

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS PARA LA REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO
DEL PRODUCTO “SIGHT CHAMBER” EN EL ÁREA DE MOLDEO DE LA
EMPRESA HOSPIRA COSTA RICA DE OCTUBRE 2016 A FEBRERO 2017

TESINA PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE BAHILLERATO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR

CARLOS A SÁNCHEZ RODRÍGUEZ

TUTOR

ENG. HÉCTOR RAMÍREZ MORA, M. ENG

HEREDIA, COSTA RICA

MARZO 2017

Carta del tutor

CARTA DEL TUTOR

San José, 21 de Marzo de 2017

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante CARLOS A SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, cédula de identidad número **2-0716-0824** me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS PARA LA REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO DEL PRODUCTO "SIGHT CHAMBER" EN EL ÁREA DE MOLDEO DE LA EMPRESA HOSPIRA COSTA RICA DE OCTUBRE 2016 A FEBRERO 2017.

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

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	9%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		97%

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

Atentamente,

Héctor Ramírez Mora

Nombre: Héctor Ramírez Mora
Cédula identidad: 1-1296-0047
Carné Colegio Profesional: IPI-24135

Carta de aprobación del lector

CARTA DE LECTOR

Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia
Carrera de Ingeniería Industrial

El estudiante **CARLOS SÁNCHEZ RODRÍGUEZ**, cédula de identidad **2-0716-0824**, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS PARA LA REDUCCION DEL DESPERDICIO DEL PRODUCTO "SIGHT CHAMBER" EN EL ÁREA DE MOLDEO DE LA EMPRESA HOSPIRA COSTA RICA DE OCTUBRE 2016 A FEBRERO 2017", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado el documento y he hecho observaciones generales, para la mejora del mismo, relacionadas con aspectos metodológicos, contenido analizado, la coherencia entre la metodología y análisis de datos, las conclusiones y la aplicabilidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente:

Firma



Nombre

Diana Córdoba Pérez

Cédula

1-1238-0122

Carta de revisión del filólogo

San Pedro de Poás, 30 de mayo de 2017

Señores
Universidad Hispanoamericana
Carrera de Ingeniería Industrial
Heredia


Estimados señores:

El estudiante **Carlos Antonio Sánchez Rodríguez** me ha presentado, para efectos de corrección de estilo la tesis denominada **Implementación de mejoras para la reducción del desperdicio del producto "SIGHT CHAMBER" en el área de moldeo de la empresa Hospira Costa Rica de octubre 2016 a febrero 2017.**

He revisado, de acuerdo con los lineamientos de la corrección de estilo, los aspectos de estructura gramatical, puntuación, ortografía y los vicios de dicción y he verificado que se han realizado todas las correcciones indicadas en el documento.

Por consiguiente, doy fe de que este trabajo cumple con los requisitos formales desde el punto de vista de la corrección idiomática.

Sin otro particular,


Máster Margarita Viquez Murillo
Filóloga

Carné Número 005387.

Declaración jurada**DECLARACIÓN JURADA**

Yo Sánchez Rodríguez Carlos Antonio, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 2-0716-0824 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachiller, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS PARA LA REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO DEL PRODUCTO "SIGHT CHAMBER" EN EL ÁREA DE MOLDEO DE LA EMPRESA HOSPIRA COSTA RICA DE OCTUBRE 2016 A FEBRERO 2017, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 01 días del mes de Junio del año dos mil diecisiete.



Carlos A Sánchez Rodríguez
Ced. 2-0716-0824

Dedicatoria

A Dios, gracias por el privilegio de enfrentar esta etapa, la fuerza, la paciencia, y la salud que me brindó todo este tiempo.

Este proyecto está dedicado a mis padres: Carlos Sánchez Carvajal e Isabel Rodríguez Álvarez pues sin su apoyo y guía, muchas de las cosas logradas hasta el momento no hubieran sido posibles.

"El fracaso es simplemente la oportunidad para comenzar de nuevo, en esta ocasión con más inteligencia".

Henry Ford

Índice

Carta del tutor	2
Carta de aprobación del lector	3
Carta de revisión del filólogo	4
Declaración jurada	5
Dedicatoria.....	6
Índice de figuras	13
Índice de tablas	15
Acrónimos y siglas	16
Resumen Ejecutivo	17
CAPÍTULO I.....	19
1. Planteamiento del problema y Objetivos.....	19
1.1 Introducción	20
1.2 Antecedentes de contexto de la empresa.....	21
1.2.1 Política de Calidad	25
1.2.2 Ilustración de la planta de Hospira en Costa Rica.....	25
1.3 Antecedentes del problema	26
1.3.1 Descripción del problema.....	26
1.3.2 Justificación del proyecto.....	28
1.3.3 Formulación del problema central.....	31
1.4 Objetivos Generales y Específicos	31
1.4.1 Objetivos Generales	31
1.4.2 Objetivos Específicos	31
1.5 Alcance y Limitaciones	31
1.5.1 Alcance.....	31
1.5.2 Limitaciones	32
CAPÍTULO II.....	33
2. Marco Conceptual Técnico.....	33
2.1 Descripción del Marco Conceptual Teórico.....	34
2.1.1 Introducción a la terminología propia de la empresa	34
2.1.2 Administración de proyectos.....	35
2.1.3 WBS – Work Breakdown Structure	36
2.1.4 Desperdicio o MUDA	37

2.2	Herramientas para el diagnóstico	44
2.2.1	Histograma	44
2.2.2	Gráficas de Control	44
2.2.3	Diagrama de afinidad	45
2.2.4	Lluvia de Ideas	45
2.2.5	VOC	46
2.2.6	Diagrama de Ishikawa	47
2.2.7	Diagrama de Pareto	48
2.2.8	SIPOC.....	48
2.2.9	OEE	49
2.2.10	PDCA	50
2.2.11	Análisis Kano	51
2.2.12	Changeover (Tiempo de cambio)	52
2.2.13	Tiempo de ciclo (cycle time).....	52
2.2.14	Cadena de valor (Value Stream Map)	52
2.2.15	Cuello de botella (bottleneck).....	53
2.3	Herramientas de mejora	54
2.3.1	Project Charter.....	54
2.3.2	Metodología DMAIC	54
2.3.3	Trabajo Estándar	56
2.3.4	Visual Factory	56
2.3.5	Diagrama de Gantt	57
2.4	Herramientas de análisis de impacto económico	58
2.4.1	Análisis Costo - Beneficio.....	58
CAPÍTULO III		60
3.	Metodología del estudio	60
3.1	Metodología de estudio por etapa	61
3.2	Características del estudio	62
3.2.1	Características del Proyecto	62
3.2.2	Estudio según su finalidad.....	62
3.2.3	Estudio según su carácter	63
3.2.4	Estudio según su naturaleza	64
3.2.5	Estudio según su marco.....	65

3.2.6	Estudio según su delimitación a través del tiempo	65
3.2.7	Otras características del estudio	65
3.3	Los sujetos y las fuentes de información del proyecto.....	66
3.3.1	Fuentes Primarias	66
3.3.2	Fuentes Secundarias	66
3.3.3	Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información 66	
3.3.4	La deducción, inducción, dialéctica, tipologías, experimentación.....	66
3.3.5	Historias de vida.....	68
3.3.6	La entrevista	68
3.3.7	La encuesta y el cuestionario para los proyectos	68
3.3.8	El estudio y la participación	69
3.3.9	La observación directa o indirecta	69
3.3.10	Los grupos focales y entrevistas grupales	69
CAPÍTULO IV		70
4.	Línea base y análisis de causas.....	70
4.1	Etapa DMAIC: Definir.....	71
4.1.1	Project Charter.....	74
4.1.2	SIPOC.....	74
4.1.3	VOC	78
4.1.4	Cts.....	80
4.1.5	Diagrama de Afinidad	82
4.2	Etapa DMAIC: Medir.....	83
4.3	Etapa DMAIC: Analizar.....	88
4.3.1	Análisis KANO	89
4.3.2	Los “5” Why’s.....	95
4.3.2.1	“5” Why’s Tiempo Ciclo	95
4.3.2.2	“5” Why’s Equipo Compartido	96
4.3.2.3	“5” Why’s APW	97
4.3.2.4	“5” Why’s Protocolo de atención de alarmas	99
4.4	Conclusiones del diagnóstico	99
CAPÍTULO V		101
5.	Diseño e implementación de la solución	101
5.1	Etapa DMAIC: Implementar	102

5.1.1	Propuestas.....	102
5.1.2	Elaboración y evaluación de alternativas	102
5.1.3	Detalle de las propuestas	102
5.1.3.1	Propuesta de mejora 1: Reducción del Tiempo de Ciclo	102
5.1.3.2	Propuesta de mejora 2: Sincronización del Blender.....	104
5.1.3.3	Propuesta de mejora 3: JBS para las balanzas	105
5.1.3.4	Propuesta de mejora 4: Desarrollo de un protocolo de alarmas	106
5.1.3.5	Propuesta de mejora 5: Aumento del tamaño de los lotes.....	108
5.1.3.6	Propuesta de mejora 6: Inspección de calidad dentro del Cuarto Limpio 110	
5.1.4	Selección e implementación de propuesta de mejora.....	113
5.1.5	Priorización de las propuestas	114
5.1.6	Diagrama de Gantt	116
5.2	Etapa DMAIC: Control	116
5.2.1	Control de la propuesta de mejora 1: Reducción del Tiempo de Ciclo.....	117
5.2.2	Control de la propuesta de mejora 2: Sincronización del Blender.....	123
5.2.3	Control de la propuesta de mejora 3: JBS para las balanzas.....	127
5.2.4	Control de la propuesta de mejora 4: Desarrollo de un protocolo de alarmas 129	
5.3	Comportamiento general del desperdicio por cada propuesta	130
CAPÍTULO VI.....		134
6.	Conclusiones y recomendaciones	134
6.1	Conclusiones	135
6.2	Recomendaciones.....	137
Bibliografía.....		138
Anexos.....		139
ANEXO A: Roles y responsabilidades de participantes en Lluvia de Ideas		139
ANEXO B. Prensa Engel utilizada en Hospira.....		140
ANEXO C. Diagrama de explosión de prensa de moldeo.....		140
ANEXO D: Project Charter		141
ANEXO E: Inventario ABC de commodities		142
ANEXO F. Especificación de Calidad del Producto		142
REFERENCE SPECIFICATION(S):.....		143
MASTER-001.....		143

ANEXO G: Prueba de calidad	144
ANEXO H: Pantallazos de la medición de las paredes del Chamber	145
ANEXO I: Ficha técnica de validación del Sight Chamber.....	146

Índice de figuras

<i>Figura 1</i>	22
<i>Figura 2</i>	24
<i>Figura 3</i>	25
<i>Figura 4</i>	27
<i>Figura 5</i>	28
<i>Figura 6</i>	34
<i>Figura 7</i>	35
<i>Figura 8</i>	35
<i>Figura 9</i>	35
<i>Figura 10</i>	36
<i>Figura 11</i>	39
<i>Figura 12</i>	40
<i>Figura 13</i>	41
<i>Figura 14</i>	42
<i>Figura 15</i>	43
<i>Figura 16</i>	43
<i>Figura 17</i>	44
<i>Figura 18</i>	45
<i>Figura 19</i>	45
<i>Figura 20</i>	46
<i>Figura 21. Fuente: Creación propia</i>	46
<i>Figura 22</i>	47
<i>Figura 23</i>	48
<i>Figura 24</i>	49
<i>Figura 25</i>	49
<i>Figura 26</i>	50
<i>Figura 27</i>	51
<i>Figura 28</i>	51
<i>Figura 29</i>	52
<i>Figura 30</i>	53
<i>Figura 31</i>	53
<i>Figura 32</i>	54
<i>Figura 33</i>	56
<i>Figura 34</i>	57
<i>Figura 35</i>	58
<i>Figura 36</i>	59
<i>Figura 37</i>	61
<i>Figura 38</i>	71
<i>Figura 39</i>	72

<i>Figura 40</i>	73
<i>Figura 41</i>	73
<i>Figura 42</i>	74
<i>Figura 43</i>	75
<i>Figura 44</i>	75
<i>Figura 45</i>	77
<i>Figura 46</i>	79
<i>Figura 47</i>	80
<i>Figura 48</i>	81
<i>Figura 49</i>	82
<i>Figura 50</i>	83
<i>Figura 51</i>	84
<i>Figura 52</i>	85
<i>Figura 53</i>	86
<i>Figura 54</i>	87
<i>Figura 55</i>	88
<i>Figura 56</i>	90
<i>Figura 57</i>	91
<i>Figura 58</i>	92
<i>Figura 59</i>	93
<i>Figura 60</i>	93
<i>Figura 61</i>	94
<i>Figura 62</i>	95
<i>Figura 63</i>	96
<i>Figura 64</i>	97
<i>Figura 65</i>	98
<i>Figura 66</i>	99
<i>Figura 67</i>	107
<i>Figura 68</i>	109
<i>Figura 69</i>	109
<i>Figura 70</i>	112
<i>Figura 71</i>	114
<i>Figura 72</i>	115
<i>Figura 73</i>	115
<i>Figura 74</i>	116
<i>Figura 75</i>	116
<i>Figura 76</i>	117
<i>Figura 77</i>	118
<i>Figura 78</i>	118
<i>Figura 79</i>	118
<i>Figura 80</i>	119
<i>Figura 81</i>	119
<i>Figura 82</i>	120
<i>Figura 83</i>	121

<i>Figura 84</i>	122
<i>Figura 85</i>	123
<i>Figura 86</i>	124
<i>Figura 87</i>	125
<i>Figura 88</i>	125
<i>Figura 89</i>	126
<i>Figura 90</i>	128
<i>Figura 91</i>	129
<i>Figura 92</i>	131
<i>Figura 93</i>	131
<i>Figura 94</i>	132

Índice de tablas

<i>Tabla 1</i>	36
<i>Tabla 2</i>	80
<i>Tabla 3</i>	82
<i>Tabla 4</i>	84
<i>Tabla 5</i>	85
<i>Tabla 6</i>	89
<i>Tabla 7</i>	89
<i>Tabla 8</i>	89
<i>Tabla 9</i>	106
<i>Tabla 10</i>	111
<i>Tabla 11</i>	112
<i>Tabla 12</i>	112
<i>Tabla 13</i>	113
<i>Tabla 14</i>	114
<i>Tabla 15</i>	121
<i>Tabla 16</i>	127
<i>Tabla 17</i>	127
<i>Tabla 18</i>	130
<i>Tabla 19</i>	132
<i>Tabla 20</i>	133

Acrónimos y siglas

HCR: Hospira Costa Rica

PN: Part Number (Número de Parte)

SIPOC: Suplidor, Insumos, Proceso, Outputs (salidas), Cliente.

VSM: Value Stream Map (Mapa de la Cadena de Valor)

HRS (Hot Runner System, siglas en inglés): Sistema de Colada Caliente

CRS (Cold Runner System, siglas en inglés): Sistema de Colada Fría

FDA (Food and Drug Administration): Regulación estadounidense de drogas y alimentos (cosméticos, alimentos, medicamentos, aparatos médicos, otros).

BSI (British Standards Institution): Creación de normas de estandarización de procesos.

ANVISA (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria): Ente regulador brasileño.

GMP's (Good Manufacturing Practices): Buenas Prácticas de Manufactura.

GDP's (Good Documentational Practices): Buenas Prácticas de Documentación.

ISO (International Organization for Standardization): Organización Internacional de Normalización.

LIM (Liquid Injection Molding): Moldeo por inyección líquida (de silicón).

INS (Insert): Moldeo por inserto (de papel/filtro).

RTY (Rolled Throughput Yield): Métrica de eficiencia de la planta de producción.

Takt Time: Ritmo de producción para satisfacer la demanda del cliente.

Dyna purgue: Componente de purga no abrasivo y no químico para la limpieza de sistema de inyección por moldeo convencional.

Resumen Ejecutivo

El desarrollo del siguiente trabajo, se realiza como requisito para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería Industrial. Se aborda con el propósito de ejecutar un análisis del proceso actual de manufactura de un producto en particular de la empresa Hospira, ubicada en la zona Franca Global Park, y a su vez, implementar las mejoras requeridas para así generar un impacto positivo del 27% en el desperdicio del área de moldeo convencional, específicamente, en el producto denominado “Sight Chamber”.

