0.000509957	0.00	1.0000
CATETER TIPO58	0.01484416	0.000627840	0.00	1.0000
CATETER TIPO59	0.01475313	0.000679181	0.00	1.0000
CATETER TIPO6	0.01897411	0.008461274	0.00	1.0000
CATETER TIPO60	0.01468773	0.000590408	0.00	1.0000
CATETER TIPO61	0.01471682	0.000700204	0.00	1.0000
CATETER TIPO62	0.01450069	0.000601535	0.00	1.0000
CATETER TIPO63	0.01465535	0.000649995	0.00	1.0000
CATETER TIPO64	0.01462029	0.000618297	0.00	1.0000
CATETER TIPO65	0.01460132	0.000593816	0.00	1.0000
CATETER TIPO66	0.01453096	0.000583529	0.00	1.0000
CATETER TIPO67	0.01472646	0.000613620	0.00	1.0000
CATETER TIPO68	0.01466827	0.000608628	0.00	1.0000
CATETER TIPO69	0.01458203	0.000588250	0.00	1.0000
CATETER TIPO7	0.01882099	0.006720616	0.00	1.0000
CATETER TIPO8	0.01844564	0.007600468	0.00	1.0000
CATETER TIPO9	0.01831823	0.007429401	0.00	1.0000
Despeje de linea	0.1090	(Insufficient)	0.00	1.0000
DISPONIBLE	0.04936332	0.020038622	0.00	1.0000
MAL FUNCIONAMIENTO	0.04083028	0.011641983	0.00	1.0000
OP1	0.2324	(Insufficient)	0.00	1.0000

9:00:10PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
OP2	0.2884	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP3	0.2360	0.017474271	0.00	1.0000
OP4	0.05020837	(Correlated)	0.00	1.0000
OP5	0.3290	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP6	0.4275	(Insufficient)	0.00	1.0000
P Peel	0.1032	(Insufficient)	0.00	1.0000
PARTE DEFECTUOSA	0.03389849	0.004391607	0.00	1.0000
TECNICO	0.05414085	(Insufficient)	0.00	1.0000

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAMBIO DE JUNTA	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO10	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO11	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO12	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO13	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO14	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO15	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO16	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO17	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO18	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO19	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO20	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO21	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO22	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO23	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO24	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO25	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO26	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO27	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO28	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO29	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO30	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO31	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO32	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO33	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO34	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO35	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO36	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO37	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO38	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO39	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO40	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO41	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CATETER TIPO42	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO43	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO44	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO45	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO46	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO47	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO48	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO49	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO50	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO51	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO52	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO53	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO54	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO55	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO56	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO57	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO58	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO59	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO60	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO61	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO62	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO63	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO64	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO65	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO66	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO67	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO68	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO69	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO8	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO9	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Despeje de linea	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
DISPONIBLE	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MAL FUNCIONAMIENTO	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

9:00:10PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
OP2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
P Peel	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
PARTE DEFECTUOSA	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
TECNICO	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Scheduled Utilization	Value
CAMBIO DE JUNTA	0.04408092
CATETER TIPO1	0.01822883
CATETER TIPO10	0.01867726
CATETER TIPO11	0.01892184
CATETER TIPO12	0.01886585
CATETER TIPO13	0.01835915
CATETER TIPO14	0.01828943
CATETER TIPO15	0.01841081
CATETER TIPO16	0.01878784
CATETER TIPO17	0.01844367
CATETER TIPO18	0.01842881
CATETER TIPO19	0.01848008
CATETER TIPO2	0.01819118
CATETER TIPO20	0.01815270
CATETER TIPO21	0.01856856
CATETER TIPO22	0.01855232
CATETER TIPO23	0.01858595
CATETER TIPO24	0.01809878
CATETER TIPO25	0.01871949
CATETER TIPO26	0.01850795
CATETER TIPO27	0.01847252
CATETER TIPO28	0.01824452
CATETER TIPO29	0.01884717
CATETER TIPO3	0.01828913
CATETER TIPO30	0.01889649
CATETER TIPO31	0.01892219
CATETER TIPO32	0.01874329
CATETER TIPO33	0.01825764
CATETER TIPO34	0.01865751
CATETER TIPO35	0.01865421
CATETER TIPO36	0.01813893
CATETER TIPO37	0.01841301
CATETER TIPO38	0.01867711
CATETER TIPO39	0.01794733
CATETER TIPO4	0.01886692
CATETER TIPO40	0.01813891
CATETER TIPO41	0.01850323

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Scheduled Utilization	Value
CATETER TIPO42	0.01829512
CATETER TIPO43	0.01881673
CATETER TIPO44	0.01847550
CATETER TIPO45	0.01804383
CATETER TIPO46	0.01845704
CATETER TIPO47	0.01837855
CATETER TIPO48	0.01832917
CATETER TIPO49	0.01890683
CATETER TIPO5	0.01861277
CATETER TIPO50	0.01805814
CATETER TIPO51	0.01848683
CATETER TIPO52	0.01885069
CATETER TIPO53	0.01860170
CATETER TIPO54	0.01827382
CATETER TIPO55	0.01829966
CATETER TIPO56	0.01833032
CATETER TIPO57	0.01851205
CATETER TIPO58	0.01484416
CATETER TIPO59	0.01475313
CATETER TIPO6	0.01897411
CATETER TIPO60	0.01468773
CATETER TIPO61	0.01471682
CATETER TIPO62	0.01450069
CATETER TIPO63	0.01465535
CATETER TIPO64	0.01462029
CATETER TIPO65	0.01460132
CATETER TIPO66	0.01453096
CATETER TIPO67	0.01472646
CATETER TIPO68	0.01466827
CATETER TIPO69	0.01458203
CATETER TIPO7	0.01882099
CATETER TIPO8	0.01844564
CATETER TIPO9	0.01831823
Despeje de linea	0.1090
DISPONIBLE	0.04936332
MAL FUNCIONAMIENTO	0.04083028
OP1	0.2324

9:00:10PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Scheduled Utilization	Value
OP2	0.2884
OP3	0.2360
OP4	0.05020837
OP5	0.3290
OP6	0.4275
P Peel	0.1032
PARTE DEFECTUOSA	0.03389849
TECNICO	0.05414085

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Total Number Seized	Value
CAMBIO DE JUNTA	1371.00
CATETER TIPO1	831.00
CATETER TIPO10	828.00
CATETER TIPO11	826.00
CATETER TIPO12	828.00
CATETER TIPO13	825.00
CATETER TIPO14	828.00
CATETER TIPO15	824.00
CATETER TIPO16	829.00
CATETER TIPO17	828.00
CATETER TIPO18	827.00
CATETER TIPO19	825.00
CATETER TIPO2	832.00
CATETER TIPO20	824.00
CATETER TIPO21	827.00
CATETER TIPO22	825.00
CATETER TIPO23	823.00
CATETER TIPO24	821.00
CATETER TIPO25	825.00
CATETER TIPO26	828.00
CATETER TIPO27	827.00
CATETER TIPO28	826.00
CATETER TIPO29	828.00
CATETER TIPO3	827.00
CATETER TIPO30	829.00
CATETER TIPO31	827.00
CATETER TIPO32	826.00
CATETER TIPO33	826.00
CATETER TIPO34	824.00
CATETER TIPO35	824.00
CATETER TIPO36	817.00
CATETER TIPO37	822.00
CATETER TIPO38	821.00
CATETER TIPO39	824.00
CATETER TIPO4	829.00
CATETER TIPO40	823.00
CATETER TIPO41	825.00

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Usage

Total Number Seized	Value
CATETER TIPO42	823.00
CATETER TIPO43	819.00
CATETER TIPO44	822.00
CATETER TIPO45	823.00
CATETER TIPO46	822.00
CATETER TIPO47	824.00
CATETER TIPO48	822.00
CATETER TIPO49	819.00
CATETER TIPO5	825.00
CATETER TIPO50	825.00
CATETER TIPO51	821.00
CATETER TIPO52	821.00
CATETER TIPO53	825.00
CATETER TIPO54	824.00
CATETER TIPO55	821.00
CATETER TIPO56	822.00
CATETER TIPO57	822.00
CATETER TIPO58	819.00
CATETER TIPO59	820.00
CATETER TIPO6	828.00
CATETER TIPO60	819.00
CATETER TIPO61	818.00
CATETER TIPO62	818.00
CATETER TIPO63	815.00
CATETER TIPO64	816.00
CATETER TIPO65	815.00
CATETER TIPO66	813.00
CATETER TIPO67	813.00
CATETER TIPO68	815.00
CATETER TIPO69	817.00
CATETER TIPO7	826.00
CATETER TIPO8	827.00
CATETER TIPO9	825.00
Despeje de linea	58.0000
DISPONIBLE	1404.00
MAL FUNCIONAMIENTO	1370.00
OP1	11195.00

9:00:10PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Total Number Seized	Value
OP2	12452.00
OP3	11076.00
OP4	5542.00
OP5	11468.00
OP6	16322.00
P Peel	56.0000
PARTE DEFECTUOSA	1422.00
TECNICO	34.0000