El proyecto tiene como objeto realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso de manufactura de este producto y a través de las herramientas existentes para la mejora de procesos, llevar éste a otro nivel, que permita así, optimizar sus recursos, mediante la identificación de las principales fuentes del desperdicio. ” Manufactura Esbelta” contempla muchas herramientas para lograr un proceso de manufactura en línea para evitar los grandes desperdicios (MUDA), para esto se utilizarán herramientas tales como: SIPOC, “Lluvias de ideas”, “Ishikawa”, “VOC”, entre otras.

Todas las compañías y sus departamentos, cumplen grandes roles con enormes responsabilidades, tiene algo en común, giran alrededor del proceso de manufactura; no habría soporte, servicios, números, contabilidades, ni análisis sin el área de producción. Si ese bloque operativo no se encuentra en operación, no hay procesos ni datos para trabajar.

Dentro de muchas filosofías y métodos de reducción de algún desperdicio –sin importar la industria- se mencionan entre otros, la presencia de desperdicio por defectos producidos (productos que no cumplen con las especificaciones técnicas o requerimientos mínimos de calidad) y desechos por proceso (aquellos eventos que ocurren durante el proceso de manufactura, que impiden obtener una pieza según el estándar), y en estos dos tipos de desperdicios es donde se fijarán los esfuerzos.

Por esta razón, es importante identificar y entender el proceso de manufactura que se está estudiando y así empezar a definir el plan de acción que genera el impacto deseado. En este caso, la industria médica cumple un rol de mucha relevancia en la vida de muchas personas alrededor del mundo quienes, sin lugar a dudas, esperan un proceso de calidad,

bajo estrictos estándares de cumplimiento y regulación; así, este proyecto busca maximizar un proceso de uno de los productos de mayor volumen de producción.

CAPÍTULO I

Establece los antecedentes de la empresa y la problemática que se presenta, así como los objetivos, tanto generales como específicos, y finalmente, el alcance y las limitaciones contempladas en este proyecto.

CAPÍTULO II

Compuesto por todo el fundamento teórico, que le da al estudio credibilidad y bases confiables, explica las herramientas utilizadas, y asimismo describe los conceptos utilizados para el desarrollo de este informe, de esta manera se conforma así el marco teórico.

CAPÍTULO III

Redacta el análisis del proceso metodológico, explica la forma en que se asumió el estudio, se define: tipo de trabajo, fuentes, sujetos de estudio y demás elementos que contribuyeron a la realización de este trabajo.

CAPÍTULO IV

Esta sección presenta el diagnóstico de la situación actual, toda esa amplia observación llevada a cabo para visualizar la problemática y de igual forma, el análisis realizado para determinar los diferentes resultados obtenidos.

CAPÍTULO V

Muestra cómo se valoraron las distintas alternativas, y se tomaron decisiones con respecto a las propuestas definidas, y cómo se desarrollaron cada una de las oportunidades de mejora, que más tarde generarían más conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO VI

Para concluir, el proceso analítico y de implementación de mejoras presentan la oportunidad de evaluar individualmente el impacto de cada acción tomada, el desarrollo del estudio desembocó en resultados que este capítulo recopila en forma de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema y Objetivos

1.1 Introducción

CAPÍTULO I

Este capítulo introductorio, tiene la finalidad de orientar al lector, se compone de las secciones: antecedentes de contexto de la empresa, la política de calidad que sustituye los términos de misión y visión de la empresa, antecedentes y descripción del problema, así como la justificación del proyecto, formulación del problema central, los objetivos tanto generales como específicos, finalmente, los alcances y limitaciones del proyecto.

Es importante entender los antecedentes históricos de la empresa porque en este caso en particular, el nombre y la administración de la empresa ha cambiado de manos en varias ocasiones, también, aquella idea de la misión y la visión en entes lucrativas de capital norteamericano ha migrado a una cultura de trabajo más vanguardista, a la política de calidad, que envuelve la misión y la visión, pero a su vez contempla la forma de lograrlo, según los sistemas de calidad y producción que los rige.

Con respecto al problema, se debe visualizar la situación que vive la empresa en este momento, pero también desde cuándo se presentan estos eventos de desperdicio en la empresa, para que de esta manera se describa el problema de una forma clara, directa y concisa y entonces es posible justificar el proyecto con bases históricas y centralizar la causa raíz o principales causas del desperdicio durante el proceso de moldeo plástico del producto “Sight Chamber”.

Para llegar a la resolución de problemas se deben identificar, evaluar y descartar posibilidades, seguir pasos y realizar tareas con un sentido de aplicación, estas actividades toman lugar de acuerdo con los objetivos que se definan, acorde con los objetivos generales y específicos, los cuales son avalados por los alcances del proyecto, estos permiten medir, analizar, mejorar y controlar las áreas o procesos mencionados, únicamente con ciertas limitaciones que se explican de igual manera.

Como se comentó antes, contiene las secciones: antecedentes de la empresa, descripción y justificación del problema, los objetivos (tanto generales como específicos), así como alcances y limitaciones.

1.2 Antecedentes de contexto de la empresa

El desarrollo de esta propuesta se llevará a cabo en la empresa Hospira de Costa Rica Ltda., se dedica a la manufactura y ensamble de dispositivos médicos para la infusión de medicamentos y diagnóstico de signos vitales, como sus principales productos. La Corporación Abbott Laboratories realizó un exhaustivo estudio en varios países alrededor del mundo, antes de decidir instalar en Costa Rica una subsidiaria para fabricar productos hospitalarios.

Hospira, desarrolla sus operaciones en el parque o zona industrial Global Park, está ubicado en el centro del corredor tecnológico de Costa Rica, a solo 3 millas del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría y rodeado de los mejores desarrollos hoteleros del país a través del desarrollo de sus 35 hectáreas, Global Park tiene la flexibilidad para construir su edificio o nave de manufactura de acuerdo con sus necesidades presentes y futuras., sus clientes meta son empresas de servicios de alto valor agregado y empresas de manufactura especializados en los sectores de dispositivos médicos, metalmecánica y electrónica. (Park, 2016)

La reconocida estabilidad política y democrática del país, la existencia de altos índices educativos, la mano de obra altamente calificada, los beneficios que obtienen los inversionistas al acogerse al régimen de zona franca, así como la infraestructura del país fueron, entre otras, algunas de las razones por las cuales se optó por Costa Rica.

El proyecto inicial representa una inversión total aproximadamente de \$60 millones. Después de esta selección procedieron a buscar un lugar adecuado para construir la planta; se eligió un terreno de 190 metros de largo por 110 metros de ancho equivalente a (41 acres) en la zona franca industrial Global Park, ubicada en la Aurora de Heredia, Costa Rica.

Abbott Laboratories inicia operaciones en Costa Rica a partir de diciembre de 1999 con los procesos del Moldeo convencional (Injection Molding), dispositivos médicos o devices y luego con el ensamble de productos Cassettes. Posteriormente, se les unió el departamento de Moldeo (Molding) y finalmente, las líneas de Cuidados Intensivos (Critical Care Products).

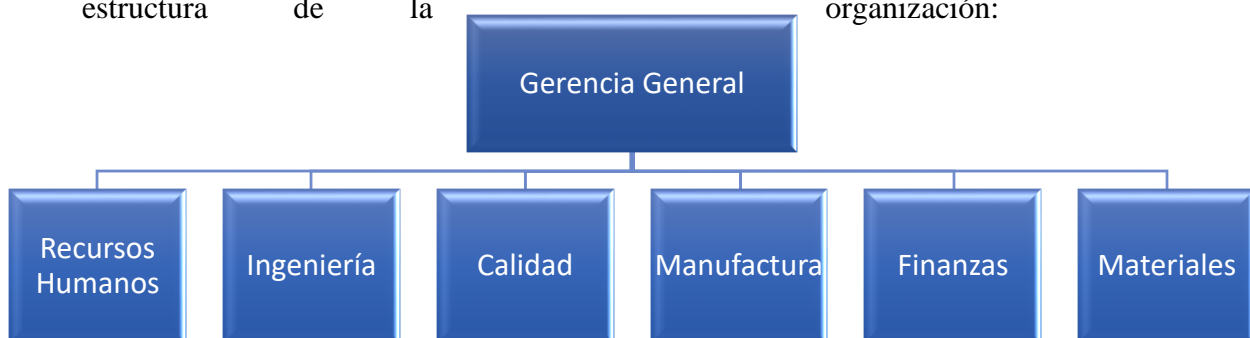
En el año 2004 nace una nueva compañía Hospira como empresa independiente en el área de dispositivos médicos como estrategia de negocios. Actualmente, Hospira Costa Rica, es una compañía de Pfizer Inc.

Es una planta especializada en la manufactura de dispositivos médicos con una amplia variedad de familias de producto para infusiones médicas y tratamientos, adicionalmente Hospira cuenta con sus propios procesos de moldeo, inyección y extrusión de diferentes partes o componentes que servirán para ser ensambladas como sub-ensambles y/o usadas en líneas finales para la manufactura de dispositivos médicos.

Hospira de Costa Rica es una de las plantas pertenecientes a la división de HPD (Hospital Products División) o División de productos Hospitalarios que, junto con otras divisiones de producto, forma el conjunto de plantas de la corporación Hospira Inc. A nivel corporativo Hospira Inc., dispone de una fuerza laboral de aproximadamente catorce mil empleados ubicados en ciento treinta países alrededor del mundo.

Aunque recientemente –poco menos de 6 meses- se estuvo migrando su operación global para integrarse a Pfizer Inc., se acaba de hacer público la transacción de Pfizer para disponer de Hospira y su área de consumibles (solamente se dejará el desarrollo de biosimilares), y entonces Hospira pertenecerá a ICUMedical, por lo que aún quedan muchos pormenores a la expectativa.

La empresa cuenta con un organigrama o estructura organizacional de estilo vertical, conformada así por las gerencias de: Finanzas, Recursos Humanos, Materiales, Calidad, Manufactura, e Ingeniería. Todas estas responden a una gerencia general. Se trabaja con un sistema llamado “Unidades de Negocio”, donde cada unidad de trabajo contiene el soporte de cada área. La siguiente Figura 1, muestra con mayor detalle la estructura de la organización:



Fuente: Departamento de Recursos Humanos, Hospira.

Recursos Humanos

Figura 1

Departamento responsable del reclutamiento y selección de personal calificado para asegurar el éxito de las operaciones de la compañía. Le compete el desarrollo del potencial humano y profesional de los empleados y su capacitación, de tal forma que la empresa cuente con el recurso humano apropiado. Por otra parte, es responsable de la implementación de los programas de seguridad, salud ambiental y ocupacional. Desarrolla, planea y ejecuta políticas de compensación, beneficios a empleados y la coordinación de las actividades de responsabilidad social.

Ingeniería

Departamento responsable de crear, dar sostenibilidad y ejecutar la mejora continua, vela por el equipo de producción y la infraestructura, la distribución de planta, con el fin de ofrecer productos de calidad en forma eficaz, eficiente y a bajo costo tanto de producción como precio de venta. Innova con la premisa de maximizar el uso de los recursos de la planta.

Calidad

Departamento responsable de velar porque todas las actividades operativas de la planta se lleven a cabo bajo las regulaciones de la industria médica, tales como las Regulaciones del Sistema de Calidad (Estados Unidos) e ISO-9000 / EN 14000 (estándares europeos). Le compete la evaluación y aprobación de los productos fabricados, basados en las especificaciones de Hospira.

Manufactura

Departamento responsable de convertir las materias primas en producto terminado a través de su proceso, cumpliendo siempre con las especificaciones de la compañía, los requerimientos de la FDA (Food and Drug Administration – Administración de Alimentos y Drogas) y GMP (Good Manufacturing Practices – Buenas Prácticas de Manufactura). El proceso busca el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles en el tiempo establecido.

Finanzas

Departamento responsable de controlar, reportar y analizar el desempeño financiero de la compañía. Adicionalmente, genera los reportes financieros internos y externos.

Materiales

Departamento responsable del control de inventarios, asegurando un flujo constante de materiales para producción y misceláneos para la planta, realiza la planeación de las órdenes de trabajo y garantiza la disponibilidad de materiales para las líneas de producción mediante el recibo y la compra a proveedores –nacionales e internacionales, se hace cargo de la importación de materias primas y exportación del producto final para esterilización.

El foco de atención de este informe está en el área de Molde; sin embargo, debido a que se interrelacionan directamente unas áreas con las otras, el beneficio resulta más amplio. No obstante, el trabajo de campo será en el área de Moldeo, aunque la obtención de cierta información proviene de departamentos de soporte y de servicio a manufactura. Sin embargo, la empresa trabaja con ‘Unidades de Negocio’, por lo que específicamente el área de moldeo se conforma como se ve en la Figura 2 de la siguiente manera:

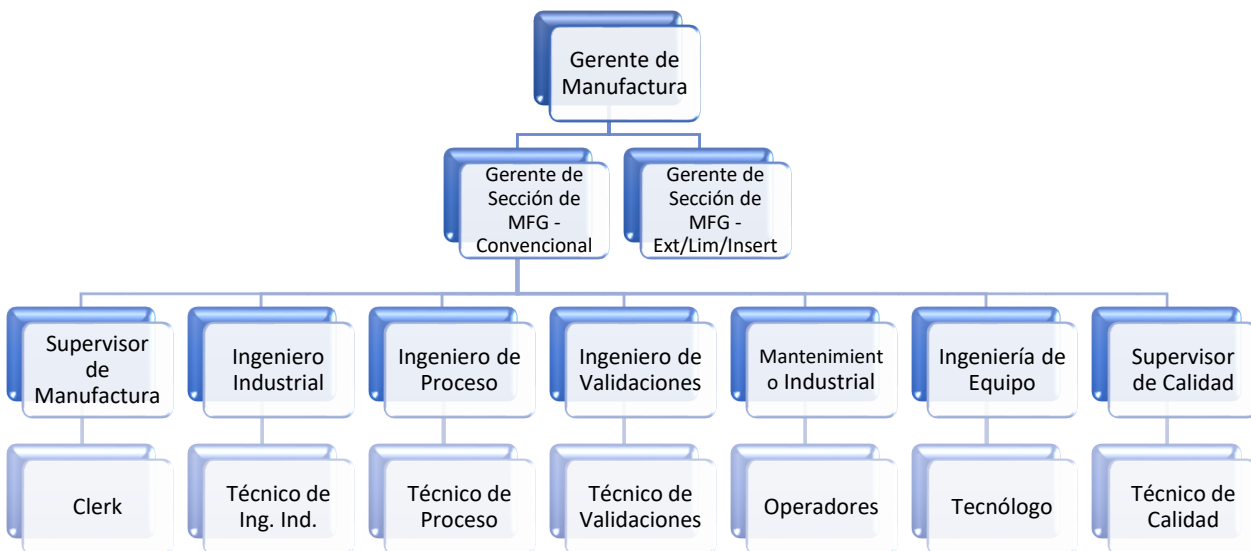


Figura 2

Fuente: Departamento de Recursos Humanos, Hospira.

1.2.1 Política de Calidad

Promover bienestar a través de las personas correctas y los productos correctos, con el compromiso de cumplir las normas y mantener un sistema eficaz de gestión de calidad.

Promoviendo: Hospira es una compañía progresiva, positiva y con propósito que mira hacia el futuro, la innovación de los valores alcanza la velocidad a través de la simplicidad y es ilimitada y duradera.

Bienestar: Hospira tiene un alcance amplio hacia el cuidado de la salud, con una variedad amplia de productos que mejoran el bienestar de los pacientes alrededor del mundo. El bienestar también se dirige a nuestros clientes, empleados, accionistas, a nuestra compañía y a nuestra comunidad.

Personas correctas: la calidad y los atributos individuales de nuestros empleados están directamente relacionados con la identidad de Hospira como compañía: talentosa, competente, apasionada, diversa, enfocada hacia nuestros clientes, con espíritu empresarial, operando con integridad y ética profesional.