**Cost**

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Busy Cost	Value
CAMBIO DE JUNTA	33.6271
CATETER TIPO1	171.44
CATETER TIPO10	175.66
CATETER TIPO11	172.03
CATETER TIPO12	171.52
CATETER TIPO13	166.91
CATETER TIPO14	166.28
CATETER TIPO15	167.38
CATETER TIPO16	166.88
CATETER TIPO17	163.83
CATETER TIPO18	163.69
CATETER TIPO19	164.15
CATETER TIPO2	171.09
CATETER TIPO20	161.24
CATETER TIPO21	164.94
CATETER TIPO22	164.79
CATETER TIPO23	165.09
CATETER TIPO24	160.76
CATETER TIPO25	166.28
CATETER TIPO26	164.40
CATETER TIPO27	166.01
CATETER TIPO28	163.96
CATETER TIPO29	169.38
CATETER TIPO3	172.01
CATETER TIPO30	169.82
CATETER TIPO31	170.05
CATETER TIPO32	168.45
CATETER TIPO33	164.08
CATETER TIPO34	171.57
CATETER TIPO35	171.54
CATETER TIPO36	166.43
CATETER TIPO37	168.94
CATETER TIPO38	156.73
CATETER TIPO39	150.60
CATETER TIPO4	177.43
CATETER TIPO40	152.21
CATETER TIPO41	179.82

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Resource****Cost**

Busy Cost	Value
CATETER TIPO42	177.80
CATETER TIPO43	182.87
CATETER TIPO44	182.93
CATETER TIPO45	178.66
CATETER TIPO46	182.75
CATETER TIPO47	178.27
CATETER TIPO48	177.79
CATETER TIPO49	183.39
CATETER TIPO5	175.05
CATETER TIPO50	175.16
CATETER TIPO51	179.32
CATETER TIPO52	182.85
CATETER TIPO53	180.43
CATETER TIPO54	181.72
CATETER TIPO55	181.98
CATETER TIPO56	182.28
CATETER TIPO57	184.09
CATETER TIPO58	147.61
CATETER TIPO59	146.71
CATETER TIPO6	178.45
CATETER TIPO60	146.06
CATETER TIPO61	151.24
CATETER TIPO62	149.02
CATETER TIPO63	150.61
CATETER TIPO64	150.25
CATETER TIPO65	150.05
CATETER TIPO66	151.85
CATETER TIPO67	157.74
CATETER TIPO68	162.17
CATETER TIPO69	182.86
CATETER TIPO7	177.01
CATETER TIPO8	173.48
CATETER TIPO9	172.28
Despeje de linea	34.1709
DISPONIBLE	37.6568
MAL FUNCIONAMIENTO	31.1474
OP1	72.8543

9:00:10PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Cost**

Busy Cost	Value
OP2	90.4259
OP3	73.9743
OP4	15.7403
OP5	103.14
OP6	134.01
P Peel	32.3444
PARTE DEFECTUOSA	25.8595
TECNICO	28.2886

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Idle Cost	Value
CAMBIO DE JUNTA	313.67
CATETER TIPO1	0.00
CATETER TIPO10	0.00
CATETER TIPO11	0.00
CATETER TIPO12	0.00
CATETER TIPO13	0.00
CATETER TIPO14	0.00
CATETER TIPO15	0.00
CATETER TIPO16	0.00
CATETER TIPO17	0.00
CATETER TIPO18	0.00
CATETER TIPO19	0.00
CATETER TIPO2	0.00
CATETER TIPO20	0.00
CATETER TIPO21	0.00
CATETER TIPO22	0.00
CATETER TIPO23	0.00
CATETER TIPO24	0.00
CATETER TIPO25	0.00
CATETER TIPO26	0.00
CATETER TIPO27	0.00
CATETER TIPO28	0.00
CATETER TIPO29	0.00
CATETER TIPO3	0.00
CATETER TIPO30	0.00
CATETER TIPO31	0.00
CATETER TIPO32	0.00
CATETER TIPO33	0.00
CATETER TIPO34	0.00
CATETER TIPO35	0.00
CATETER TIPO36	0.00
CATETER TIPO37	0.00
CATETER TIPO38	0.00
CATETER TIPO39	0.00
CATETER TIPO4	0.00
CATETER TIPO40	0.00
CATETER TIPO41	0.00

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Idle Cost	Value
CATETER TIPO42	0.00
CATETER TIPO43	0.00
CATETER TIPO44	0.00
CATETER TIPO45	0.00
CATETER TIPO46	0.00
CATETER TIPO47	0.00
CATETER TIPO48	0.00
CATETER TIPO49	0.00
CATETER TIPO5	0.00
CATETER TIPO50	0.00
CATETER TIPO51	0.00
CATETER TIPO52	0.00
CATETER TIPO53	0.00
CATETER TIPO54	0.00
CATETER TIPO55	0.00
CATETER TIPO56	0.00
CATETER TIPO57	0.00
CATETER TIPO58	0.00
CATETER TIPO59	0.00
CATETER TIPO6	0.00
CATETER TIPO60	0.00
CATETER TIPO61	0.00
CATETER TIPO62	0.00
CATETER TIPO63	0.00
CATETER TIPO64	0.00
CATETER TIPO65	0.00
CATETER TIPO66	0.00
CATETER TIPO67	0.00
CATETER TIPO68	0.00
CATETER TIPO69	0.00
CATETER TIPO7	0.00
CATETER TIPO8	0.00
CATETER TIPO9	0.00
Despeje de linea	0.00
DISPONIBLE	311.93
MAL FUNCIONAMIENTO	314.73
OP1	0.00

9:00:10PM

**Category Overview**

January 3, 2021

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Cost**

Idle Cost	Value
OP2	0.00
OP3	0.00
OP4	0.00
OP5	0.00
OP6	0.00
P Peel	0.00
PARTE DEFECTUOSA	317.01
TECNICO	0.00

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Usage Cost	Value
CAMBIO DE JUNTA	6580.80
CATETER TIPO1	0.00
CATETER TIPO10	0.00
CATETER TIPO11	0.00
CATETER TIPO12	0.00
CATETER TIPO13	0.00
CATETER TIPO14	0.00
CATETER TIPO15	0.00
CATETER TIPO16	0.00
CATETER TIPO17	0.00
CATETER TIPO18	0.00
CATETER TIPO19	0.00
CATETER TIPO2	0.00
CATETER TIPO20	0.00
CATETER TIPO21	0.00
CATETER TIPO22	0.00
CATETER TIPO23	0.00
CATETER TIPO24	0.00
CATETER TIPO25	0.00
CATETER TIPO26	0.00
CATETER TIPO27	0.00
CATETER TIPO28	0.00
CATETER TIPO29	0.00
CATETER TIPO3	0.00
CATETER TIPO30	0.00
CATETER TIPO31	0.00
CATETER TIPO32	0.00
CATETER TIPO33	0.00
CATETER TIPO34	0.00
CATETER TIPO35	0.00
CATETER TIPO36	0.00
CATETER TIPO37	0.00
CATETER TIPO38	0.00
CATETER TIPO39	0.00
CATETER TIPO4	0.00
CATETER TIPO40	0.00
CATETER TIPO41	0.00

9:00:10PM

## Category Overview

January 3, 2021

## SITUACION INICIAL STEERABLE

Replications: 1 Time Units: Hours

## Resource

## Cost

Usage Cost	Value
CATETER TIPO42	0.00
CATETER TIPO43	0.00
CATETER TIPO44	0.00
CATETER TIPO45	0.00
CATETER TIPO46	0.00
CATETER TIPO47	0.00
CATETER TIPO48	0.00
CATETER TIPO49	0.00
CATETER TIPO5	0.00
CATETER TIPO50	0.00
CATETER TIPO51	0.00
CATETER TIPO52	0.00
CATETER TIPO53	0.00
CATETER TIPO54	0.00
CATETER TIPO55	0.00
CATETER TIPO56	0.00
CATETER TIPO57	0.00
CATETER TIPO58	0.00
CATETER TIPO59	0.00
CATETER TIPO6	0.00
CATETER TIPO60	0.00
CATETER TIPO61	0.00
CATETER TIPO62	0.00
CATETER TIPO63	0.00
CATETER TIPO64	0.00
CATETER TIPO65	0.00
CATETER TIPO66	0.00
CATETER TIPO67	0.00
CATETER TIPO68	0.00
CATETER TIPO69	0.00
CATETER TIPO7	0.00
CATETER TIPO8	0.00
CATETER TIPO9	0.00
Despeje de linea	0.00
DISPONIBLE	6739.20
MAL FUNCIONAMIENTO	6576.00
OP1	0.00

**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Resource**

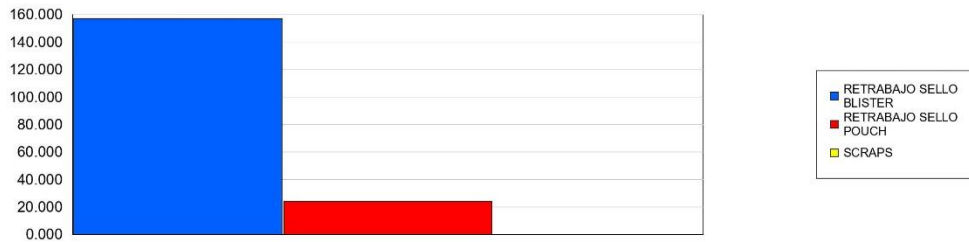
**Cost**

Usage Cost	Value
OP2	0.00
OP3	0.00
OP4	0.00
OP5	0.00
OP6	0.00
P Peel	0.00
PARTE DEFECTUOSA	6825.60
TECNICO	0.00

**User Specified**

**Counter**

Count	Value
RETRABAJO SELLO BLISTER	157.00
RETRABAJO SELLO POUCH	24.0000
SCRAPS	0.00



**Apéndice 15: Reporte de la simulación con la implementación de la propuesta en el proceso de la línea de empaque estéril de Steerable.**

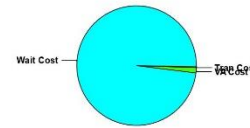
**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Key Performance Indicators**

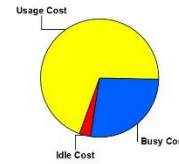
**All Entities**

	Average
Non-Value Added Cost	0
Other Cost	0
Transfer Cost	1,143
Value Added Cost	6,751
Wait Cost	507,916
<b>Total Cost</b>	<b>515,811</b>



**All Resources**

	Average
Busy Cost	10,131 *
Idle Cost	1,063
Usage Cost	25,843 *
<b>Total Cost</b>	<b>37,037</b>



\* these costs are included in Entity Costs above.

**System**

	Average
Total Cost	516,874
Number Out	7

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Entity**

**Time**

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	298.52	(Insufficient)	273.87	330.28
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	40791.09	(Insufficient)	22460.45	63364.92
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	5.3435	(Insufficient)	5.2254	5.4209
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	35.7634	(Insufficient)	20.8535	52.6018

**Cost**

VA Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	69963.97	(Insufficient)	69894.24	70053.82
NVA Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	59548.85	(Insufficient)	39432.68	84899.46
Other Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

1:00:35PM

**Category Overview**

January 12, 2021

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Entity****Cost**

Transfer Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	146.22	(Insufficient)	144.30	147.78
Total Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	129659.04	(Insufficient)	109487.61	154986.42

**Other**

Number In	Value			
CAT	15865.00			
Number Out	Value			
CAT	12783.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAT	2725.65	(Correlated)	0.00	4434.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

**Time per Entity**

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.2152	(Insufficient)	0.1820	0.2568
Pruebas operativas	0.1735	(Insufficient)	0.1725	0.1746
Transfer Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
TRANSPORTE BANDEJA	0.00178444	0.000006323	0.00138890	0.00222222
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.00138058	0.000044830	0.00083387	0.00194319
TRASPORTE BLISTER	0.00201679	0.000006686	0.00140285	0.00249998
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00177617	0.000038370	0.00112434	0.00222218
Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER	0.9352	0.110307097	0.4997	1.3780
COLOCAR CATETER EN BLISTER	0.6050	0.150078483	0.00124761	1.2168
COLOCAR ESPONJAS	1.3718	0.025693798	0.00140479	1.4852
CONTROL ESTATICO	0.00066287	0.000006318	0.00027792	0.00111111
ETIQUETADO DE POUCH	0.2724	0.120120170	0.00161591	0.9054
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	0.5356	(Correlated)	0.00119290	0.9212
INSPECCION SELLO DE POUCH	0.4066	0.124416951	0.00115118	0.9080
LIMPIEZA DE BLISTER	1.5517	0.003222767	1.5305	1.5700
LIMPIEZA DE CATETER	1.3156	0.205107146	0.4999	2.1309
Pruebas operativas	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER	0.4522	0.112131274	0.00168760	0.9220
SELLADO DE POUCH	0.4472	0.154606699	0.00189796	0.9086
TRANSPORTE BANDEJA	0.6745	(Correlated)	0.00	1.3804
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	1.0707	0.260513363	0.05826303	2.0832
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	0.4222	(Correlated)	0.00086890	0.9176
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.00159575	(Insufficient)	0.00104037	0.00210104
TRASPORTE BLISTER	0.8074	(Correlated)	0.00	1.7346
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	0.8068	0.187311465	0.08000241	1.5310

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

**Time per Entity**

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.2152	(Insufficient)	0.1820	0.2568
ASPIRADO CATETER	0.9352	0.110307097	0.4997	1.3780
COLOCAR CATETER EN BLISTER	0.6050	0.150078483	0.00124761	1.2168
COLOCAR ESPONJAS	1.3718	0.025693798	0.00140479	1.4852
CONTROL ESTATICO	0.00066287	0.000006318	0.00027792	0.00111111
ETIQUETADO DE POUCH	0.2724	0.120120170	0.00161591	0.9054
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	0.5356	(Correlated)	0.00119290	0.9212
INSPECCION SELLO DE POUCH	0.4066	0.124416951	0.00115118	0.9080
LIMPIEZA DE BLISTER	1.5517	0.003222767	1.5305	1.5700
LIMPIEZA DE CATETER	1.3156	0.205107146	0.4999	2.1309
Pruebas operativas	0.1735	(Insufficient)	0.1725	0.1746
SELLADO DE BLISTER	0.4522	0.112131274	0.00168760	0.9220
SELLADO DE POUCH	0.4472	0.154606699	0.00189796	0.9086
TRANSPORTE BANDEJA	0.6763	(Correlated)	0.00142286	1.3821
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	1.0721	0.260509667	0.05990946	2.0841
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	0.4222	(Correlated)	0.00086890	0.9176
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.00159575	(Insufficient)	0.00104037	0.00210104
TRANSPORTE BLISTER	0.8094	(Correlated)	0.00143875	1.7360
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.8086	0.187307427	0.08139461	1.5330

**Accumulated Time**

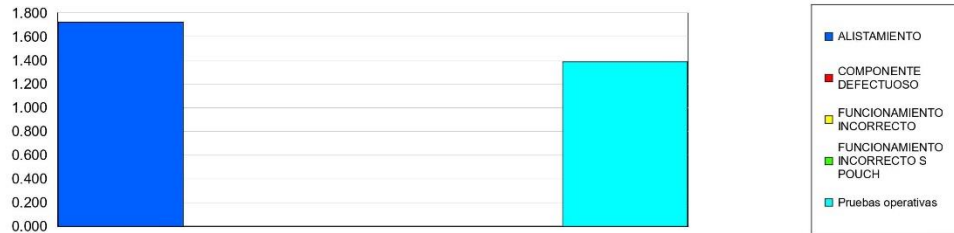
**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

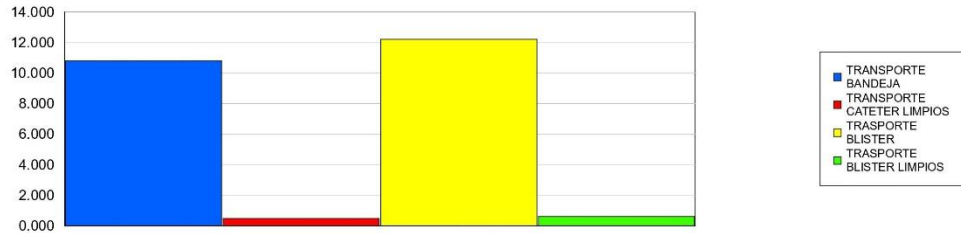
**Process**

**Accumulated Time**

Accum VA Time	Value
ALISTAMIENTO	1.7214
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
Pruebas operativas	1.3881



Accum Transfer Time	Value
TRANSPORTE BANDEJA	10.7976
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.4639
TRANSPORTE BLISTER	12.2097
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.5968



1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

**Accumulated Time**

Accum Wait Time	Value
ALISTAMIENTO	0.00
ASPIRADO CATETER	1256.90
COLOCAR CATETER EN BLISTER	3258.47
COLOCAR ESPONJAS	7388.76
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	3.5689
ETIQUETADO DE POUCH	1466.18
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	2883.53
INSPECCION SELLO DE POUCH	2188.96
LIMPIEZA DE BLISTER	8341.95
LIMPIEZA DE CATETER	7072.58
Pruebas operativas	0.00
SELLADO DE BLISTER	2434.52
SELLADO DE POUCH	2407.49
TRANSPORTE BANDEJA	4081.49
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	359.77
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	141.85
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.01117025
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	4888.17
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	271.09