Productos correctos: Hospira opera con el compromiso que es inherente al cuidado de la salud a través de productos que provean calidad, eficacia y efectividad en los costos, con altos niveles de servicios.

1.2.2 Ilustración de la planta de Hospira en Costa Rica



Figura 3

Fuente: Departamento de Recursos Humanos, Hospira.

1.3 Antecedentes del problema

1.3.1 Descripción del problema

El “Sight Chamber” se utiliza en el 100% de los ensambles médicos para infusión, es decir, inevitablemente se torna un producto que requiere una atención continua, un análisis ante cada eventualidad que genere duda durante el proceso. El proceso de validación de este producto se realizó hace más de cinco años, y además del seguimiento que se le da al comportamiento, no se hacen mayores intervenciones en su proceso normal y establecido en aquel momento de validación.

¿Cómo se podría definir que este producto necesita una intervención y lograr medir esa mejora implementada?

Las razones para que este trabajo se proyecte como una prioridad para la planta de Hospira Costa Rica, se fundamenta en un histórico desperdicio elevado, los intereses de la gerencia de manufactura –del área de moldeo- entiende que la necesidad existe y prevé fructuosos beneficios en los números de esta área con la optimización de la eficiencia y eficacia en uno de los procesos con mayor frecuencia.

¿Qué metodologías podrían ofrecer mejores resultados y dar la sostenibilidad al proyecto?

El dato de desperdicio de este producto para el 2013 cerró en aproximadamente \$ 98 935 (dólares norteamericanos), lo que representó poco más de 6.80 % (puntos porcentuales) de la producción anual 2013, el dato para el 2014 cerró en poco más de \$ 66 403 USD, alrededor del 4.82 % de la producción anual de ese año, y el dato para el 2015 fue poco más de \$ 75 201 USD, 5.51 % de la producción anual. Con estos datos se puede estimar una media de \$ 80 180 USD por año. (Ver Figura 4)

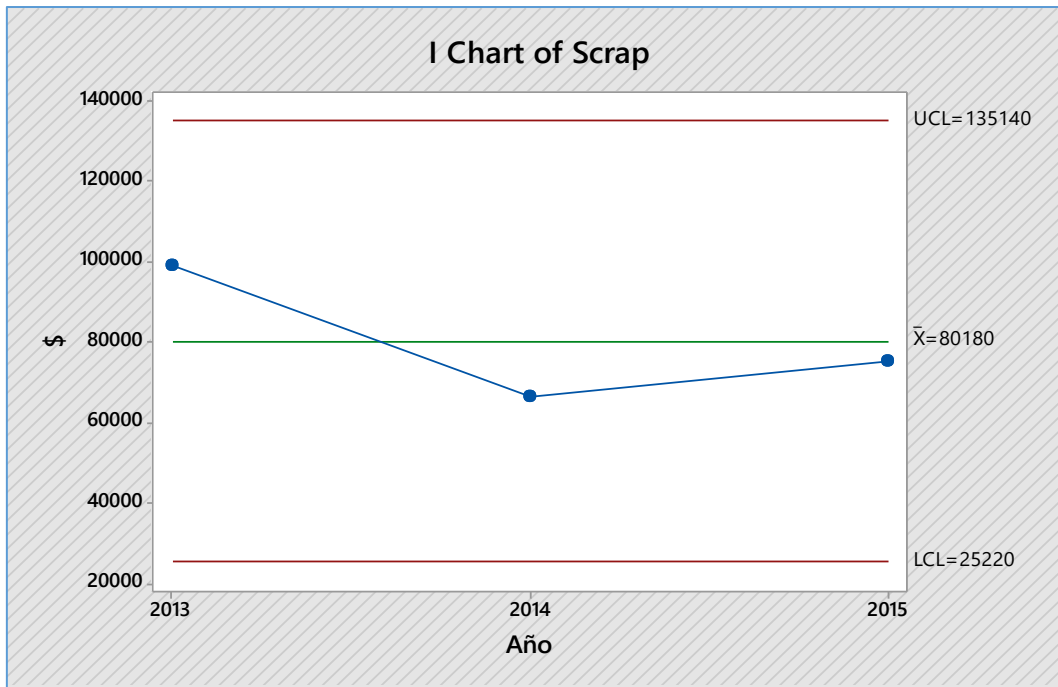


Figura 4

Fuente: Creación propia

Existen muchas formas de realizar las cosas, y si se trata de mejorar un proceso, con un resultado en particular esperado, y se añade la capacidad para diseñar métodos o técnicas, estas *muchas formas* se transforman en *demasiadas formas* o posibilidades de hacer tangible esa mejora.

¿El aporte de este proyecto apoyaría alguna teoría de mejora continua y resolvería un problema en concreto?

La inventiva de herramientas ha sido un tema con centenares de años de historia, pero según la industria y la particularidad del proceso exige a los encargados de buscar soluciones innovadoras, a desarrollar un pensamiento lateral, a "*pensar fuera de la caja*" una frase que se piensa que se deriva de consultores de administración en las décadas de 1970 y 1980, es decir, una incentivación a ir más allá de lo común.

¿Qué herramientas existentes podrían auxiliar a este proyecto? y ¿podría este proyecto retar lo convencional y contribuir a la creación de nuevos instrumentos de recolección y análisis de datos?

Los departamentos de Ingeniería Industrial, y Finanzas, conjuntamente, con base en el volumen de producción, datos conocidos del proceso (históricos), y comportamiento o tendencia del desperdicio para establecer las metas de desperdicio de cada producto, podrían ser esas herramientas auxiliares.

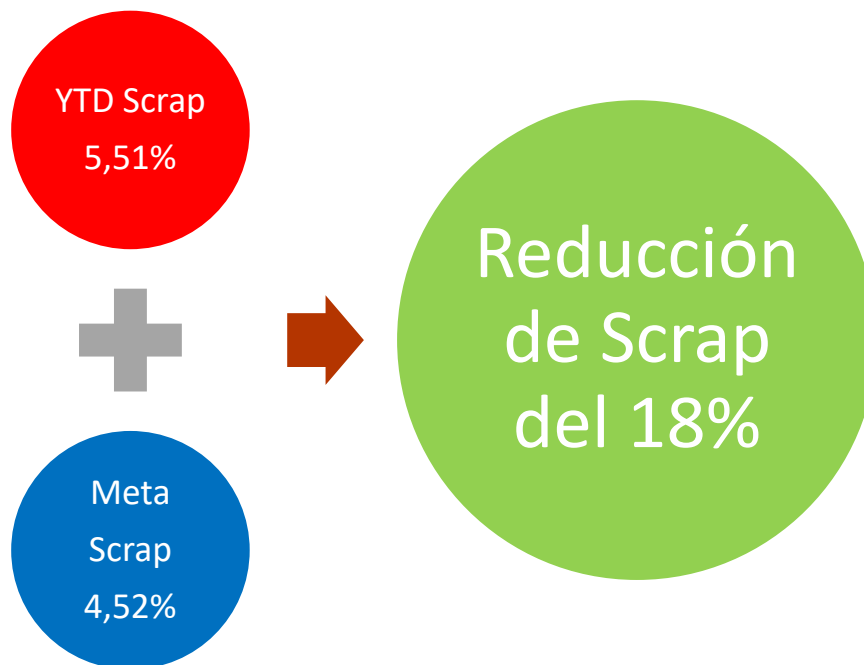


Figura 5

Fuente: Creación propia

1.3.2 Justificación del proyecto

La implementación de este proyecto se realizará en la compañía Hospira, ubicada en La Aurora de Heredia, específicamente, en el parque o zona industrial Global Park, el periodo de estudio abarca de octubre 2016 a febrero 2017, el objeto de estudio es uno de los productos de mayor demanda para la empresa. Por el tipo de impacto que espera proyectar, este estudio tiene una naturaleza de aplicación, va más allá de lo teórico, implica más la resolución de problemas prácticos como el diseño, la implementación y mejoras; no obstante, incluye un vasto fundamento teórico, tanto de metodologías existentes como de fundamento histórico que la empresa proveerá.

Para la empresa Hospira, prestar atención a un producto de alto volumen de producción es de suma importancia, el interés de reducir los niveles de desperdicio en un producto que se posiciona dentro de los principales de su demanda anual, el impacto sobre las métricas de desperdicio y eficiencias es vasto.

El foco de este estudio es en el campo del proceso de fabricación del “*Sight Chamber*” por moldeo de inyección térmica de plástico convencional, y se basa en encontrar la causa de ese desperdicio elevado, el aporte de información que conlleve a tomar decisiones y tomar medidas respecto de este problema, involucra a la población operativa que ejecuta sus funciones directamente sobre este proceso, con el fin de corregir el desperdicio con el aporte operacional de los trabajadores.

Además, entender las diferencias significativas de materia prima asignada, contra la cantidad de productos obtenidos, y ver esos altos valores porcentuales al cerrar cada lote de producción, significaría optimizar el proceso que se conoce actualmente. Por tanto, el proyecto cumple con el interés de la planta de manufactura y encuentra su lugar, ya que ayudaría a conocer el 100% del proceso, las deficiencias que presenta, reducirían el desperdicio y optimizaría la operación en general.

Es un proyecto que involucraría muchas herramientas básicas de la ingeniería industrial, esto retaría la vigencia de estas metodologías, implica aplicar la mejora continua y la implementación de varias herramientas de la filosofía manufactura esbelta que conlleva la optimización de procesos y distribución de planta, un apoyo importante en el Seis Sigma (reducción de defectos), lo que le agrega un enfoque a nivel estadístico.

Enfocados en lograr grandes mejoras en el área de Moldeo Convencional de Hospira Costa Rica, es la mejor manera para describir los beneficios de este estudio. A nivel de este proyecto, se busca un importante aumento en: la productividad, el trabajo estándar, la eficiencia, los controles de procesos generales, el seguimiento a través de métricas, las mejoras en los sub procesos de manufactura de este producto; para la reducción, a mediano plazo, de los niveles de desperdicio y elevados costos de producción.

Las mejoras en busca de beneficios en estos números, son muy significativas y están orientadas a lograr mayores eficiencias, eficacias, aumento en la productividad, el trabajo estándar entre los turnos de trabajo, controles generales del proceso de manufactura de “*Sight Chamber*” en las distintas máquinas que lo producen, que contribuyan para aminorar los niveles de desperdicio, y por consiguiente, los costos de producción.

Este problema de desperdicio involucra otros efectos que se pueden identificar con la debida medición y clasificación del tipo de desperdicio. El desperdicio es posible de identificar y asignar a cada fuente, cada tipo de desperdicio se documenta en la base de datos, donde se ingresa toda esta información, cada tipo de desperdicio ofrece una guía sobre el lugar correcto donde buscar y hacer un punto análisis.

Los defectos, el procedimiento de purga de la máquina de inyección y otros factores en el proceso per se, son importantes de identificar y poder crear causas asignables del desperdicio.

Existen muchas complicaciones directamente relacionadas con los defectos, como por ejemplo los re-trabajos, los NC (No Conformidades) que se deben evaluar, la métrica de FPY (lotes re-trabajados con respecto al total de lotes manufacturados), y consiguientemente la métrica de RTY (Rolled Throughput Yield, por sus siglas en inglés) que implica el rendimiento general de toda la planta.

El área de manufactura en moldeo, cumple un rol de fabricación de cientos de productos (conocidos como “Commodity”), convierte todas las materias primas (resinas plásticas para industria médica) en producto terminado a través de su proceso, se cumple con las especificaciones técnicas del proceso (bajo los parámetros con que se validó el proceso de manufactura), con los requerimientos de los clientes finales (según tipo de solución médica, forma de infusión y terapia), y en el proceso se ajustan a las regulaciones que la FDA (Food and Drug Administration – Administración de Alimentos y Drogas) exige como requisitos necesarios para la correcta producción en términos de calidad y seguridad, de la misma manera la BSI y ANVISA, auditan regulatoriamente a la planta cada dos años.

1.3.3 Formulación del problema central

¿Cómo lograr que el Área de Moldeo Convencional de la empresa Hospira, posicione su producto “Sight Chamber” a un desperdicio igual o inferior a la meta establecida del 4,52%?

1.4 Objetivos Generales y Específicos

1.4.1 Objetivos Generales

1. Desarrollar una propuesta de reducción de desperdicio donde se sitúe el porcentaje de desperdicio dentro de la meta.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar la situación actual del proceso identificando las principales razones que generan el desperdicio en este producto.
2. Generar propuestas técnicas de mejora para la reducción del desperdicio actual del proceso.
3. Evaluar la relación Costo – Beneficio de las propuestas de reducción de desperdicio generadas.
4. Establecer la propuesta técnica óptima de reducción que permita una producción con un desperdicio controlado.
5. Implementar herramientas de control para el desperdicio generado por el “Sight Chamber”.

1.5 Alcance y Limitaciones

1.5.1 Alcance

La ejecución de este estudio será desarrollada en el área de Moldeo Convencional de la empresa Hospira Costa Rica. La razón es que mi ejercicio laboral diario es precisamente en esta área, de esta compañía, dando soporte como departamento de “Ingeniería Industrial y Mejoramiento Continuo”.

Esto me permite tener tiempo suficiente en el área y de esta manera realizar un trabajo de campo para entender el proceso y muchas de las particularidades que puedan surgir. Además, la experiencia adquirida durante estos meses trabajando para el área, será muy útil para entender el proceso per se.

También es oportuno mencionar que el periodo de aplicación de este estudio abarca desde octubre 2016 hasta febrero 2017, cuya finalidad es presentar la propuesta a la empresa para lograr el objetivo de que “Sight Chamber” sea un proceso que trabaje igual o bajo el valor de desperdicio permitido, o bien, establecido como meta.

Adicionalmente, como productos específicos, se obtendrá:

1. Diagnóstico de la situación actual del proceso donde se indican las principales razones que generan el desperdicio en este producto.
2. Propuestas técnicas de mejora para la reducción del desperdicio actual del proceso.
3. Evaluación de la relación Costo – Beneficio, de las propuestas de reducción de desperdicio generadas.
4. Propuesta técnica óptima de reducción que permita una producción con un desperdicio controlado.
5. Seguimiento de las herramientas de control para el desperdicio generado por el “Sight Chamber”.

1.5.2 Limitaciones

Como es habitual en este tipo de industria y dada la competencia, para Hospira compartir mucha información resulta riesgoso, y se debe manejar con cuidado para no exponer lo que la empresa considera “información sensible”. Por ende, se habilitará la información necesaria para el proceso de diagnóstico y situación actual del proceso; sin embargo, la revelación de todos los datos tendrá limitaciones.

Existe una limitación fotográfica, es decir, no se pueden incluir fotos del proceso de manufactura de “Sight Chamber” propiamente en Hospira, aunque sí existe la posibilidad de mostrar fotos de carácter ilustrativo que expliquen el contexto de trabajo, como: dibujos, diagramas, e ilustraciones. No obstante, el mundo de la termo formación de plásticos por moldeo industrial es amplio,

Pese a su gran posicionamiento a nivel mundial, la acreditación de dinero (dólares) para la implementación de mejoras, debe pasar por un proceso de valoración por parte de la corporación situada en los Estados Unidos de Norteamérica, por tanto, si alguna propuesta se ve inmersa en esta situación podría presentar limitaciones de implementación.

CAPÍTULO II

2. Marco Conceptual Técnico

2.1 Descripción del Marco Conceptual Teórico

2.1.1 Introducción a la terminología propia de la empresa

Por toda la influencia estadounidense, la terminología empleada resulta compleja para traducir, por lo que se aclaran algunos términos que serán dominantes.

Los productos fabricados en Hospira, dado que es de capital 100% norteamericano (transnacional), así como su mercado, hay mucha terminología técnica y propia del proceso, sin una traducción precisa, por esto, se explican algunos fenómenos de esta índole, a cada producto se le conoce como “Commodity” (que se traduce como artículo o producto) la descripción es el “nombre” del Commodity, además, tienen un número de fabricación, a los que se les llama “List Number”, y a los componentes de un “List Number” se les denominan “Part Number”. Para facilitar la comprensión de esto, se explica propiamente con el siguiente ejemplo:

Como idea, el Sight Chamber es el 750320 y su componente es el 750319, donde;

- *Sight Chamber es el Commodity.*
- *750320 es el “List Number”, de ese Commodity.*
- *750319 es el “Part Number”, pues este producto (resina clorhídrica de polivinilo) que se utiliza para fabricar el 750320.*

Así mismo, el “Piercing Pin”, está compuesto por: “Vent Cap”, “Pin”, “Hood” y “Sight Chamber”. El “Vent Cap” está compuesto por “Resina” y “Paper”, el “Pin” por “Resina” y el “Hood” por “Resina”.