1:00:35PM

Category Overview

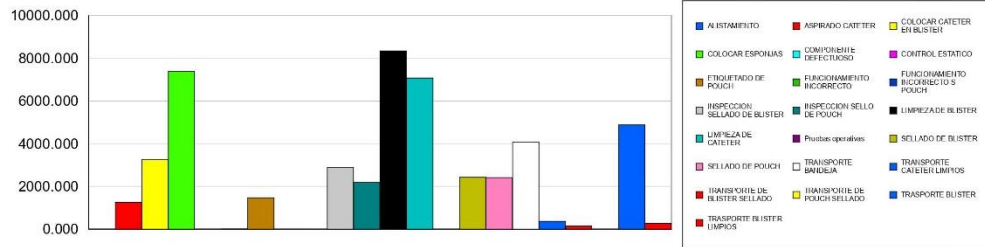
January 12, 2021

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process**

**Accumulated Time**



1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

**Accumulated Time**

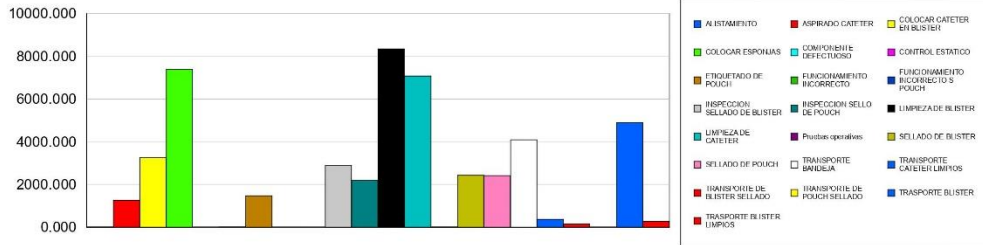
Total Accum Time	Value
ALISTAMIENTO	1.7214
ASPIRADO CATETER	1256.90
COLOCAR CATETER EN BLISTER	3258.47
COLOCAR ESPONJAS	7388.76
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	3.5689
ETIQUETADO DE POUCH	1466.18
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	2883.53
INSPECCION SELLO DE POUCH	2188.96
LIMPIEZA DE BLISTER	8341.95
LIMPIEZA DE CATETER	7072.58
Pruebas operativas	1.3881
SELLADO DE BLISTER	2434.52
SELLADO DE POUCH	2407.49
TRANSPORTE BANDEJA	4092.29
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	360.23
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	141.85
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	0.01117025
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	4900.38
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	271.68

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Process**

**Accumulated Time**



**Cost per Entity**

VA Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	467.49	(Insufficient)	395.43	558.01
Pruebas operativas	376.45	(Insufficient)	374.31	378.82
Transfer Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
TRANSPORTE BANDEJA	0.1721	0.000618797	0.1195	0.2775
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	0.1890	0.007689719	0.1065	0.3207
TRASPORTE BLISTER	0.00605038	0.000020057	0.00420854	0.00749995
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00532851	0.000115109	0.00337301	0.00666654

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

### Cost per Entity

Wait Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER	10.3459	1.19089	5.6212	15.1345
COLOCAR CATETER EN BLISTER	1.7892	0.405277637	0.1157	3.4973
COLOCAR ESPONJAS	3.8841	0.069529098	0.1288	4.2677
CONTROL ESTATICO	0.06393105	0.000599206	0.02429262	0.1378
ETIQUETADO DE POUCH	0.9263	0.325086405	0.1477	2.7295
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	1.5834	0.262924801	0.1115	2.6718
INSPECCION SELLO DE POUCH	1.2400	0.336090581	0.1044	2.7107
LIMPIEZA DE BLISTER	0.00609144	0.000021427	0.00417086	0.00749989
LIMPIEZA DE CATETER	3.8113	0.553704602	1.5315	6.0649
Pruebas operativas	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER	6.2384	0.302602262	4.9605	7.5518
SELLADO DE POUCH	1.4096	0.417312376	0.1721	2.7104
TRANSPORTE BANDEJA	1.8212	(Correlated)	0.00	3.7272
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	46.2561	11.25418	2.5170	89.9950
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	18.3619	(Correlated)	0.1149	39.7802
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	3.4574	(Insufficient)	2.2541	4.5521
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00	0.000000000	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00	0.000000000	0.00	0.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

**Cost per Entity**

Total Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO	467.49	(Insufficient)	395.43	558.01
ASPIRADO CATETER	10.3459	1.19089	5.6212	15.1345
COLOCAR CATETER EN BLISTER	1.7892	0.405277637	0.1157	3.4973
COLOCAR ESPONJAS	3.8841	0.069529098	0.1288	4.2677
CONTROL ESTATICO	0.06393105	0.000599206	0.02429262	0.1378
ETIQUETADO DE POUCH	0.9263	0.325086405	0.1477	2.7295
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	1.5834	0.262924801	0.1115	2.6718
INSPECCION SELLO DE POUCH	1.2400	0.336090581	0.1044	2.7107
LIMPIEZA DE BLISTER	0.00609144	0.000021427	0.00417086	0.00749989
LIMPIEZA DE CATETER	3.8113	0.553704602	1.5315	6.0649
Pruebas operativas	376.45	(Insufficient)	374.31	378.82
SELLADO DE BLISTER	6.2384	0.302602262	4.9605	7.5518
SELLADO DE POUCH	1.4096	0.417312376	0.1721	2.7104
TRANSPORTE BANDEJA	1.9933	(Correlated)	0.1379	3.9317
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	46.4451	11.25333	2.7459	90.1862
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	18.3619	(Correlated)	0.1149	39.7802
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	3.4574	(Insufficient)	2.2541	4.5521
TRANSPORTE BLISTER	0.00605038	0.000020057	0.00420854	0.00749995
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00532851	0.000115109	0.00337301	0.00666654

**Accumulated Cost**

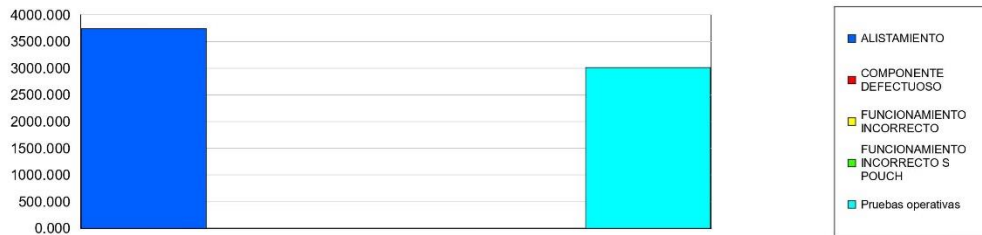
**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

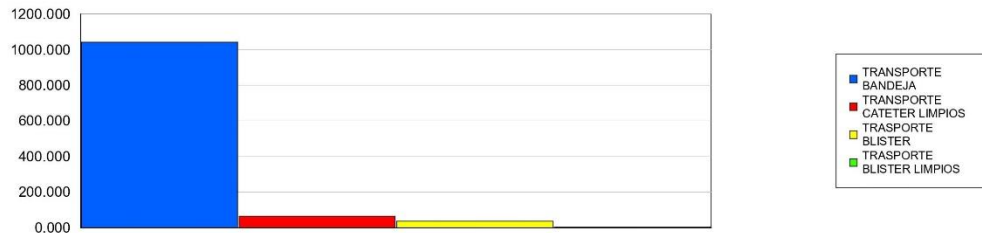
**Process**

**Accumulated Cost**

Accum VA Cost	Value
ALISTAMIENTO	3739.88
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
Pruebas operativas	3011.58



Accum Transfer Cost	Value
TRANSPORTE BANDEJA	1041.43
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	63.4995
TRANSPORTE BLISTER	36.6290
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	1.7904



1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

**Accumulated Cost**

Accum Wait Cost	Value
ALISTAMIENTO	0.00
ASPIRADO CATETER	13904.94
COLOCAR CATETER EN BLISTER	9636.60
COLOCAR ESPONJAS	20919.58
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	344.20
ETIQUETADO DE POUCH	4986.42
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	8524.96
INSPECCION SELLO DE POUCH	6674.78
LIMPIEZA DE BLISTER	32.7476
LIMPIEZA DE CATETER	20489.52
Pruebas operativas	0.00
SELLADO DE BLISTER	33587.78
SELLADO DE POUCH	7587.81
TRANSPORTE BANDEJA	11020.02
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	15542.04
TRANSPORTE DE BLISTER	6169.61
SELLADO TRANSPORTE DE POUCH	24.2015
SELLADO TRANSPORTE BLISTER	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS	0.00

tildar

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

**Accumulated Cost**

Total Accum Cost	Value
ALISTAMIENTO	3739.88
ASPIRADO CATETER	13904.94
COLOCAR CATETER EN BLISTER	9636.60
COLOCAR ESPONJAS	20919.58
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	344.20
ETIQUETADO DE POUCH	4986.42
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	8524.96
INSPECCION SELLO DE POUCH	6674.78
LIMPIEZA DE BLISTER	32.7476
LIMPIEZA DE CATETER	20489.52
Pruebas operativas	3011.58
SELLADO DE BLISTER	33587.78
SELLADO DE POUCH	7587.81
TRANSPORTE BANDEJA	12061.46
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	15605.54
TRANSPORTE DE BLISTER	6169.61
SELLADO	
TRANSPORTE DE POUCH	24.2015
SELLADO	
TRASPORTE BLISTER	36.6290
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	1.7904