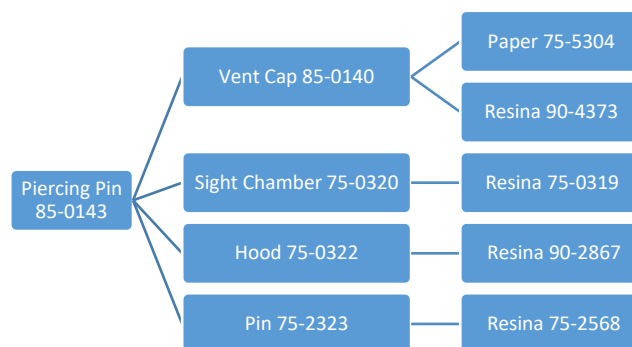


Figura 6

Fuente: Departamento de Recursos Humanos, Hospira.

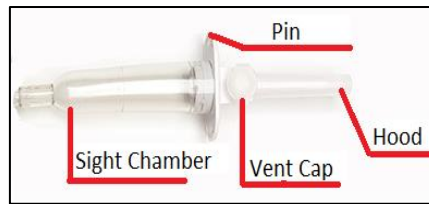


Figura 7

Fuente: Departamento de Recursos Humanos, Hospira.

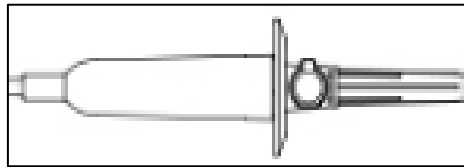


Figura 8

Fuente: Departamento de Recursos Humanos, Hospira.

2.1.2 Administración de proyectos

Se le llama proyecto a la secuencia de tareas con un principio y final delimitados por el tiempo, resultados, y recursos disponibles.

‘La administración de proyectos es el proceso de combinar sistemas, técnicas y personas para completar un proyecto dentro de las metas establecidas de tiempo, presupuesto y calidad’ (Baker, 1999)

Los proyectos presentan características:

- a. Tienen principio y fin definidos.
- b. Usan recursos como: personas, tiempo y dinero.
- c. Los resultados se alinean a metas específicas de calidad y desempeño.
- d. Siguen una planeación
- e. Incluyen un equipo de trabajo.

Los proyectos presentan cinco fases:



Figura 9

Fuente: Creación propia.

Fase	Nombre de la Fase	Detalle
1	Inicio	Se documentan los requerimientos y el alcance del proyecto.
2	Planeamiento	Se definen y se refinan los objetivos, se planifican las tareas.
3	Ejecución	Se integra al recurso humano y el dinero para ejecutar el plan.
4	Control	Se mide y supervisa el avance, se analizan los resultados.
5	Finalización	Se acepta, formaliza y ordenadamente se cierra el proyecto.

Tabla 1

Fuente: Antología formulación, gerencia y evaluación de proyectos. Profesor Ing. Marco Jarquín, Pág. 15.

2.1.3 WBS – Work Breakdown Structure

El Desglose Jerárquico de Tareas, o WBS, es una descripción del trabajo por realizar en un proyecto, visualizado de manera gráfica, su descripción se articula en varios niveles con detalle progresivo sobre las tareas, con indicadores a los que se le puede, eventualmente, referir el conjunto de datos básicos de cada una (por ejemplo: personas, tiempo, entre otros).

Con respecto a cada nivel, descendiente en este caso, provee un nivel adicional con un detalle en la definición, construyendo un árbol jerárquico con la finalidad de ordenar, con cierta lógica, las tareas temporales referentes, implicadas en la ejecución del proyecto.

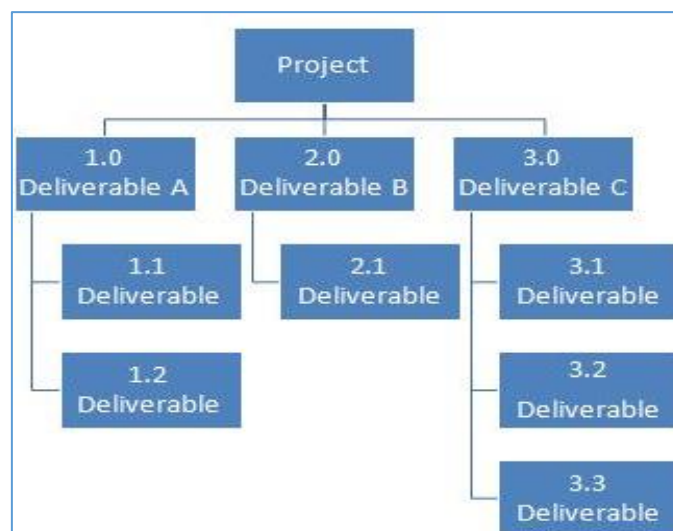


Figura 10

Fuente: Internet. <http://www.expertprogrammanagement.com/wp-content/uploads/2010/03/work-breakdown-structure1.jpg>

También existen ayudas visuales llamadas JBS, lo que presenta una secuencia lógica para ejecutar alguna operación. Esto indica, los requerimientos necesarios para efectuar la actividad, los pasos, qué se hace, cómo se hace, para qué se hace, y una imagen o fotografía para visualizar cada paso.

2.1.4 Desperdicio o MUDA

Materiales que son desechados, mantienen cierta división de seguridad y origen, se encuentran en muchos campos de estudio científico y producción industrial; sin embargo, también se usa para denominar el despilfarro de ciertos materiales, como comida, dinero, agua, electricidad, entre otros. A menudo es asociado con la basura y los desechos, pues guardan significados similares. En las industrias representan una pérdida de dinero y recursos, debido a la ineficiencia de una máquina o el uso de dinero exagerado que salga de los presupuestos acordados para la producción.

En el caso específico de Hospira, la resina plástica aprobada para propósitos médicos, es la materia prima del proceso de moldeo, todo este material ingresa a las prensas moldeadoras en forma de ‘granza’. Esta granza se materializará en piezas plásticas moldeadas que más tarde se unirán en sub ensamblés para formar productos terminados.

Muda es una palabra japonesa que significa “inutilidad; ociosidad; desperdicio; superfluidad” y es un concepto clave en la “manufactura esbelta” como uno de los tres tipos de residuo (muda, mura, mun). Reducir los residuos es una manera efectiva de aumentar la rentabilidad. En su momento, Toyota escogió estas tres palabras que comenzaban con el prefijo “mu” que es reconocido en Japón como referencia a un programa o campaña de mejora de un producto.

Los siguientes son los siete tipos de MUDA o desperdicios:

1. Transporte

Cada vez que un producto es movido, tiene el riesgo de ser dañado, perdido, tener retraso, otros. Además de ser un costo de no valor añadido, la transportación no transforma el producto que el cliente está dispuesto a pagar.

2. Inventario

Inventario, ya sea en forma de materias primas, productos en proceso o también conocido como WIP (Work in progress – trabajo en proceso), representa un desembolso

de capital que aún no ha producido un ingreso ya sea por el productor o para el consumidor.

3. Movimiento

En contraste con el transporte, que se refiere a los daños a los productos y los costos de transacción asociados con el movimiento de ellos, el movimiento se refiere a los daños que ocasiona el proceso de producción de la entidad que crea el producto, ya sea a través del tiempo como el desgaste de los equipos y las lesiones por esfuerzo repetitivo para los trabajadores.

4. Espera

En tanto y cuanto los bienes no se encuentran en el transporte, están esperando. En los procesos tradicionales, una gran parte de la vida de un producto individual se gasta en espera de ser trabajado.

5. Sobre procesamiento

Durante el procesamiento se produce cada vez que se realiza más trabajo en una pieza de lo requerido por el cliente. Esto también incluye el uso de herramientas más precisas, esto resulta más complejo o caro de lo absolutamente necesario.

6. Sobre producción

La sobreproducción ocurre cuando se produce más producto de lo que los clientes requieren en ese momento. La sobreproducción es considerada la peor muda porque oculta y / o genera todos los demás. La sobreproducción conduce a exceso de inventario, el cual requiere el gasto de los recursos de espacio de almacenamiento y conservación, actividades que no benefician a los clientes.

7. Defectos

Cada vez que aparecen imperfecciones, se incurre en costos adicionales reelaboración de la parte por corregir, reprogramación de producción, entre otros. El defecto, en la práctica, a veces puede duplicar el costo de un solo producto. Esto no debe ser transmitido al consumidor y debe ser tomado como una pérdida.

Un proceso agrega valor al producir bienes o proveer un servicio por el que un cliente pagará. Un proceso consume recursos y los residuos ocurren cuando se consumen más recursos de los necesarios para producir los bienes o la prestación del servicio que el cliente realmente quiere. Las actitudes y herramientas sensibilizan y dan nuevas perspectivas para identificar los residuos y las oportunidades no explotadas asociadas con la reducción de residuos.

En el caso particular de este proyecto, presenta un desperdicio llamado: defectos. HCR maneja un sistema de manufactura basado en moldes que fabrican las piezas con detalles milimétricos, de la misma manera el sistema de calidad se ve regido por “especificaciones de producto”, llamadas “Specs”, contienen las medidas exactas que debería tener la pieza final, así como el peso, dimensiones, forma, estructura, consistencia, y demás detalles técnicos para cumplir con los requerimientos mínimos de calidad solicitados por el cliente.



Figura 11

Fuente: Internet. <http://www.angelantonioromero.com/wp-content/uploads/2014/11/7-mudas.jpg>

Por esto, todas y cada una de las piezas que incumpla con alguno de los rubros de las “Specs” se considera “Producto No Conforme” y se le debe dar disposición. (Ver Figura 12)

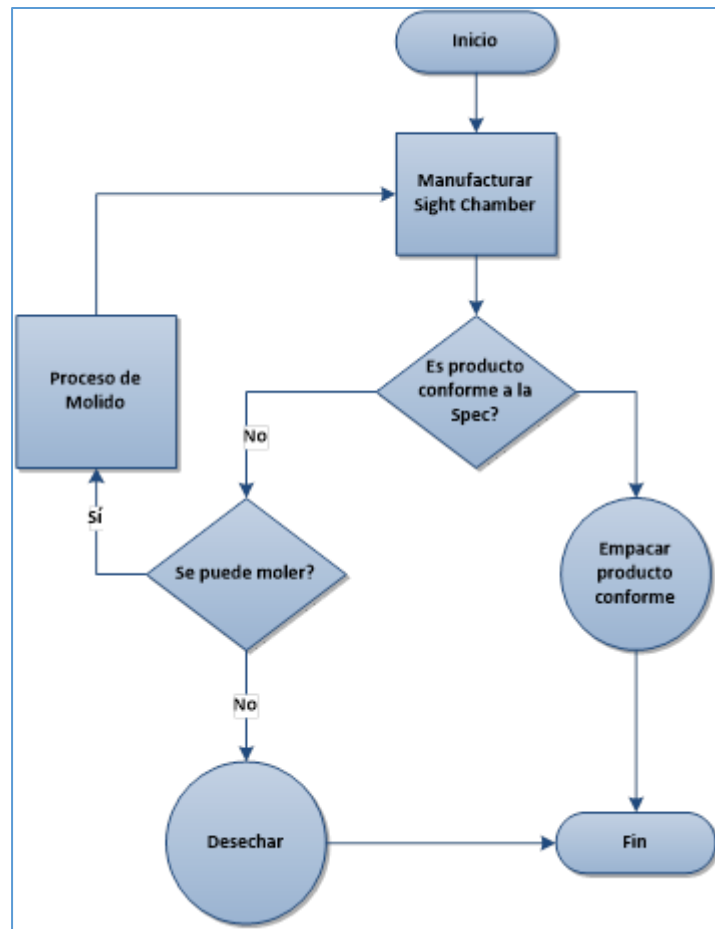


Figura 12

Fuente: Creación propia

Como se puede ver en el Flowchart (“Diagrama de Flujo”) anterior, si una pieza de Sight Chamber no cumple con los requerimientos de calidad mínimos se le da disposición a la pieza. Si la pieza presenta un defecto como: deformación, falta de llenado de plástico u otro similar, se puede moler esa pieza y reingresar al proceso, si es un defecto como: decoloración, contaminación, degradación, pieza quemada, u otros similares, la pieza se debe desechar.

Al momento de validar cada producto, en este caso el Sight Chamber, se ejecutan estudios de ingeniería para determinar el porcentaje de molido permitido. (Ver Figura 13)

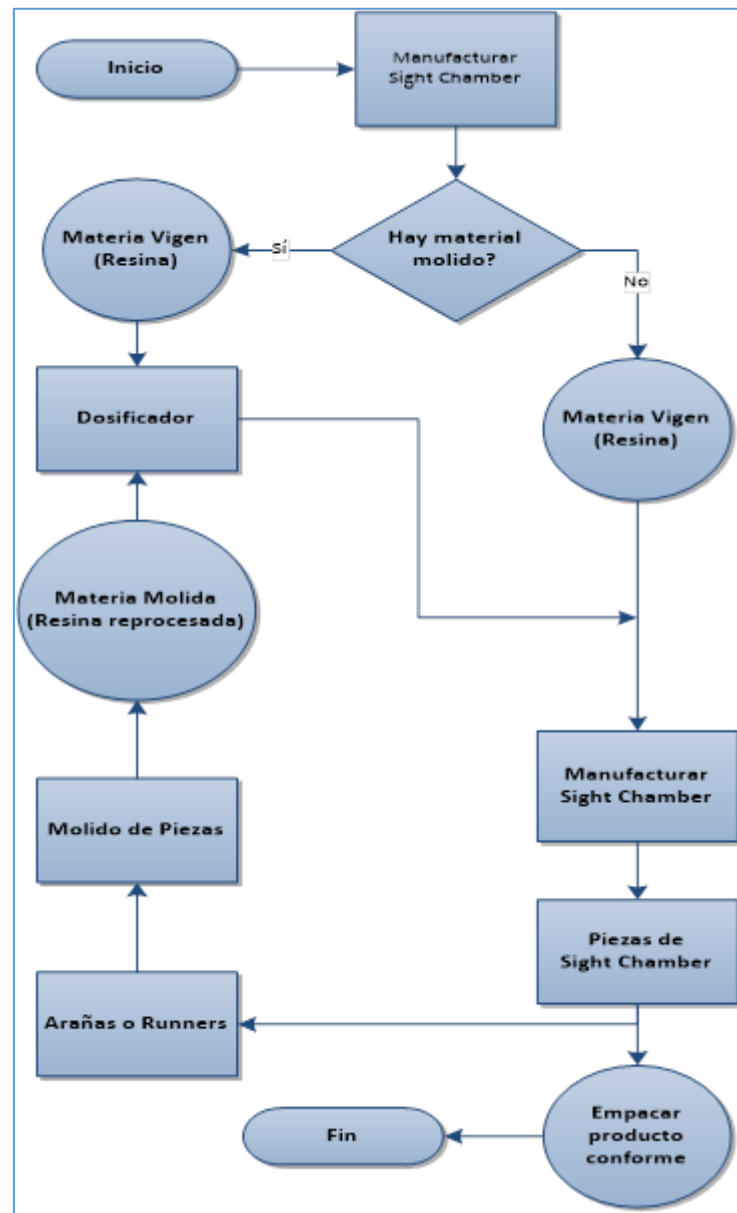


Figura 13

Fuente: Departamento de Manufactura de Moldeo, Hospira

Este porcentaje de molido, proviene de las “arañas o runners” resultantes del proceso de manufactura, en cada disparo de la máquina, se obtienen piezas y una “araña”, estas arañas si no tienen algún tipo de contaminación, material degradado, no ha caído al suelo u otras condiciones similares, se pueden enviar al proceso de molido, donde unos equipos llamados “Molinos” trituran las piezas y vuelve a producirse granza (esta vez molida) y así se puede reingresar al sistema de inyección.

¿Qué es la araña? Es el remanente del disparo de la máquina, (este disparo consiste en el cierre del molde, inyección de la resina, fabricación de la pieza, y apertura del molde), al finalizar el ciclo del disparo, se obtienen piezas y la araña. (Ver Figura 14)

Proceso de inyección

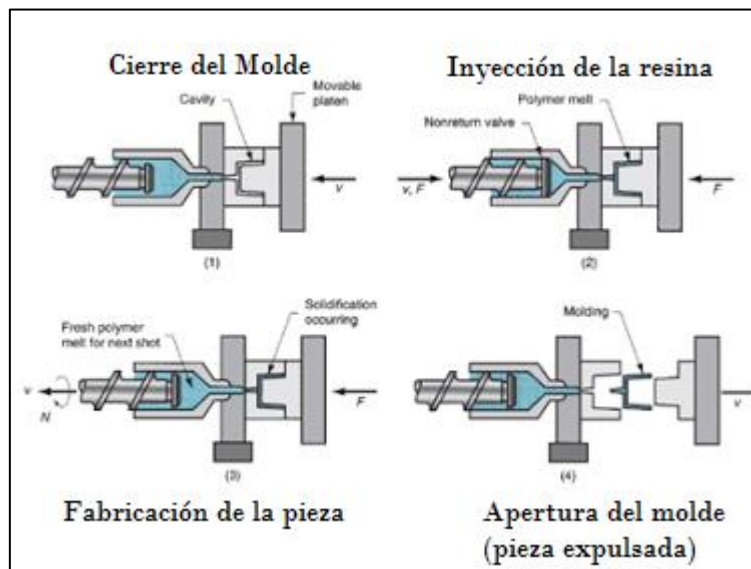


Figura 14

Fuente: Departamento de Manufactura de Moldeo, Hospira

Al momento de finalizar el ciclo del disparo de la máquina, se libera la araña junto con la pieza, que más tarde será segregada de las piezas conformes.

Pero, ¿siempre se va a producir araña? Existen tres tipos de “coladas”, colada tipo “Fría” (Cold-runner), colada tipo “Caliente” (Hot-runner), y colada Mixta. La colada tipo “Fría” sí genera araña, la Caliente no genera este remanente, y en el caso de la Mixta, sí se genera, pero en una cantidad bastante reducida. Sight Chamber es un proceso de tipo (CRS) “Colada Fría” por lo que se genera araña.

Colada fría: es un tipo de inyección donde los canales fríos (representados por bajas temperaturas, color azul) llevan el plástico a las cavidades del molde (piezas finales de altas temperaturas).

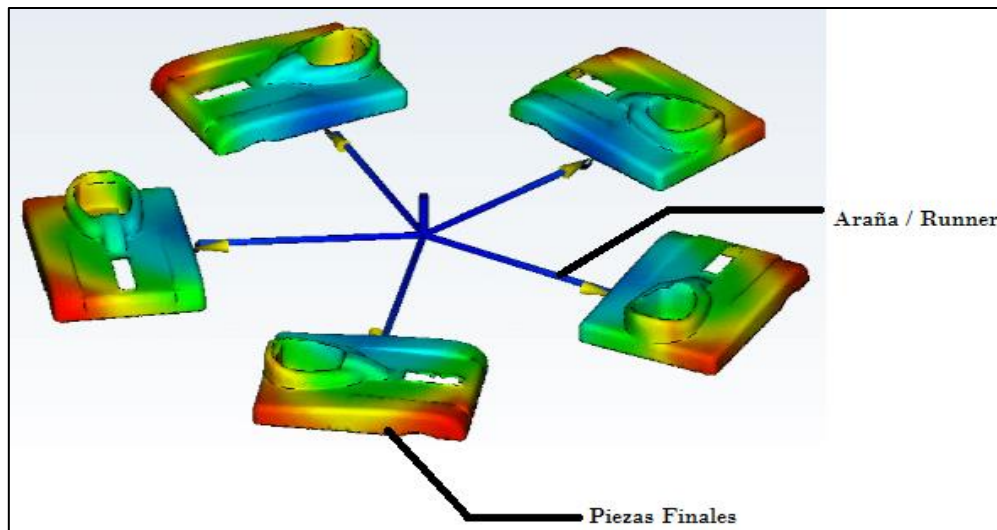


Figura 15

Fuente: Departamento de Manufactura de Moldeo, Hospira

Colada caliente: la inyección cuenta con sistemas de control de temperatura, el transporte del plástico desde la válvula de inyección, hasta las cavidades del molde está compuesto por varias partes instaladas dentro del molde, encargadas de llevar el plástico caliente, lo que elimina los canales fríos, y por ende, no produce araña.

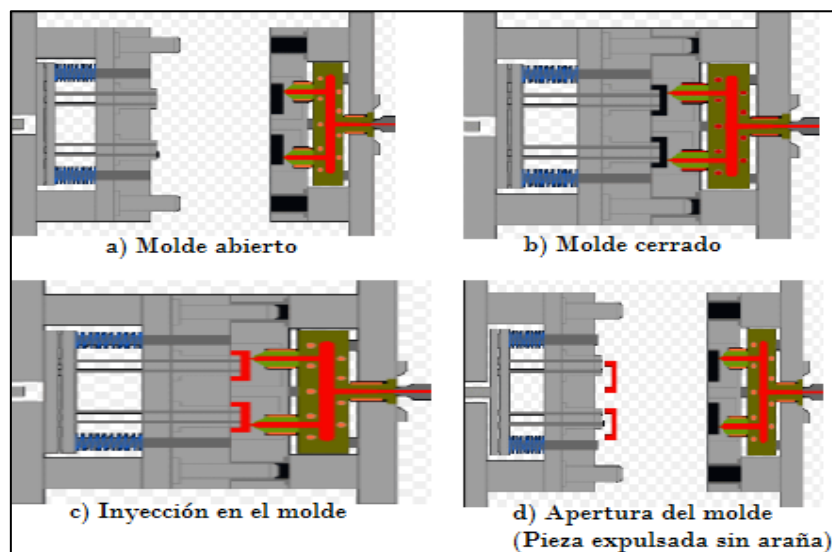


Figura 16

Fuente: Departamento de Manufactura de Moldeo, Hospira

Colada mixta: la inyección combina ambos sistemas, provocando la menor cantidad de araña, pero para piezas pequeñas la generación de araña es casi inevitable.

2.2 Herramientas para el diagnóstico

2.2.1 Histograma

Representación gráfica (usualmente mostrado en barras) de los datos que nos indican la forma de la distribución y posibles síntomas (anomalías, asimetría, bimodalidad).

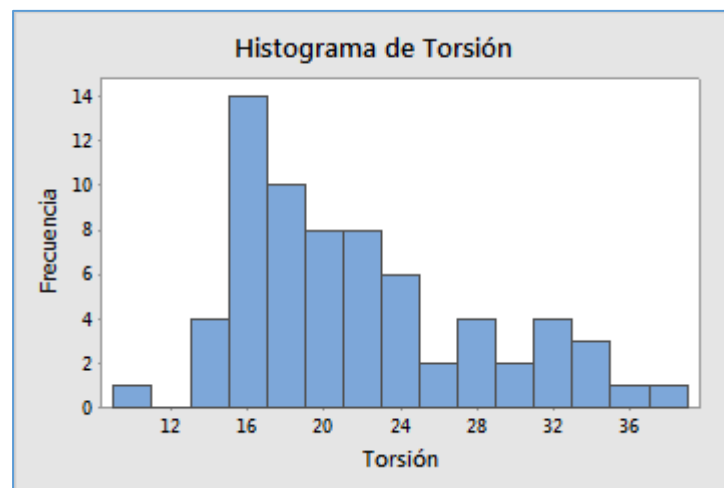


Figura 17

Fuente: Internet. http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/histogram_simple.png

2.2.2 Gráficas de Control

Herramienta del control estadístico de proceso (SPC – Statistical Process Control, por sus siglas en inglés), se utiliza para evaluar la estabilidad de un proceso y detectar las causas especiales de variación. Inician graficando como histogramas, pero estos muestran variaciones porcentuales basadas en sigmas estadísticas, ofrecen tendencias, límites superiores e inferiores, así como una media de los datos. Estos pueden ser utilizados en todas las etapas del proceso DMAIC.

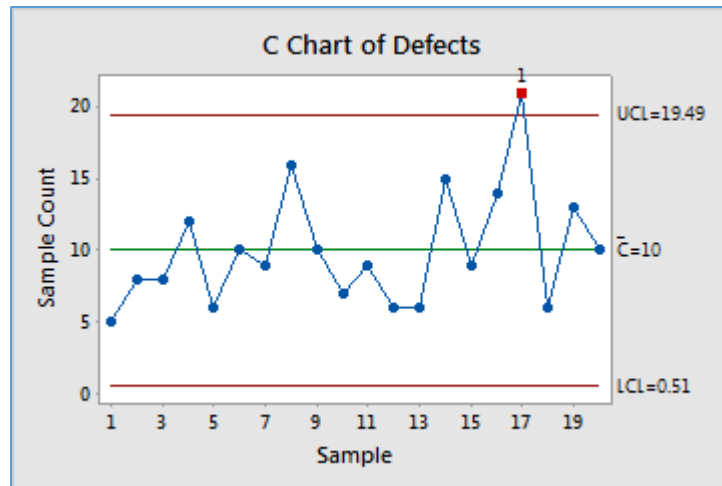


Figura 18

Fuente: Internet. http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/C_chart_def.png

2.2.3 Diagrama de afinidad

Este diagrama se utiliza para la organización de ideas que aporta un grupo sobre un problema complejo que se tiene de un área.

		Modelo de radio					
		A420	A422	C60	E804	ALFA	BETA
Defecto	Volumen	○	○	○	●		
	Antena				●	○	○
	Baterías		●	○			
	Frecuencia		●				
	Esmalte					●	●

● = Relación fuerte ○ = Relación débil

Figura 19

Fuente: Internet. http://4.bp.blogspot.com/-r_cWjasjplU/TXv6KzMnR8I/AAAAAAAAAGM/9mSzEyYTbqQ/s1600/JJ5.png

2.2.4 Lluvia de Ideas

Es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La lluvia de ideas es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente donde participan la mayor cantidad de personal relacionado con el proceso productivo que se está estudiando.



Figura 20

Fuente: Internet. http://www.unempreendedor.com/wp-content/uploads/2011/06/lluvia_ideas.png

2.2.5 VOC

El VOC (Voice of Customer – La voz del cliente) se conforma por la retroalimentación de los clientes acerca del: producto, servicio o las dos cosas. Este paso implica recoger las necesidades y deseos del cliente de primera mano. El procedimiento para obtener información sobre las necesidades, expectativas y percepciones de los clientes puede ser reactivo (análisis de las quejas, peticiones, etc.) o proactivo.

Si se usa un sistema proactivo, el mejor camino para obtener datos sobre los clientes será realizar entrevistas personales y observar las respuestas del cliente. Las preguntas deben ser siempre abiertas animando al cliente a hablar y, a la vez, orientándolo hacia los temas que nos interesan, las preguntas cerradas (“sí” o “no”) reflejan inevitablemente la visión y no permiten captar las experiencias y deseos de los clientes.

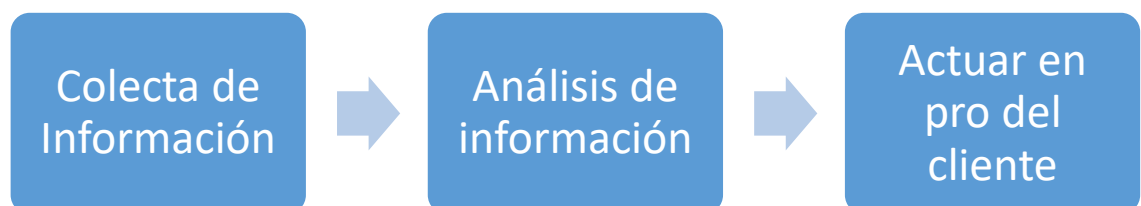


Figura 21. Fuente: Creación propia

2.2.6 Diagrama de Ishikawa

Representación gráfica y sencilla para ver rápidamente cuáles son las causas, problemas o espinas por analizar, y cómo se relacionan con el problema o efecto. Tiene la forma de la espina de un pescado.

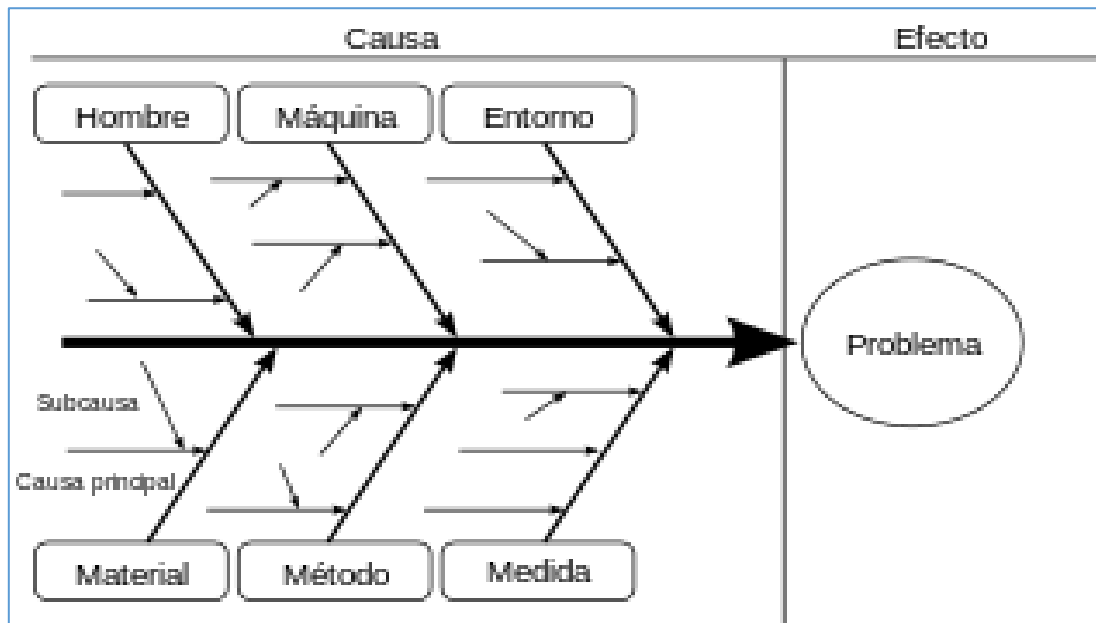


Figura 22

Fuente: Internet

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5b/Diagrama-general-de-causa-efecto.svg/317px-Diagrama-general-de-causa-efecto.svg.png>

2.2.7 Diagrama de Pareto

Herramienta que permite priorizar las acciones (regla del 80-20). Según Vilfredo Pareto, economista italiano, “El 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan”.

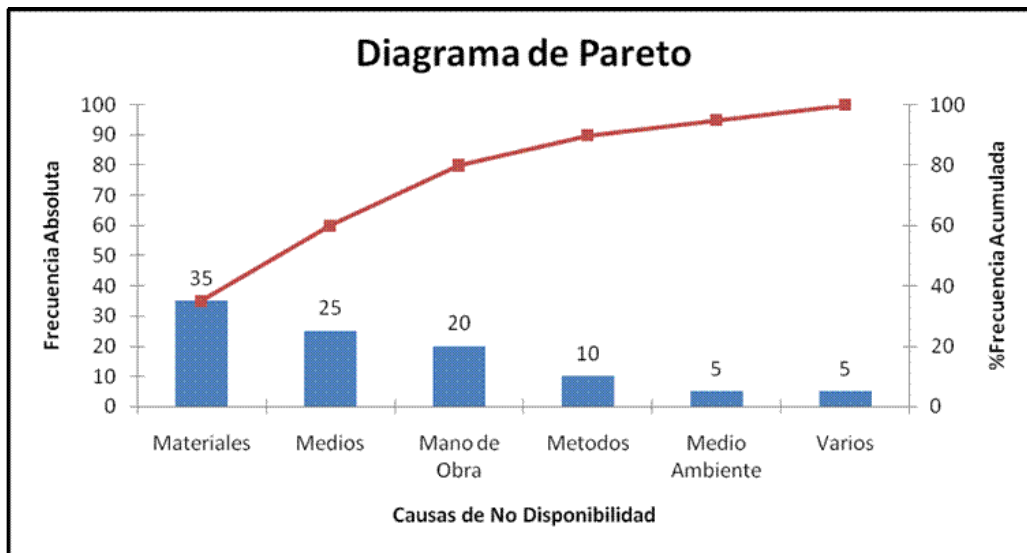


Figura 23

Fuente: Internet.

http://2.bp.blogspot.com/_E50ub_30Ggw/TORZWv1N3QI/AAAAAAAAAEE/1nhJ7ohy7UY/s1600/pareto.gif

2.2.8 SIPOC

El SIPOC es un diagrama de flujo a alto nivel y, a su vez, es el primer paso para la realización de un diagrama de flujo detallado (flujograma de proceso). Permite visualizar los pasos secuenciales de un proceso definiendo claramente sus entradas, salidas, proveedores y clientes. Recoge detalles importantes sobre el inicio y el final del proceso.