1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

**Other**

Number In	Value
ALISTAMIENTO	8.0000
ASPIRADO CATETER	1512.00
COLOCAR CATETER EN BLISTER	5386.00
COLOCAR ESPONJAS	5386.00
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	5384.00
ETIQUETADO DE POUCH	5383.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	5384.00
INSPECCION SELLO DE POUCH	5383.00
LIMPIEZA DE BLISTER	6054.00
LIMPIEZA DE CATETER	5376.00
Pruebas operativas	8.0000
SELLADO DE BLISTER	5384.00
SELLADO DE POUCH	5383.00
TRANSPORTE BANDEJA	6144.00
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	336.00
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	336.00
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	7.0000
TRASPORTE BLISTER	6144.00
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	336.00



1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Process</b>
----------------

**Other**

Number Out	Value
ALISTAMIENTO	8.0000
ASPIRADO CATETER	1344.00
COLOCAR CATETER EN BLISTER	5386.00
COLOCAR ESPONJAS	5386.00
COMPONENTE DEFECTUOSO	0.00
CONTROL ESTATICO	5384.00
ETIQUETADO DE POUCH	5383.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER	5384.00
INSPECCION SELLO DE POUCH	5383.00
LIMPIEZA DE BLISTER	5376.00
LIMPIEZA DE CATETER	5376.00
Pruebas operativas	8.0000
SELLADO DE BLISTER	5384.00
SELLADO DE POUCH	5383.00
TRANSPORTE BANDEJA	6051.00
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS	336.00
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO	336.00
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO	7.0000
TRASPORTE BLISTER	6054.00
TRASPORTE BLISTER LIMPIOS	336.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Queue</b>
--------------

**Time**

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER.Queue	0.9326	0.110311087	0.4971	1.3754
COLOCAR CATETER EN BLISTER.Queue	0.6033	0.150077900	0.00	1.2155
COLOCAR ESPONJAS.Queue	1.3699	0.025692607	0.00	1.4829
CONTROL ESTATICO.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
ESTANTE MATERIAL ENSAMBLADO.Queue	13.9103	(Insufficient)	0.00	26.9264
ETIQUETADO DE POUCH.Queue	0.2703	0.120113658	0.00	0.9037
INSPECCION SELLADO DE BLISTER.Queue	0.5341	(Correlated)	0.00	0.9197
INSPECCION SELLO DE POUCH.Queue	0.4051	0.124415476	0.00	0.9069
LIMPIEZA DE BLISTER.Queue	1.5497	0.003219761	1.5283	1.5680
LIMPIEZA DE CATETER.Queue	1.3128	0.205107903	0.4970	2.1278
LOTE EMPACADO.Queue	1.8587	0.737637542	0.00	5.0180
Pruebas operativas.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER.Queue	0.4500	0.112133037	0.00	0.9194
SELLADO DE POUCH.Queue	0.4451	0.154607688	0.00	0.9062
TRANSPORTE BANDEJA.Queue	0.6746	(Correlated)	0.00	1.3804
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS.Queue	1.0707	0.260513363	0.05826303	2.0832
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO.Queue	0.4208	(Correlated)	0.00	0.9160
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS.Queue	0.8068	0.187311465	0.08000241	1.5310
TRANSPORTE BLISTER.Queue	0.8075	(Correlated)	0.00	1.7346

**Cost**

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Queue</b>
--------------

**Cost**

Waiting Cost	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER.Queue	10.0717	1.19136	5.3690	14.8539
COLOCAR CATETER EN BLISTER.Queue	1.6290	0.405210331	0.00	3.2818
COLOCAR ESPONJAS.Queue	3.6988	0.069370038	0.00	4.0038
CONTROL ESTATICO.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
ESTANTE MATERIAL ENSAMBLADO.Queue	28844.36	(Insufficient)	0.00	55834.62
ETIQUETADO DE POUCH.Queue	0.7299	0.324306876	0.00	2.4400
INSPECCION SELLADO DE BLISTER.Queue	1.4421	(Correlated)	0.00	2.4833
INSPECCION SELLO DE POUCH.Queue	1.0938	0.335921786	0.00	2.4486
LIMPIEZA DE BLISTER.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
LIMPIEZA DE CATETER.Queue	3.5446	0.553791337	1.3420	5.7450
LOTE EMPACADO.Queue	5.0184	1.99162	0.00	13.5486
Pruebas operativas.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER.Queue	1.2151	0.302759199	0.00	2.4824
SELLADO DE POUCH.Queue	1.2017	0.417440758	0.00	2.4467
TRANSPORTE BANDEJA.Queue	1.8214	(Correlated)	0.00	3.7272
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS.Queue	46.2561	11.25418	2.5170	89.9950
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO.Queue	18.1797	(Correlated)	0.00	39.5691
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00

**Other**

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Queue</b>
--------------

**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ALISTAMIENTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ASPIRADO CATETER.Queue	15.4762	(Correlated)	0.00	191.00
COLOCAR CATETER EN BLISTER.Queue	37.1374	(Correlated)	0.00	731.00
COLOCAR ESPONJAS.Queue	84.3247	50.18363	0.00	767.00
CONTROL ESTATICO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ESTANTE MATERIAL ENSAMBLADO.Queue	1.5820	(Insufficient)	0.00	3.0000
ETIQUETADO DE POUCH.Queue	16.6311	(Correlated)	0.00	372.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO S POUCH.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FUNCIONAMIENTO INCORRECTO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
INSPECCION SELLADO DE BLISTER.Queue	32.8645	19.55181	0.00	294.00
INSPECCION SELLO DE POUCH.Queue	24.9235	14.25242	0.00	372.00
LIMPIEZA DE BLISTER.Queue	100.52	(Correlated)	0.00	767.00
LIMPIEZA DE CATETER.Queue	80.6596	(Correlated)	0.00	767.00
LOTE EMPACADO.Queue	114.20	54.27206	0.00	768.00
Pruebas operativas.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELLADO DE BLISTER.Queue	27.6907	16.91471	0.00	295.00
SELLADO DE POUCH.Queue	27.3816	16.08243	0.00	372.00
TRANSPORTE BANDEJA.Queue	47.9211	(Correlated)	0.00	767.00
TRANSPORTE CATETER LIMPIOS.Queue	4.1117	(Correlated)	0.00	47.0000
TRANSPORTE DE BLISTER SELLADO.Queue	1.6160	0.942911999	0.00	19.0000
TRANSPORTE DE POUCH SELLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRANSPORTE BLISTER LIMPIOS.Queue	3.0981	(Correlated)	0.00	47.0000
TRANSPORTE BLISTER.Queue	57.2781	(Correlated)	0.00	768.00

1:00:35PM

### Category Overview

January 12, 2021

## PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE

Replications: 1      Time Units: Hours

### Resource

#### Usage

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1 Time Units: Hours

**Resource**

**Usage**

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAMBIO DE JUNTA	0.03296876	0.019037377	0.00	1.0000
CATETER TIPO1	0.02137563	0.008716583	0.00	1.0000
CATETER TIPO10	0.01701314	0.003950344	0.00	1.0000
CATETER TIPO11	0.01722620	0.003957511	0.00	1.0000
CATETER TIPO12	0.01697395	0.003982785	0.00	1.0000
CATETER TIPO13	0.01712042	0.004005572	0.00	1.0000
CATETER TIPO14	0.01719589	0.003965441	0.00	1.0000
CATETER TIPO15	0.01711342	0.003991659	0.00	1.0000
CATETER TIPO16	0.01731996	0.004045233	0.00	1.0000
CATETER TIPO17	0.01715318	0.004062667	0.00	1.0000
CATETER TIPO18	0.01717988	0.004055868	0.00	1.0000
CATETER TIPO19	0.01727025	0.004041318	0.00	1.0000
CATETER TIPO2	0.02192584	0.010951754	0.00	1.0000
CATETER TIPO20	0.01711015	0.004041531	0.00	1.0000
CATETER TIPO21	0.01720390	0.004036247	0.00	1.0000
CATETER TIPO22	0.01716887	0.004088037	0.00	1.0000
CATETER TIPO23	0.01723700	0.004067958	0.00	1.0000
CATETER TIPO24	0.01723098	0.004062198	0.00	1.0000
CATETER TIPO25	0.01708107	0.003988778	0.00	1.0000
CATETER TIPO26	0.01708091	0.003952772	0.00	1.0000
CATETER TIPO27	0.01705986	0.004022825	0.00	1.0000
CATETER TIPO28	0.01704100	0.004032210	0.00	1.0000
CATETER TIPO29	0.01713196	0.004031009	0.00	1.0000
CATETER TIPO3	0.02115034	0.009003864	0.00	1.0000
CATETER TIPO30	0.01718616	0.003946279	0.00	1.0000
CATETER TIPO31	0.01722162	0.004050824	0.00	1.0000
CATETER TIPO32	0.01715929	0.003976240	0.00	1.0000
CATETER TIPO33	0.01701118	0.003928583	0.00	1.0000
CATETER TIPO34	0.01722175	0.004023049	0.00	1.0000
CATETER TIPO35	0.01717483	0.004086524	0.00	1.0000
CATETER TIPO36	0.01710407	0.003999959	0.00	1.0000
CATETER TIPO37	0.01689805	0.003952926	0.00	1.0000
CATETER TIPO38	0.01700057	0.004038113	0.00	1.0000
CATETER TIPO39	0.01707822	0.004012393	0.00	1.0000
CATETER TIPO4	0.02193687	0.010499582	0.00	1.0000
CATETER TIPO40	0.01693876	0.004053536	0.00	1.0000
CATETER TIPO41	0.01692876	0.003993145	0.00	1.0000