Es una herramienta de gran utilidad para identificar el proceso por investigar en la primera etapa de la metodología DMAIC. Con el SIPOC creado, se ven cuáles son las actividades involucradas y de qué forma están interconectadas. Además, se pueden discernir fácilmente las partes implicadas de las que no lo están. Por último, ayuda a identificar a los clientes y resaltar los que se tienen que satisfacer de acuerdo con los objetivos del proyecto.

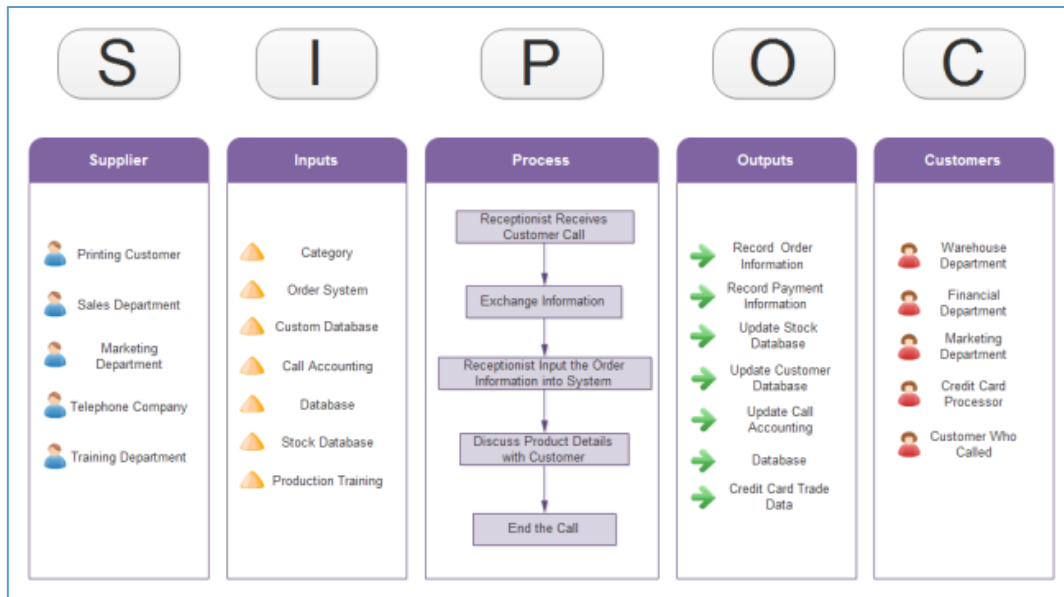


Figura 24

Fuente: Internet. <https://www.edrawsoft.com/templates/images/call-center-sipoc.png>

2.2.9 OEE

El OEE (Overall Equipment Effectiveness) se refiere a la Eficiencia Global de los Equipos, y resulta una de las mejores prácticas, enfocada en la mejora y el monitoreo de efectividad de los procesos de manufactura. Se compone de tres (3) factores:

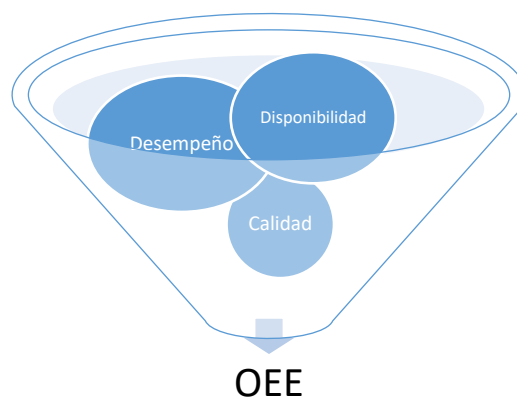


Figura 25

Fuente: Creación propia

Y se calcula de la siguiente forma:

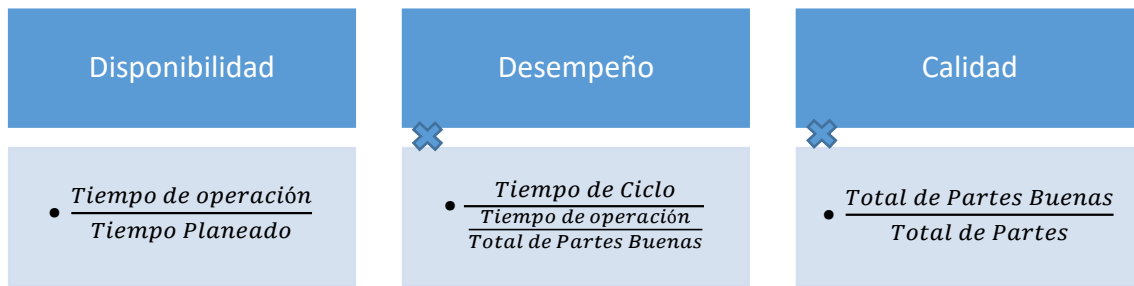


Figura 26

Fuente: Creación propia

La **disponibilidad** indica el tiempo disponible de producción que tienen los equipos, resulta del cociente entre tiempo de operación real del equipo, dividido por el total de tiempo disponible que se tenía planeado para ese equipo.

Mientras tanto, el **desempeño** es el resultante de una doble división, la primera dividiendo el tiempo de operación entre el total de partes buenas (indica la cantidad de piezas por unidad de tiempo) y la segunda es dividir el tiempo ciclo (segundos por cada disparo de productos) entre ese resultado.

Lo siguiente es calcular el factor de **calidad** del proceso, el cual se obtiene dividiendo el total de piezas buenas entre el total de piezas producidas.

Finalmente, se calcula el **OEE** resultante, es un factor multiplicativo lo que significa que se deben multiplicar los anteriores tres (3) factores entre sí.

2.2.10 PDCA

En español, el famoso ciclo PHCA de Deming (Planificar – Hacer – Controlar – Actuar), al que podemos llamar método científico, es la mejor herramienta de aprendizaje de la humanidad y a ella debemos el increíble nivel de desarrollo en que vivimos. Seguir una metodología basada en el ciclo PDCA aumenta los éxitos y minimiza la inversión.

Mejorar nuestros procesos tiene mucho que ver con aprender: ¿qué hacer distinto?, ¿cómo afectan los factores?, ¿dónde hay ineficiencias?, ¿por qué se producen errores?... otros. Para responder estas preguntas la clave es la utilización del método científico y las herramientas asociadas, que son la base de todos los sistemas de mejora exitosos.

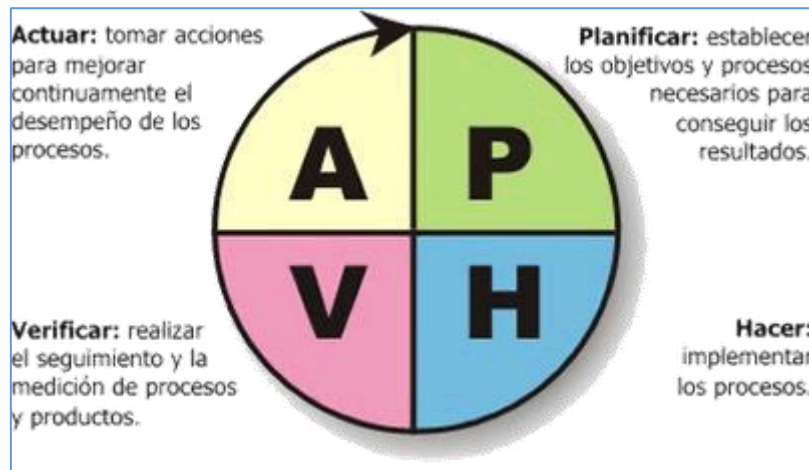


Figura 27

Fuente: Internet. <http://www.blog-top.com/wp-content/uploads/2014/01/PHVA.png>

2.2.11 Análisis Kano

El modelo Kano es una teoría de desarrollo de productos y de satisfacción del cliente desarrollado en la década de 1980 por el profesor Noriaki Kano, que clasifica a las preferencias del cliente en categorías.

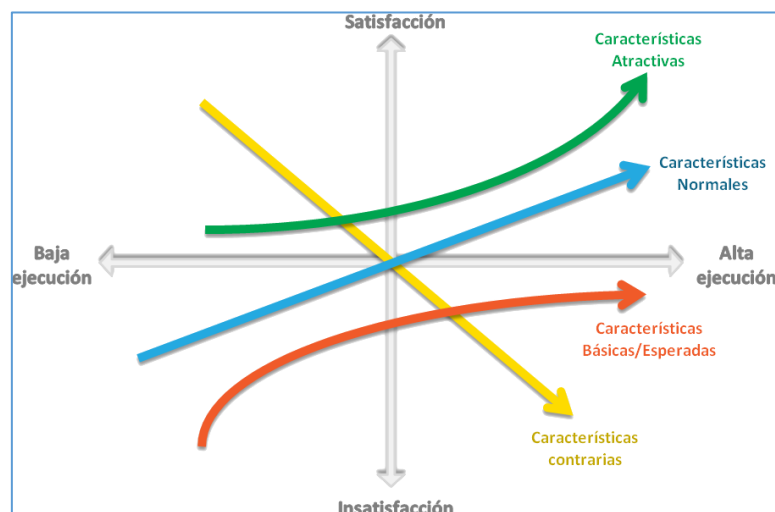


Figura 28

Fuente: Internet. <http://www.pdcahome.com/wp-content/uploads/2012/05/kano12.png>

2.2.12 Changeover (Tiempo de cambio)

Cuando una orden llega a su final, y se inicia otra, existe un proceso de cambio, el cual se denomina “Changeover”. Este fenómeno es el proceso de cambio de convertir una línea o máquina de ejecutar un producto a otro. Los tiempos de cambio pueden durar desde unos pocos minutos hasta varias horas según el producto que se esté fabricando. Los términos de configuración y cambio son a veces utilizados indistintamente; sin embargo, este uso es incorrecto. La puesta en marcha es sólo un componente de “Changeover”.

La instalación de un nuevo tipo de herramienta en una máquina procesadora de metales, una pintura diferente en un sistema de pintura, una nueva resina de plástico o un nuevo molde en una máquina de inyección, un nuevo software en el ordenador, otros. El término se aplica siempre que un dispositivo de producción se asigne para realizar un funcionamiento diferente. El tiempo que se destina al cambio es desde la última pieza buena tipo A hasta que se produzca la primera pieza buena tipo B.

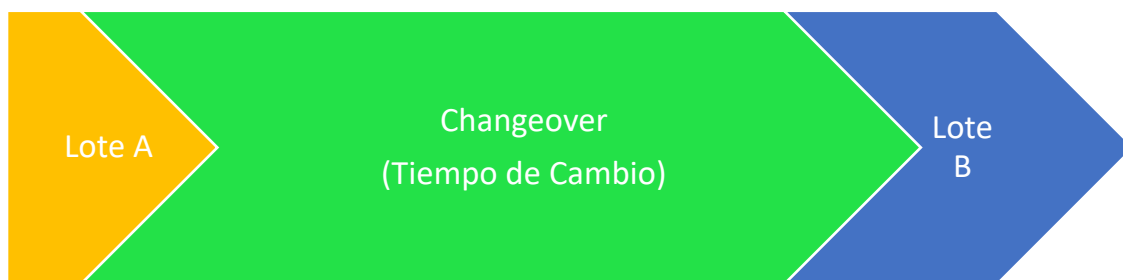


Figura 29

Fuente: Creación propia

2.2.13 Tiempo de ciclo (cycle time)

El tiempo exigido para completar un ciclo de un funcionamiento. Si el tiempo de ciclo para cada funcionamiento en un proceso completo puede reducirse para igualar el tiempo ‘takt time’, entonces pueden producirse los productos con un flujo constante por pieza.

2.2.14 Cadena de valor (Value Stream Map)

Las actividades específicas necesarias para el diseño, colocación de órdenes, y fabricación de un producto específico, desde el concepto hasta el lanzamiento, desde la colocación de la orden hasta la entrega y desde la materia prima hasta llegar las manos del cliente.

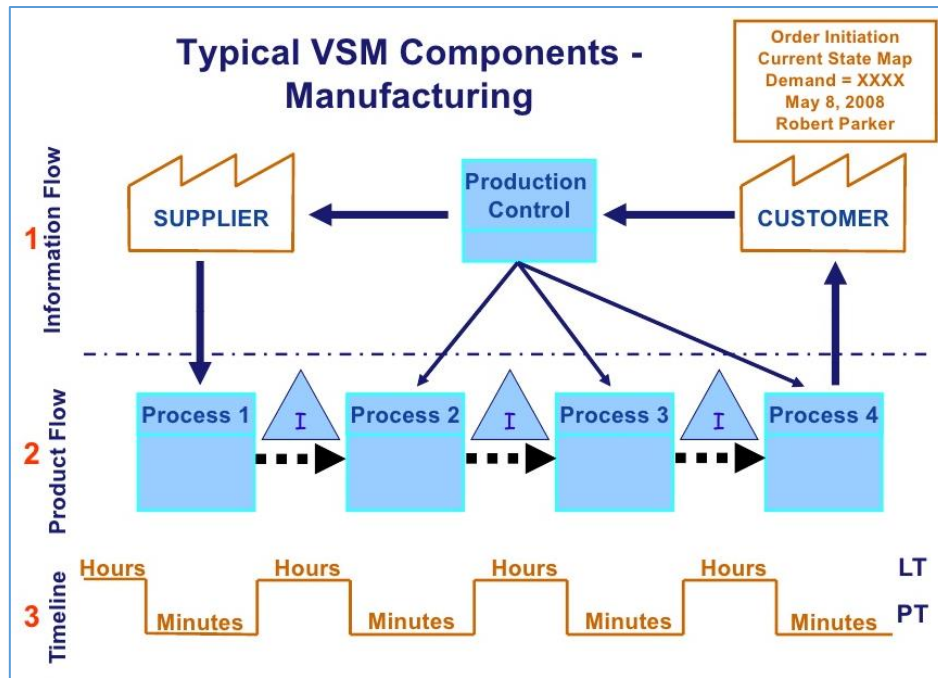


Figura 30

Fuente: Internet. <https://image.slidesharecdn.com/valuestreammappingfornon-manufacturing-martin-replacement-100706084816-phpapp01/95/value-stream-mapping-for-non-manufacturing-environments-41-728.jpg?cb=1278406373>

2.2.15 Cuello de botella (bottleneck)

En una planta es una limitación que impide ganar más dinero y ser más rentable, está dado por la operación más lenta del proceso.

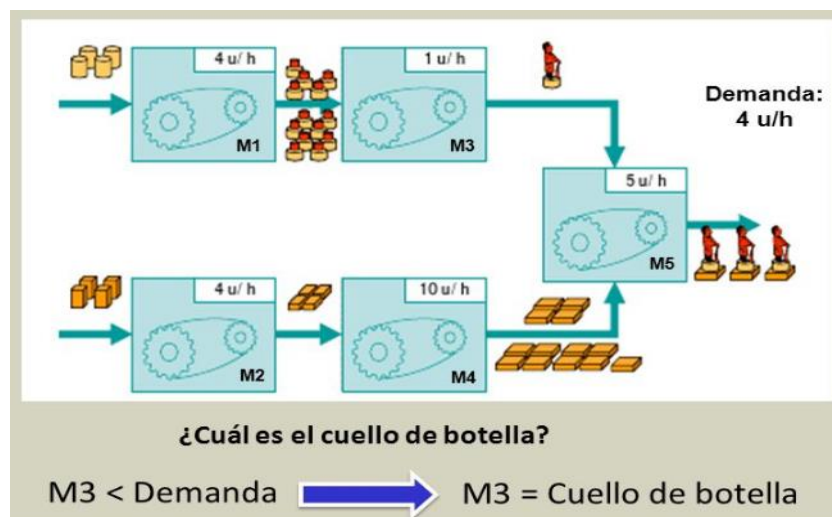


Figura 31

Fuente: Internet. http://images.slideplayer.es/26/8849223/slides/slide_11.jpg

2.3 Herramientas de mejora

2.3.1 Project Charter

Para iniciar un proyecto de mejora, bien estructurado y con respaldo, exige el uso de una herramienta que ofrezca estas características, el desarrollo de un “Project Charter” (o Acta de Constitución de Proyecto), resulta bastante útil para suplir esta necesidad. En este documento, se detallan cada uno de los aspectos fundamentales y cruciales del proyecto, es aquí donde se delimita el alcance, se definen objetivos, entregables, se asignan responsabilidades, entre otros, de acuerdo con el del formato del “Project Charter”. En las empresas, este documento autoriza formalmente la ejecución del proyecto, lo que permite la solicitud de recursos y se establecen expectativas.

Project Charter			
Project Name:	XYZ Computer System		
Company:	XYZ Manufacturing Company Ltd.		
Division:	Computer Systems		
Department:	Information Technology		
Process or Product:	Servers and Displays manufacturing		
Prepared By:			
Document Owners		Project or Organization Role	
Ken Owtrim		Project Manager	
John Smith		Director, IT – Project Owner	
Joe Blow		VP, Manufacturing – Project Sponsor	
Version Control			
Ver #	Date	Author	Change Description
0	02/01/09	Ken Owtrim John Smith Joe Blow	Document created
1			
2			

Figura 32

Fuente: Internet. <https://images.template.net/wp-content/uploads/2016/07/13105414/sample-project-charter-template.jpg>

2.3.2 Metodología DMAIC

Es un acrónimo (por sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve, Control) de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar o Implementar y Controlar. Esta es una herramienta de la metodología Seis Sigma, enfocada en la mejora incremental de procesos existentes.

El proceso DMAIC, en práctica:

- I. Definir:** Se define el problema que se tiene y las herramientas por implementar para buscar la solución del problema. Además, determina el alcance del proyecto: las fronteras que delimitarán el inicio y final del proceso que se busca mejorar.
- II. Medir:** El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar, se diseña el plan de recolección de datos y se identifican las fuentes de los mismos, se lleva a cabo la recolección de las distintas fuentes, se organizan las hipótesis causa - efecto. Por último, se comparan los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida.
- III. Analizar:** Se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Posteriormente se tamizan las oportunidades de mejora, de acuerdo con su importancia para el cliente y se identifican y validan sus causas de variación.
- IV. Mejorar:** Se diseñan soluciones que ataquen el problema raíz y lleven los resultados hacia las expectativas del cliente. También se desarrolla el plan de implementación.
- V. Controlar:** Después de implementar las mejoras, y verificar que cumplen las expectativas, así como los objetivos del plan de acción, es necesario implementar controles que aseguren que el proceso se mantendrá y las mejoras serán sostenibles a través del tiempo. Para prevenir que la solución sea temporal, se documenta el nuevo proceso y su plan de control y seguimiento.

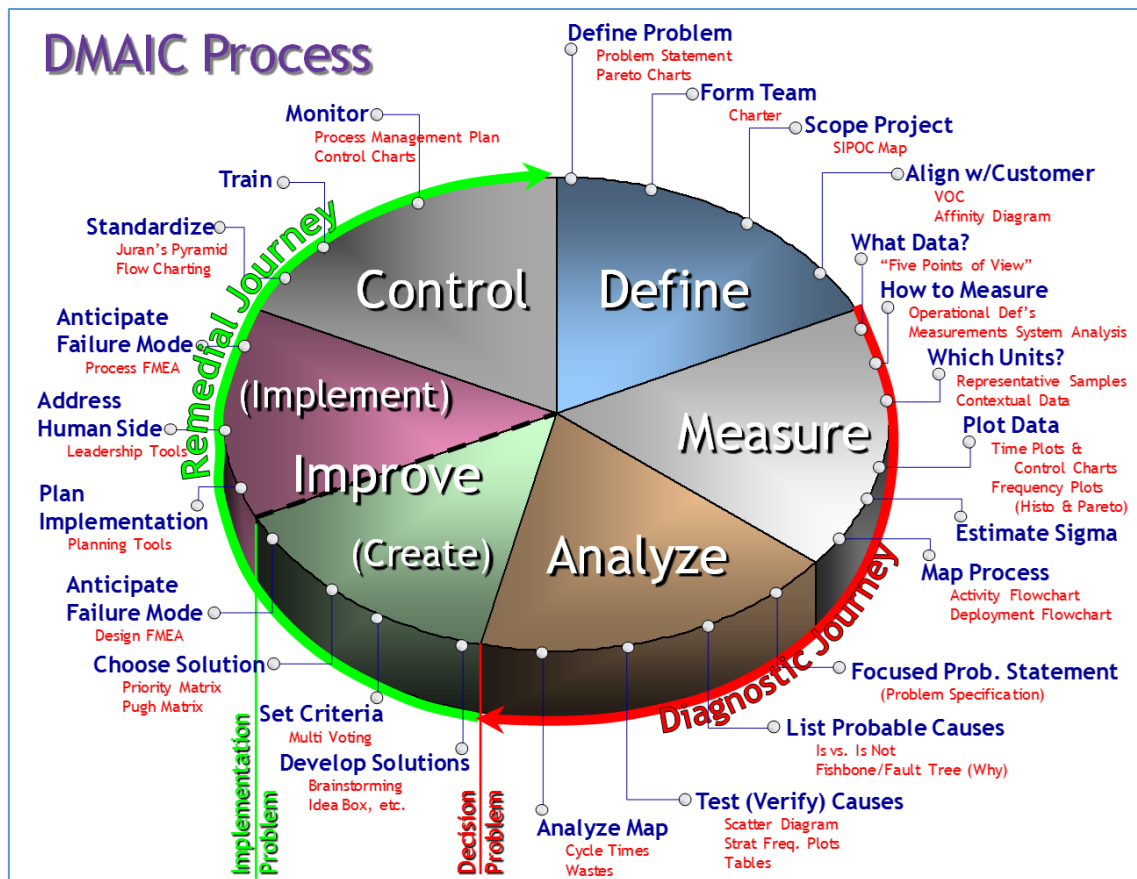


Figura 33

Fuente: Departamento de Mejora Continua, Hospira.

2.3.3 Trabajo Estándar

En la transformación hacia la manufactura esbelta (lean manufacturing) el trabajo estándar se focaliza en el generar y definir actividades con el objetivo de brindar estabilidad en el proceso, y así lograr un grupo de mejora continua. Al realizar hora a hora, persona a persona y tarea a tarea las mismas actividades de la misma manera, se garantiza que todo se hace igual siempre, reduciendo la variación en el proceso, con esto involucra contenido, tiempos, secuencias, y métodos.

2.3.4 Visual Factory

La fábrica visual es un control visual, y sistema de comunicación que se desarrolla a través de toda la planta productiva, muestra información acerca de los estados de sus procesos, con el objetivo de que toda la organización esté al tanto de lo que está ocurriendo en las áreas.

Además, implica la rotulación y demarcación de las áreas para mantener el orden y la estandarización de cómo debería verse el área de manufactura. (Ver Figura 34)

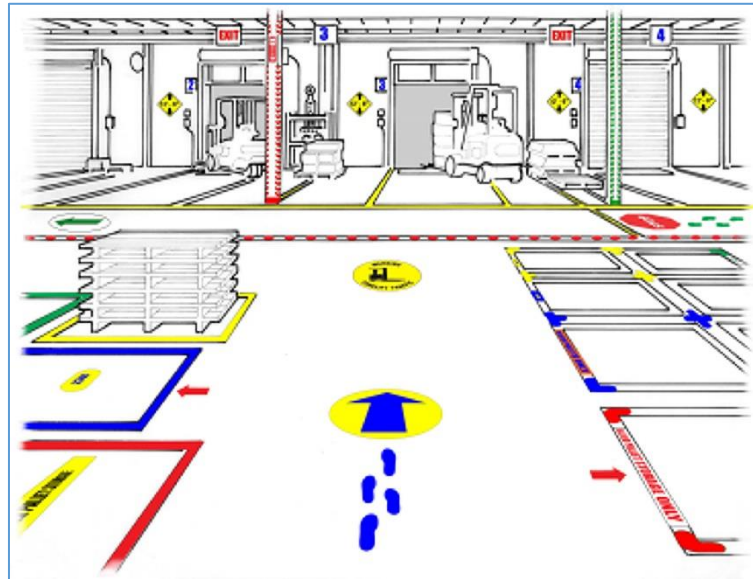


Figura 34

Fuente: <https://theleanwarehouse.files.wordpress.com/2012/08/area-marking-in-factory.jpg>

2.3.5 Diagrama de Gantt

Es una herramienta gráfica en la cual, se establecen las actividades por realizar en un periodo determinado, donde se indica el inicio y el final del proyecto en términos de actividades y tiempo pronosticado.

Desde su invención, se ha convertido en un aliado básico en la ejecución de proyectos laborales, académicos e incluso personales si se desea. La Figura 35 muestra un ejemplo de un Diagrama de Gantt en proceso.

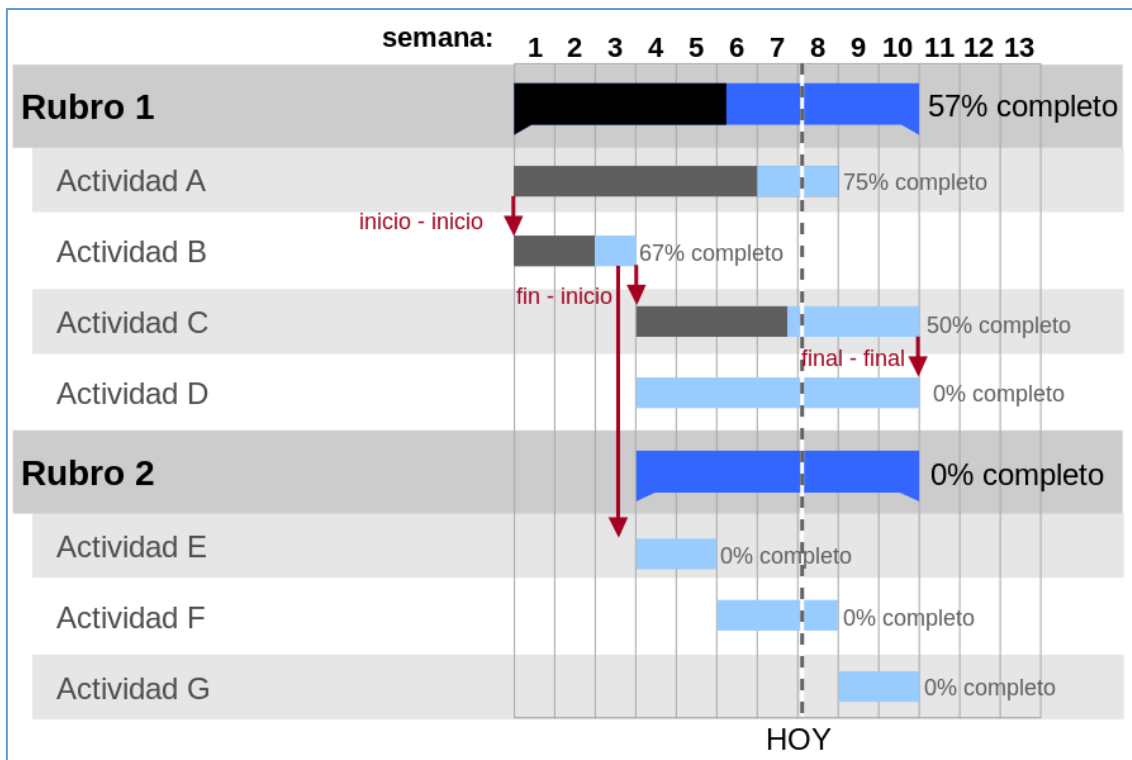


Figura 35

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Gantt#/media/File:GanttChartAnatomyES.svg

2.4 Herramientas de análisis de impacto económico

2.4.1 Análisis Costo - Beneficio

El análisis Costo-Beneficio se fundamenta en proporcionar, en alguna medida, la rentabilidad de implementación de algún proyecto, compara los costos previstos contra los beneficios esperados, como idea: invertir \$ 1,000 USD en un proyecto que traerá facilidades en tareas, y beneficios económicos de \$ 2,500 USD en un año plazo.

Este análisis es muy útil para saber si se ejecuta o no un proyecto, donde cabe la posibilidad que el análisis indique que implementar algún proceso traerá consigo, por ejemplo, costos de mantenimiento elevados e incertidumbre en las pérdidas.

No obstante, su utilidad es bien vista, para la valoración de las necesidades y oportunidades para realizar un proyecto, la selección de la alternativa más beneficiosa, y la adecuada estimación de recursos requeridos para su implementación.

Los seis (6) pasos del análisis Costo-Beneficio se presentará a continuación en la Figura 36.