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Usage**

Instantaneous Utilization	Average		Minimum Value	Maximum Value
	Average	Half Width		
CATETER TIPO42	0.01721373	0.004092221	0.00	1.0000
CATETER TIPO43	0.01700162	0.004057352	0.00	1.0000
CATETER TIPO44	0.01696675	0.004104251	0.00	1.0000
CATETER TIPO45	0.01711579	0.004122640	0.00	1.0000
CATETER TIPO46	0.01719546	0.004080314	0.00	1.0000
CATETER TIPO47	0.01707292	0.004039198	0.00	1.0000
CATETER TIPO48	0.01698191	0.004027614	0.00	1.0000
CATETER TIPO49	0.01709177	0.003978580	0.00	1.0000
CATETER TIPO5	0.02130786	0.009550448	0.00	1.0000
CATETER TIPO50	0.01687633	0.003996798	0.00	1.0000
CATETER TIPO51	0.01718875	0.004047234	0.00	1.0000
CATETER TIPO52	0.01698886	0.003912974	0.00	1.0000
CATETER TIPO53	0.01711175	0.004029687	0.00	1.0000
CATETER TIPO54	0.01727789	0.004106350	0.00	1.0000
CATETER TIPO55	0.01714261	0.004140807	0.00	1.0000
CATETER TIPO56	0.01702054	0.004028215	0.00	1.0000
CATETER TIPO57	0.01698241	0.004034055	0.00	1.0000
CATETER TIPO58	0.01713873	0.004086306	0.00	1.0000
CATETER TIPO59	0.01723624	0.004079207	0.00	1.0000
CATETER TIPO6	0.02177751	0.010516421	0.00	1.0000
CATETER TIPO60	0.01700325	0.003998546	0.00	1.0000
CATETER TIPO61	0.01693792	0.003963889	0.00	1.0000
CATETER TIPO62	0.01710520	0.004017515	0.00	1.0000
CATETER TIPO63	0.01694440	0.004013425	0.00	1.0000
CATETER TIPO64	0.01668262	0.003903570	0.00	1.0000
CATETER TIPO65	0.01684203	0.004024276	0.00	1.0000
CATETER TIPO66	0.01685251	0.003984169	0.00	1.0000
CATETER TIPO67	0.01688922	0.004020637	0.00	1.0000
CATETER TIPO68	0.01690386	0.003981200	0.00	1.0000
CATETER TIPO69	0.01681539	0.003995213	0.00	1.0000
CATETER TIPO7	0.02158912	0.010073442	0.00	1.0000
CATETER TIPO8	0.02179807	0.004059955	0.00	1.0000
CATETER TIPO9	0.01728497	0.004071020	0.00	1.0000
Despeje de linea	0.01677172	(Insufficient)	0.00	1.0000
DISPONIBLE	0.03302000	0.019051490	0.00	1.0000
MAL FUNCIONAMIENTO	0.03306820	0.019126103	0.00	1.0000
OP1	0.2751	(Insufficient)	0.00	1.0000

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

### PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE

Replications: 1      Time Units: Hours

### Resource

#### Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	OP2	0.3428	(Insufficient)	0.00
OP3	0.2225	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP4	0.04276508	0.025078773	0.00	1.0000
OP5	0.2494	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP6	0.3728	(Insufficient)	0.00	1.0000
P Peel	0.01876505	(Insufficient)	0.00	1.0000
PARTE DEFECTUOSA	0.03337870	0.019256523	0.00	1.0000
TECNICO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Usage**

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAMBIO DE JUNTA	0.03296876	0.019037377	0.00	1.0000
CATETER TIPO1	0.02137563	0.008716583	0.00	1.0000
CATETER TIPO10	0.01701314	0.003950344	0.00	1.0000
CATETER TIPO11	0.01722620	0.003957511	0.00	1.0000
CATETER TIPO12	0.01697395	0.003982785	0.00	1.0000
CATETER TIPO13	0.01712042	0.004005572	0.00	1.0000
CATETER TIPO14	0.01719589	0.003965441	0.00	1.0000
CATETER TIPO15	0.01711342	0.003991659	0.00	1.0000
CATETER TIPO16	0.01731996	0.004045233	0.00	1.0000
CATETER TIPO17	0.01715318	0.004062667	0.00	1.0000
CATETER TIPO18	0.01717988	0.004055868	0.00	1.0000
CATETER TIPO19	0.01727025	0.004041318	0.00	1.0000
CATETER TIPO2	0.02192584	0.010951754	0.00	1.0000
CATETER TIPO20	0.01711015	0.004041531	0.00	1.0000
CATETER TIPO21	0.01720390	0.004036247	0.00	1.0000
CATETER TIPO22	0.01716887	0.004088037	0.00	1.0000
CATETER TIPO23	0.01723700	0.004067958	0.00	1.0000
CATETER TIPO24	0.01723098	0.004062198	0.00	1.0000
CATETER TIPO25	0.01708107	0.003988778	0.00	1.0000
CATETER TIPO26	0.01708091	0.003952772	0.00	1.0000
CATETER TIPO27	0.01705986	0.004022825	0.00	1.0000
CATETER TIPO28	0.01704100	0.004032210	0.00	1.0000
CATETER TIPO29	0.01713196	0.004031009	0.00	1.0000
CATETER TIPO3	0.02115034	0.009003864	0.00	1.0000
CATETER TIPO30	0.01718616	0.003946279	0.00	1.0000
CATETER TIPO31	0.01722162	0.004050824	0.00	1.0000
CATETER TIPO32	0.01715929	0.003976240	0.00	1.0000
CATETER TIPO33	0.01701118	0.003928583	0.00	1.0000
CATETER TIPO34	0.01722175	0.004023049	0.00	1.0000
CATETER TIPO35	0.01717483	0.004086524	0.00	1.0000
CATETER TIPO36	0.01710407	0.003999959	0.00	1.0000
CATETER TIPO37	0.01689805	0.003952926	0.00	1.0000
CATETER TIPO38	0.01700057	0.004038113	0.00	1.0000
CATETER TIPO39	0.01707822	0.004012393	0.00	1.0000
CATETER TIPO4	0.02193687	0.010499582	0.00	1.0000
CATETER TIPO40	0.01693876	0.004053536	0.00	1.0000
CATETER TIPO41	0.01692876	0.003993145	0.00	1.0000

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Usage**

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CATETER TIPO42	0.01721373	0.004092221	0.00	1.0000
CATETER TIPO43	0.01700162	0.004057352	0.00	1.0000
CATETER TIPO44	0.01696675	0.004104251	0.00	1.0000
CATETER TIPO45	0.01711579	0.004122640	0.00	1.0000
CATETER TIPO46	0.01719546	0.004080314	0.00	1.0000
CATETER TIPO47	0.01707292	0.004039198	0.00	1.0000
CATETER TIPO48	0.01698191	0.004027614	0.00	1.0000
CATETER TIPO49	0.01709177	0.003978580	0.00	1.0000
CATETER TIPO5	0.02130786	0.009550448	0.00	1.0000
CATETER TIPO50	0.01687633	0.003996798	0.00	1.0000
CATETER TIPO51	0.01718875	0.004047234	0.00	1.0000
CATETER TIPO52	0.01698886	0.003912974	0.00	1.0000
CATETER TIPO53	0.01711175	0.004029687	0.00	1.0000
CATETER TIPO54	0.01727789	0.004106350	0.00	1.0000
CATETER TIPO55	0.01714261	0.004140807	0.00	1.0000
CATETER TIPO56	0.01702054	0.004028215	0.00	1.0000
CATETER TIPO57	0.01698241	0.004034055	0.00	1.0000
CATETER TIPO58	0.01713873	0.004086306	0.00	1.0000
CATETER TIPO59	0.01723624	0.004079207	0.00	1.0000
CATETER TIPO6	0.02177751	0.010516421	0.00	1.0000
CATETER TIPO60	0.01700325	0.003998546	0.00	1.0000
CATETER TIPO61	0.01693792	0.003963889	0.00	1.0000
CATETER TIPO62	0.01710520	0.004017515	0.00	1.0000
CATETER TIPO63	0.01694440	0.004013425	0.00	1.0000
CATETER TIPO64	0.01668262	0.003903570	0.00	1.0000
CATETER TIPO65	0.01684203	0.004024276	0.00	1.0000
CATETER TIPO66	0.01685251	0.003984169	0.00	1.0000
CATETER TIPO67	0.01688922	0.004020637	0.00	1.0000
CATETER TIPO68	0.01690386	0.003981200	0.00	1.0000
CATETER TIPO69	0.01681539	0.003995213	0.00	1.0000
CATETER TIPO7	0.02158912	0.010073442	0.00	1.0000
CATETER TIPO8	0.02179807	0.004059955	0.00	1.0000
CATETER TIPO9	0.01728497	0.004071020	0.00	1.0000
Despeje de linea	0.01677172	(Insufficient)	0.00	1.0000
DISPONIBLE	0.03302000	0.019051490	0.00	1.0000
MAL FUNCIONAMIENTO	0.03306820	0.019126103	0.00	1.0000
OP1	0.2751	(Insufficient)	0.00	1.0000

1:00:35PM

**Category Overview**

January 12, 2021

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
OP2	0.3428	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP3	0.2225	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP4	0.04276508	0.025078773	0.00	1.0000
OP5	0.2494	(Insufficient)	0.00	1.0000
OP6	0.3728	(Insufficient)	0.00	1.0000
P Peel	0.01876505	(Insufficient)	0.00	1.0000
PARTE DEFECTUOSA	0.03337870	0.019256523	0.00	1.0000
TECNICO	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Usage**

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CAMBIO DE JUNTA	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO10	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO11	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO12	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO13	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO14	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO15	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO16	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO17	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO18	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO19	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO20	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO21	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO22	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO23	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO24	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO25	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO26	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO27	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO28	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO29	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO30	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO31	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO32	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO33	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO34	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO35	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO36	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO37	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO38	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO39	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO40	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO41	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Usage**

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CATETER TIPO42	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO43	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO44	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO45	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO46	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO47	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO48	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO49	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO50	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO51	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO52	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO53	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO54	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO55	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO56	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO57	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO58	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO59	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO60	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO61	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO62	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO63	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO64	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO65	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO66	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO67	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO68	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO69	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO8	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
CATETER TIPO9	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Despeje de linea	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
DISPONIBLE	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MAL FUNCIONAMIENTO	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

1:00:35PM

**Category Overview**

January 12, 2021

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
OP2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
P Peel	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
PARTE DEFECTUOSA	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
TECNICO	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1      Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Usage**

Scheduled Utilization	Value
CAMBIO DE JUNTA	0.03296876
CATETER TIPO1	0.02137563
CATETER TIPO10	0.01701314
CATETER TIPO11	0.01722620
CATETER TIPO12	0.01697395
CATETER TIPO13	0.01712042
CATETER TIPO14	0.01719589
CATETER TIPO15	0.01711342
CATETER TIPO16	0.01731996
CATETER TIPO17	0.01715318
CATETER TIPO18	0.01717988
CATETER TIPO19	0.01727025
CATETER TIPO2	0.02192584
CATETER TIPO20	0.01711015
CATETER TIPO21	0.01720390
CATETER TIPO22	0.01716887
CATETER TIPO23	0.01723700
CATETER TIPO24	0.01723098
CATETER TIPO25	0.01708107
CATETER TIPO26	0.01708091
CATETER TIPO27	0.01705986
CATETER TIPO28	0.01704100
CATETER TIPO29	0.01713196
CATETER TIPO3	0.02115034
CATETER TIPO30	0.01718616
CATETER TIPO31	0.01722162
CATETER TIPO32	0.01715929
CATETER TIPO33	0.01701118
CATETER TIPO34	0.01722175
CATETER TIPO35	0.01717483
CATETER TIPO36	0.01710407
CATETER TIPO37	0.01689805
CATETER TIPO38	0.01700057
CATETER TIPO39	0.01707822
CATETER TIPO4	0.02193687
CATETER TIPO40	0.01693876
CATETER TIPO41	0.01692876

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1      Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Usage**

Scheduled Utilization	Value
CATETER TIPO42	0.01721373
CATETER TIPO43	0.01700162
CATETER TIPO44	0.01696675
CATETER TIPO45	0.01711579
CATETER TIPO46	0.01719546
CATETER TIPO47	0.01707292
CATETER TIPO48	0.01698191
CATETER TIPO49	0.01709177
CATETER TIPO5	0.02130786
CATETER TIPO50	0.01687633
CATETER TIPO51	0.01718875
CATETER TIPO52	0.01698886
CATETER TIPO53	0.01711175
CATETER TIPO54	0.01727789
CATETER TIPO55	0.01714261
CATETER TIPO56	0.01702054
CATETER TIPO57	0.01698241
CATETER TIPO58	0.01713873
CATETER TIPO59	0.01723624
CATETER TIPO6	0.02177751
CATETER TIPO60	0.01700325
CATETER TIPO61	0.01693792
CATETER TIPO62	0.01710520
CATETER TIPO63	0.01694440
CATETER TIPO64	0.01668262
CATETER TIPO65	0.01684203
CATETER TIPO66	0.01685251
CATETER TIPO67	0.01688922
CATETER TIPO68	0.01690386
CATETER TIPO69	0.01681539
CATETER TIPO7	0.02158912
CATETER TIPO8	0.02179807
CATETER TIPO9	0.01728497
Despeje de linea	0.01677172
DISPONIBLE	0.03302000
MAL FUNCIONAMIENTO	0.03306820
OP1	0.2751

1:00:35PM

**Category Overview**

January 12, 2021

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Scheduled Utilization	Value
OP2	0.3428
OP3	0.2225
OP4	0.04276508
OP5	0.2494
OP6	0.3728
P Peel	0.01876505
PARTE DEFECTUOSA	0.03337870
TECNICO	0.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1      Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Usage**

Total Number Seized	Value
CAMBIO DE JUNTA	1346.00
CATETER TIPO1	829.00
CATETER TIPO10	820.00
CATETER TIPO11	820.00
CATETER TIPO12	821.00
CATETER TIPO13	821.00
CATETER TIPO14	822.00
CATETER TIPO15	826.00
CATETER TIPO16	826.00
CATETER TIPO17	822.00
CATETER TIPO18	822.00
CATETER TIPO19	821.00
CATETER TIPO2	827.00
CATETER TIPO20	824.00
CATETER TIPO21	824.00
CATETER TIPO22	826.00
CATETER TIPO23	823.00
CATETER TIPO24	822.00
CATETER TIPO25	817.00
CATETER TIPO26	820.00
CATETER TIPO27	820.00
CATETER TIPO28	823.00
CATETER TIPO29	821.00
CATETER TIPO3	818.00
CATETER TIPO30	822.00
CATETER TIPO31	822.00
CATETER TIPO32	817.00
CATETER TIPO33	821.00
CATETER TIPO34	819.00
CATETER TIPO35	824.00
CATETER TIPO36	823.00
CATETER TIPO37	820.00
CATETER TIPO38	819.00
CATETER TIPO39	820.00
CATETER TIPO4	824.00
CATETER TIPO40	814.00
CATETER TIPO41	817.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Usage**

Total Number Seized	Value
CATETER TIPO42	818.00
CATETER TIPO43	817.00
CATETER TIPO44	815.00
CATETER TIPO45	818.00
CATETER TIPO46	822.00
CATETER TIPO47	818.00
CATETER TIPO48	814.00
CATETER TIPO49	814.00
CATETER TIPO5	824.00
CATETER TIPO50	810.00
CATETER TIPO51	818.00
CATETER TIPO52	817.00
CATETER TIPO53	817.00
CATETER TIPO54	821.00
CATETER TIPO55	823.00
CATETER TIPO56	821.00
CATETER TIPO57	816.00
CATETER TIPO58	817.00
CATETER TIPO59	819.00
CATETER TIPO6	826.00
CATETER TIPO60	818.00
CATETER TIPO61	812.00
CATETER TIPO62	815.00
CATETER TIPO63	811.00
CATETER TIPO64	806.00
CATETER TIPO65	811.00
CATETER TIPO66	812.00
CATETER TIPO67	812.00
CATETER TIPO68	810.00
CATETER TIPO69	811.00
CATETER TIPO7	829.00
CATETER TIPO8	827.00
CATETER TIPO9	824.00
Despeje de linea	8.0000
DISPONIBLE	1346.00
MAL FUNCIONAMIENTO	1346.00
OP1	11769.00

1:00:35PM

**Category Overview**

January 12, 2021

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Usage**

Total Number Seized	Value
OP2	13110.00
OP3	10773.00
OP4	5385.00
OP5	11113.00
OP6	16165.00
P Peel	8.0000
PARTE DEFECTUOSA	1346.00
TECNICO	0.00

**Cost**

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1      Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Cost**

Busy Cost	Value
CAMBIO DE JUNTA	21.0588
CATETER TIPO1	168.33
CATETER TIPO10	133.98
CATETER TIPO11	131.13
CATETER TIPO12	129.21
CATETER TIPO13	130.33
CATETER TIPO14	130.90
CATETER TIPO15	130.28
CATETER TIPO16	128.82
CATETER TIPO17	127.58
CATETER TIPO18	127.78
CATETER TIPO19	128.45
CATETER TIPO2	172.67
CATETER TIPO20	127.26
CATETER TIPO21	127.95
CATETER TIPO22	127.69
CATETER TIPO23	128.20
CATETER TIPO24	128.16
CATETER TIPO25	127.04
CATETER TIPO26	127.04
CATETER TIPO27	128.38
CATETER TIPO28	128.23
CATETER TIPO29	128.92
CATETER TIPO3	166.56
CATETER TIPO30	129.33
CATETER TIPO31	129.59
CATETER TIPO32	129.12
CATETER TIPO33	128.01
CATETER TIPO34	132.61
CATETER TIPO35	132.25
CATETER TIPO36	131.40
CATETER TIPO37	129.82
CATETER TIPO38	119.45
CATETER TIPO39	120.00
CATETER TIPO4	172.75
CATETER TIPO40	119.02
CATETER TIPO41	137.76

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1      Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Cost**

Busy Cost	Value
CATETER TIPO42	140.08
CATETER TIPO43	138.35
CATETER TIPO44	140.66
CATETER TIPO45	141.90
CATETER TIPO46	142.56
CATETER TIPO47	138.66
CATETER TIPO48	137.92
CATETER TIPO49	138.80
CATETER TIPO5	167.80
CATETER TIPO50	137.07
CATETER TIPO51	139.60
CATETER TIPO52	137.98
CATETER TIPO53	138.98
CATETER TIPO54	143.86
CATETER TIPO55	142.74
CATETER TIPO56	141.72
CATETER TIPO57	141.40
CATETER TIPO58	142.71
CATETER TIPO59	143.52
CATETER TIPO6	171.50
CATETER TIPO60	141.58
CATETER TIPO61	145.75
CATETER TIPO62	147.19
CATETER TIPO63	145.80
CATETER TIPO64	143.55
CATETER TIPO65	144.92
CATETER TIPO66	147.46
CATETER TIPO67	151.48
CATETER TIPO68	156.49
CATETER TIPO69	176.56
CATETER TIPO7	170.01
CATETER TIPO8	171.66
CATETER TIPO9	136.12
Despeje de linea	4.4026
DISPONIBLE	21.0915
MAL FUNCIONAMIENTO	21.1223
OP1	72.2066

1:00:35PM

**Category Overview**

January 12, 2021

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Cost**

Busy Cost	Value
OP2	89.9960
OP3	58.3989
OP4	11.2258
OP5	65.4573
OP6	97.8683
P Peel	4.9258
PARTE DEFECTUOSA	21.3206
TECNICO	0.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1      Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Cost**

Idle Cost	Value
CAMBIO DE JUNTA	265.69
CATETER TIPO1	0.00
CATETER TIPO10	0.00
CATETER TIPO11	0.00
CATETER TIPO12	0.00
CATETER TIPO13	0.00
CATETER TIPO14	0.00
CATETER TIPO15	0.00
CATETER TIPO16	0.00
CATETER TIPO17	0.00
CATETER TIPO18	0.00
CATETER TIPO19	0.00
CATETER TIPO2	0.00
CATETER TIPO20	0.00
CATETER TIPO21	0.00
CATETER TIPO22	0.00
CATETER TIPO23	0.00
CATETER TIPO24	0.00
CATETER TIPO25	0.00
CATETER TIPO26	0.00
CATETER TIPO27	0.00
CATETER TIPO28	0.00
CATETER TIPO29	0.00
CATETER TIPO3	0.00
CATETER TIPO30	0.00
CATETER TIPO31	0.00
CATETER TIPO32	0.00
CATETER TIPO33	0.00
CATETER TIPO34	0.00
CATETER TIPO35	0.00
CATETER TIPO36	0.00
CATETER TIPO37	0.00
CATETER TIPO38	0.00
CATETER TIPO39	0.00
CATETER TIPO4	0.00
CATETER TIPO40	0.00
CATETER TIPO41	0.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1      Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Cost**

Idle Cost	Value
CATETER TIPO42	0.00
CATETER TIPO43	0.00
CATETER TIPO44	0.00
CATETER TIPO45	0.00
CATETER TIPO46	0.00
CATETER TIPO47	0.00
CATETER TIPO48	0.00
CATETER TIPO49	0.00
CATETER TIPO5	0.00
CATETER TIPO50	0.00
CATETER TIPO51	0.00
CATETER TIPO52	0.00
CATETER TIPO53	0.00
CATETER TIPO54	0.00
CATETER TIPO55	0.00
CATETER TIPO56	0.00
CATETER TIPO57	0.00
CATETER TIPO58	0.00
CATETER TIPO59	0.00
CATETER TIPO6	0.00
CATETER TIPO60	0.00
CATETER TIPO61	0.00
CATETER TIPO62	0.00
CATETER TIPO63	0.00
CATETER TIPO64	0.00
CATETER TIPO65	0.00
CATETER TIPO66	0.00
CATETER TIPO67	0.00
CATETER TIPO68	0.00
CATETER TIPO69	0.00
CATETER TIPO7	0.00
CATETER TIPO8	0.00
CATETER TIPO9	0.00
Despeje de linea	0.00
DISPONIBLE	265.68
MAL FUNCIONAMIENTO	265.66
OP1	0.00

1:00:35PM

**Category Overview**

January 12, 2021

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource****Cost**

Idle Cost	Value
OP2	0.00
OP3	0.00
OP4	0.00
OP5	0.00
OP6	0.00
P Peel	0.00
PARTE DEFECTUOSA	265.58
TECNICO	0.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1      Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Cost**

Usage Cost	Value
CAMBIO DE JUNTA	6460.80
CATETER TIPO1	0.00
CATETER TIPO10	0.00
CATETER TIPO11	0.00
CATETER TIPO12	0.00
CATETER TIPO13	0.00
CATETER TIPO14	0.00
CATETER TIPO15	0.00
CATETER TIPO16	0.00
CATETER TIPO17	0.00
CATETER TIPO18	0.00
CATETER TIPO19	0.00
CATETER TIPO2	0.00
CATETER TIPO20	0.00
CATETER TIPO21	0.00
CATETER TIPO22	0.00
CATETER TIPO23	0.00
CATETER TIPO24	0.00
CATETER TIPO25	0.00
CATETER TIPO26	0.00
CATETER TIPO27	0.00
CATETER TIPO28	0.00
CATETER TIPO29	0.00
CATETER TIPO3	0.00
CATETER TIPO30	0.00
CATETER TIPO31	0.00
CATETER TIPO32	0.00
CATETER TIPO33	0.00
CATETER TIPO34	0.00
CATETER TIPO35	0.00
CATETER TIPO36	0.00
CATETER TIPO37	0.00
CATETER TIPO38	0.00
CATETER TIPO39	0.00
CATETER TIPO4	0.00
CATETER TIPO40	0.00
CATETER TIPO41	0.00

1:00:35PM

## Category Overview

January 12, 2021

<b>PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE</b>
--

Replications: 1 Time Units: Hours

<b>Resource</b>
-----------------

**Cost**

Usage Cost	Value
CATETER TIPO42	0.00
CATETER TIPO43	0.00
CATETER TIPO44	0.00
CATETER TIPO45	0.00
CATETER TIPO46	0.00
CATETER TIPO47	0.00
CATETER TIPO48	0.00
CATETER TIPO49	0.00
CATETER TIPO5	0.00
CATETER TIPO50	0.00
CATETER TIPO51	0.00
CATETER TIPO52	0.00
CATETER TIPO53	0.00
CATETER TIPO54	0.00
CATETER TIPO55	0.00
CATETER TIPO56	0.00
CATETER TIPO57	0.00
CATETER TIPO58	0.00
CATETER TIPO59	0.00
CATETER TIPO6	0.00
CATETER TIPO60	0.00
CATETER TIPO61	0.00
CATETER TIPO62	0.00
CATETER TIPO63	0.00
CATETER TIPO64	0.00
CATETER TIPO65	0.00
CATETER TIPO66	0.00
CATETER TIPO67	0.00
CATETER TIPO68	0.00
CATETER TIPO69	0.00
CATETER TIPO7	0.00
CATETER TIPO8	0.00
CATETER TIPO9	0.00
Despeje de linea	0.00
DISPONIBLE	6460.80
MAL FUNCIONAMIENTO	6460.80
OP1	0.00

1:00:35PM

**Category Overview**

January 12, 2021

**PROPUESTA LINEA EMPAQUE ESTERIL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

**Resource**

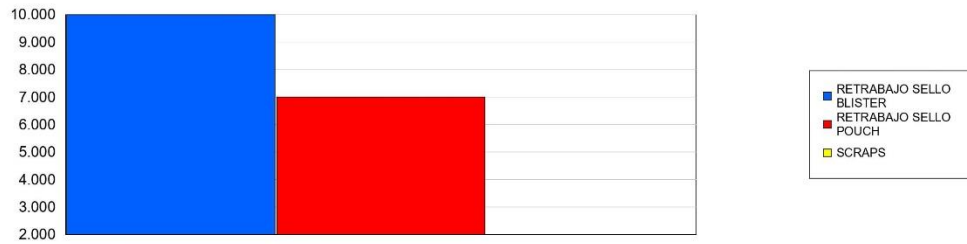
**Cost**

Usage Cost	Value
OP2	0.00
OP3	0.00
OP4	0.00
OP5	0.00
OP6	0.00
P Peel	0.00
PARTE DEFECTUOSA	6460.80
TECNICO	0.00

**User Specified**

**Counter**

Count	Value
RETRABAJO SELLO BLISTER	10.0000
RETRABAJO SELLO POUCH	7.0000
SCRAPS	2.0000



**SITUACION INICIAL STEERABLE**

Replications: 1      Time Units: Hours

## Apéndice 16: Descripción cronológica - Diagrama de Gantt.