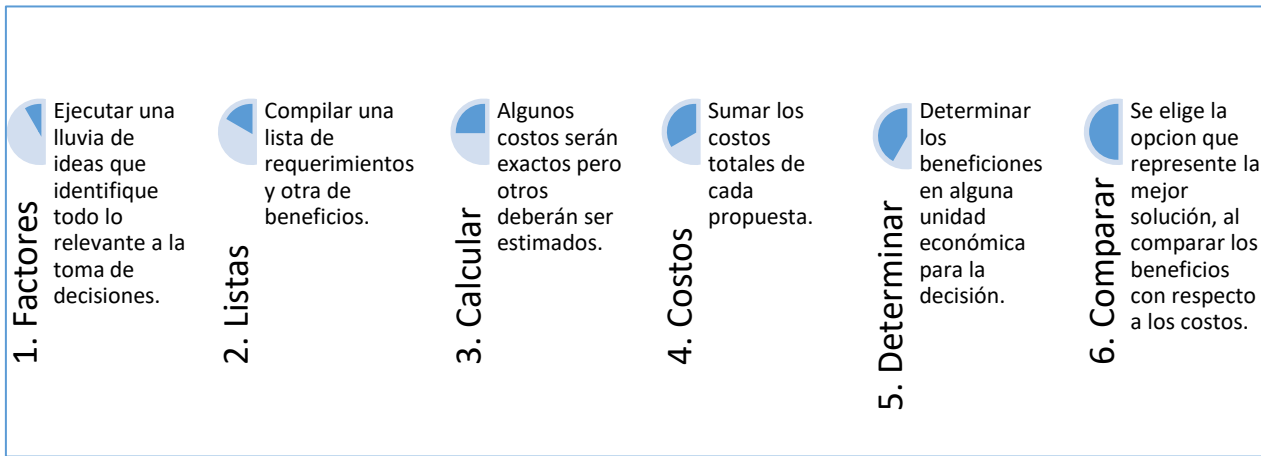


Figura 36

Fuente: Creación propia

CAPÍTULO III

3. Metodología del estudio

3.1 Metodología de estudio por etapa

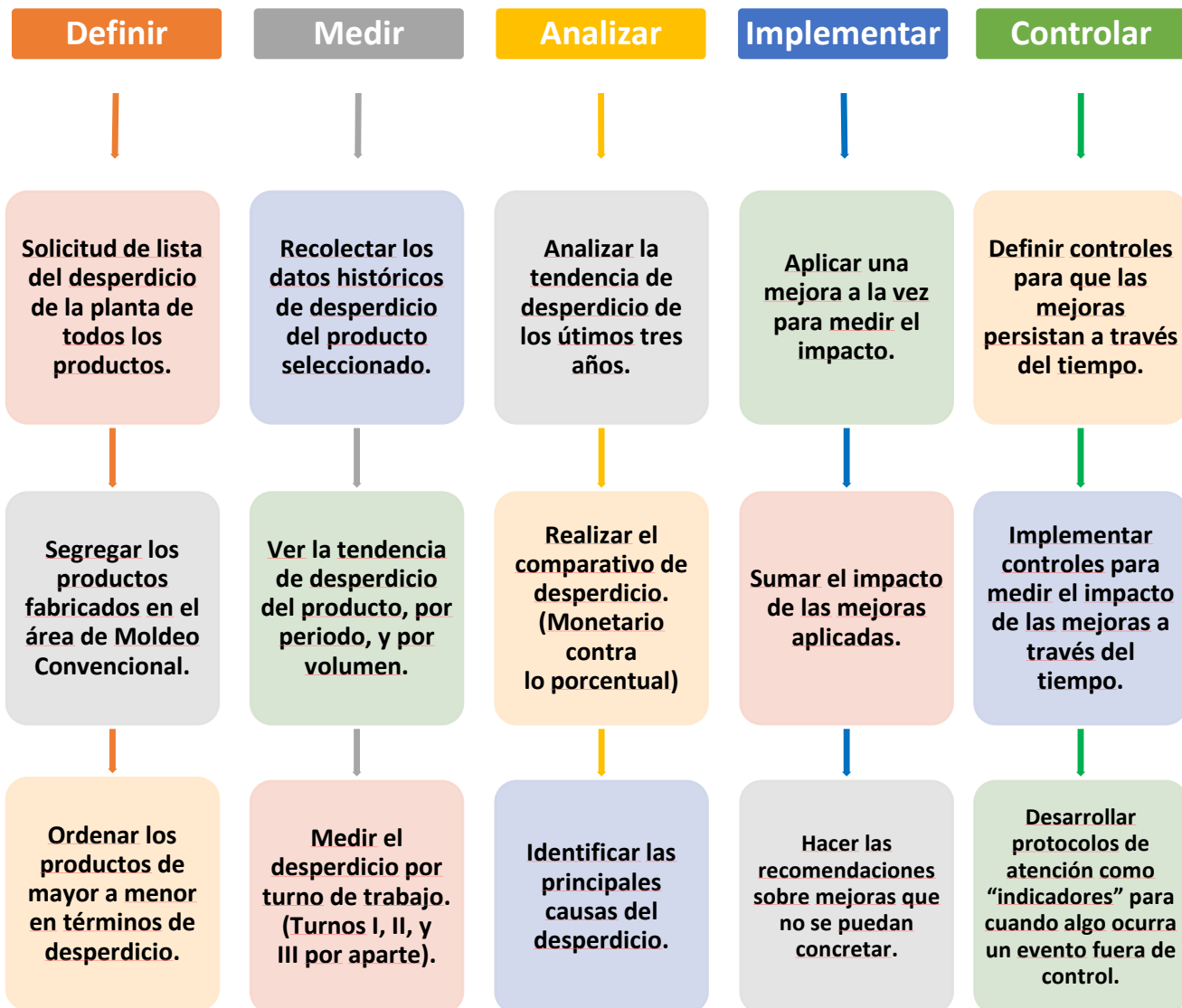


Figura 37

Fuente: Elaboración propia

Para la imagen anterior, básicamente se identificaron los pasos por seguir para cada etapa del DMAIC, en forma resumida, para cubrir todas las fases y generar una guía de las herramientas indicadas para ser aplicadas durante el desarrollo del proyecto.

3.2 Características del estudio

3.2.1 Características del Proyecto

La actividad que le permite al hombre adquirir certeza de las cosas, hacer tangibles muchas explicaciones y entender otras teorías, es el conocimiento, por lo que “conocer” es una actividad por medio de la cual el hombre se manifiesta como un conjunto de representaciones sobre las cuales tiene certeza de que son verdaderas.

En rigor, para el desarrollo respectivo de este estudio, se requiere conocer el proceso al cual se va a enfrentar, para permitir que se visualicen claramente las herramientas idóneas por implementar. Ahora, se mencionan cada uno de esos tipos de estudio que pueden desarrollarse y detallar los criterios de este estudio.

3.2.2 Estudio según su finalidad

Teórica: Actividades que se enfocan en una orientación de búsqueda de conocimientos nuevos, desarrollando fundamento teórico en el ámbito científico, pero sin algún fin práctico o de aplicación. Se caracteriza porque parte de un marco teórico y radica en formular nuevas teorías o modificar las existentes, ante la existencia de una gran cantidad de procedimientos, mucha terminología y procesos serán estudiados de estos BOP (Procedimiento de Operación Básico).

Práctica: Este tipo de actividades sugieren la resolución de problemáticas, mediante hechos prácticos o de aplicación, ejecutar alguna acción que repercuta en un cambio. Busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Esta investigación busca conocer para hacer y actuar y con la oportunidad de ingresar al área de producción de la planta, es posible.

Mixto: Aporta un beneficio doble, en donde podría combinarse un estudio teórico para tomarlo como fuente, para de una manera práctica sintetizar la solución a una problemática, por esto, es una combinación de las dos anteriores.

En el caso particular de este estudio, contempla una proyección de finalidad práctica, debido a que, a través de distintas metodologías, se ofrecerán propuestas, para implementar mejoras que al final representarán la solución de un problema.

3.2.3 Estudio según su carácter

Causal: Busca explicar las características encontradas en un fenómeno, el por qué se dio, así también el cómo pasó, para esto se consideran los factores que influyeron en la causa raíz del evento.

Exploratoria: Procede a examinar un tema poco estudiado y aporta información para que otros investigadores luego continúen profundizando el tema.

Prospectivo: El propósito es investigar la situación actual con el fin de aportar información que permita tomar decisiones y evitar futuros problemas, ya sean nuevos o reincidentes.

Participativo: Investigar una problemática, incluidos: los sujetos afectados de forma directa, en la identificación, análisis y solución del problema.

Correlacional: De alguna manera clara y certera, relacionar dos (2) o más factores en una investigación o estudio, con el fin de conocer el grado de relación e influencia que hay entre estos.

Retrospectivo: Le compete el estudio de un fenómeno en el presente, pero considerando ampliamente los antecedentes de dicho fenómeno y la influencia que ello tiene en el presente.

Descriptiva-analítico: Describir un fenómeno, situación o evento, Que ayude a señalar y reflexionar sobre características y atributos que éste presente.

Experimental: con la finalidad de controlar los fenómenos, estudia las relaciones de causalidad utilizando la metodología experimental. Es un proceso responsable de elegir uno (1) o varios grupos de elementos o individuos sobre los que se está aplicando el estudio (una serie de pruebas, preguntas, entre otros) y se estudian sus reacciones ante estas evaluaciones.

Evolutivo: Estudiar el comportamiento que ha tenido una situación en particular a lo largo del tiempo para identificar los cambios en su dinámica, así como sus contradicciones y su dirección, y entender esa tendencia evolutiva.

El presente análisis, requiere la combinación de varios de los mencionados anteriormente, para sintetizar el matiz que cada carácter le ofrece al estudio, en donde por medio de un diagnóstico, procesos de medición y control de datos, se busca explicar y cuantificar el problema en estudio, y al mismo tiempo, generar propuestas que, después de ser evaluadas, se determinarán las mejoras óptimas que serán aplicadas al proceso.

3.2.4 Estudio según su naturaleza

La naturaleza de un estudio tiene que ver con el tipo de dato que se recolecta, el método para recolectarlos, los instrumentos para procesarlo y el tipo de análisis que se hace de estos. Dependiendo de los datos y la forma de recolección permitirá visualizar la naturaleza de mejor manera, para entender que es lo que está presente en el campo donde se busca implementar una mejora que resuelva un problema de desperdicio.

Cuantitativo: este tipo de estudio se fundamenta en los aspectos observables y susceptibles de cuantificar, se sirve de la estadística para el análisis de los datos (representados, pero no se limitan a: porcentajes, cantidades, costos, promedios, proyecciones, totales, coeficientes, relaciones de variables).

Cualitativa: este criterio, estudia los significados de las acciones humanas y de la vida o relaciones sociales, en donde el tratamiento de los datos es de tipo cualitativo (lo que incluye, pero no se limita a: opiniones, percepciones, juicios, sentimientos, apreciaciones, conductas, actitudes, símbolos, lenguajes y más).

Inclusive una naturaleza **mixta** implica proceder a la recolecta y análisis de datos cuantitativos y cualitativos. Como idea, el plano comparativo o equivalente entre las funciones de un obrero en relación con el salario devengado, según la valoración pertinente.

Por ende, la naturaleza plasmada en este estudio, es cuantitativo, ya que se basa en datos medibles, los mismos están sujetos a los análisis estadísticos.

3.2.5 Estudio según su marco

Mega: un estudio realizado en la empresa Hospira Costa Rica, la cual se ubica en La Aurora de Heredia, en la zona franca Global Park.

Macro: proyecto que tiene lugar en el Departamento de moldeo convencional.

Micro: un poco más específico, mencionar que se trabajará con el producto “Sight Chamber”, uno de todos los productos del proceso de moldeo de partes, para la elaboración de set de infusión médica.

3.2.6 Estudio según su delimitación a través del tiempo

Transversal: Son estudios que analizan aspectos en un momento específico, se realiza un lapso y se analiza en ese momento dado el fenómeno estudiado.

Longitudinal: Son estudios o investigaciones sobre un aspecto o problema cuyo impacto es a largo plazo; analiza el comportamiento del fenómeno a través de un período de tiempo que puede ser de años, décadas e incluso, siglos (pero requiere el manejo de datos acerca de varios años para hacer la ubicación histórica y prospectiva).

Este estudio requiere la delimitación de dimensión temporal transversal, ya que el mismo se realizará en un periodo determinado, el cual estima abarcar entre octubre de 2016 a febrero de 2017.

3.2.7 Otras características del estudio

Mencionar detalles acerca del estudio: bajo qué condiciones se desenvuelve, es siempre algo importante. Se tiene como posibles campos de desarrollo el campo, los laboratorios, o bien, condiciones de trabajo mixto.

Laboratorio: las acciones se realizan en un área controlada de laboratorio, es decir, un escenario “artificial” (lo que quiere decir que conlleva la acción intencionada de las condiciones).

Trabajo de campo: son estudios que se realizan en condiciones “naturales” (no han sido alteradas de ninguna forma) y que permiten generalizar los resultados de forma práctica.

El propósito de este estudio requiere realizar un diagnóstico de la situación actual, por lo que se empleará un trabajo de campo, para conocer la realidad del proceso actual, mediante la observación, análisis, y control de los procesos para poder tomar decisiones.

3.3 Los sujetos y las fuentes de información del proyecto

3.3.1 Fuentes Primarias

El proceso donde se lleva a cabo el estudio, así como los clientes directamente afectados, todos los colaboradores del área de Moldeo Convencional, quienes laboran cotidianamente en el área de producción: operarios de producción, técnicos de moldes, personas de mantenimiento, líderes de producción, supervisores; y además de estos, también los principales interesados de que sus procesos sean más eficientes, los puestos de gerencia de manufactura.

Departamentos de soporte involucrados: Taller de Moldes, Departamento de Materiales, Departamento de Planificación de la Producción, Áreas de Ingeniería, Mantenimiento Industrial, Departamento de Calidad, y la parte de supervisión junto con la gerencia de manufactura.

3.3.2 Fuentes Secundarias

Contemplados como fuentes secundarias, se cuenta con los procedimientos de la empresa, llamados SOP's (Procedimientos de Operaciones Estándar que aplican para el área de moldeo, y que se relacionan con los procesos de producción. Además, de textos varios mencionados y enlistados en la bibliografía, relacionados con el área de Ingeniería Industrial y Mejora Continua.

3.3.3 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información

Como se comentó anteriormente, se aplicarán conocimientos, métodos y herramientas propias de la Ingeniería Industrial y de Mejora Continua, así como la aplicación de instrumentos ya existente para estudios; sin embargo, pese a las referencias bibliográficas, es importante plasmar teóricamente para fundamentar la aplicación, clarificar terminología y poner bajo contexto la herramienta según sea el caso.

3.3.4 La deducción, inducción, dialéctica, tipologías, experimentación.

Como menciona el Dr. Rafael Caldach Cervera (catedrático de Relaciones Internacionales de la Universidad Complutense de Madrid) en su curso de doctorado:

*“El método o razonamiento **dialéctico** consiste en descubrir las contradicciones existentes entre los diversos elementos que forman parte de la realidad investigada para conocer las proposiciones o leyes que explican la dinámica de esa realidad y poder deducir las posibilidades y formas en que producirá el cambio a otra realidad superadora.” (...)*

Donde, para el proceso de Moldeo Convencional, se expresaría la necesidad de retar la dinámica del proceso para encontrar las oportunidades de mejora que tenga.

*“Consiste en la determinación de las características o enunciados de la realidad particular que se investiga por derivación o consecuencia de las características o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas previamente. La **deducción** trata de derivar las consecuencias particulares o singulares de las premisas o conclusiones generales establecidas y aceptadas. Ej. Todas las guerras provocan víctimas entre la población civil luego la guerra de Kosovo provocará víctimas entre la población civil.”(...)*

Ahora, de igual manera para el proceso de Moldeo Convencional, insta a estudiar cómo se lleva a cabo el proceso de producción de “Sight Chamber”, y cómo las particularidades de este proceso, se diferencian de los demás productos.

*“En efecto, el empleo del método **inductivo** nos permite generalizar a partir de casos particulares y de este modo avanzamos en nuestro conocimiento de la realidad ya que futuros fenómenos, similares a los recogidos en la formulación científica general que hemos inducido, podrán ser comprendidos, explicados y pronosticados sin necesidad de esperar a que acaezcan y sean investigados analítica o comparativamente”. (Cervera, 1999)*

Además, lo anterior sirve para empezar a relacionar la problemática central con los problemas secundarios y otros que se interrelacionan.

3.3.5 Historias de vida

Actualmente, el área de Moldeo Convencional está conformado por personal que ha pertenecido al área por muchos años, lo que agrega un valioso conocimiento del proceso, experiencia por parte de los operarios que interactúan directamente con el material. Por esto, las historias de vida, o bien, las experiencias que hayan vivido alrededor de este producto y este proceso, serán de mucho peso.

3.3.6 La entrevista

La entrevista es una conversación, por lo general oral entre dos personas, de los cuales uno es el entrevistador y el otro el entrevistado. Ventajas de la entrevista:

- ✓ Concede el contacto con personas que no saben leer ni escribir.
- ✓ Brinda un escenario para así apreciar el lenguaje no verbal.
- ✓ Brinda la capacidad de observar opiniones y aptitudes.
- ✓ Precisa y aclara preguntas, para mejores respuestas.
- ✓ Permite verificar las respuestas, de manera oral.
- ✓ También, facilita la labor de persuasión.
- ✓ Captura el ambiente natural.

3.3.7 La encuesta y el cuestionario para los proyectos

Un instrumento que consta de una serie de preguntas escritas para ser resuelto sin intervención del investigador, la función básica de un cuestionario es obtener por medio de la formulación de preguntas adecuadas, las respuestas que suministren los datos necesarios para cumplir con los objetivos del estudio, para esto la información debe ser: pertinente, válida y confiable. Ventajas del cuestionario:

- ✓ Evita la presencia del entrevistador que, podría resultar molesta para responder.
- ✓ Deja en absoluta libertad de expresión, permitiendo consultar al informante.
- ✓ Podría ser contestado al mismo tiempo por muchos encuestados.
- ✓ Alcanza un mayor número de entrevistados.
- ✓ Permite guardar el anonimato.

3.3.8 El estudio y la participación

3.3.9 La observación directa o indirecta

Este tipo de metodología, permite obtener información acerca de los fenómenos y/o acontecimientos tal y como se producen en su forma original, es un proceso sistemático por el que un especialista recolecta por sí mismo información relacionada con ciertos problemas, y estos relacionados a otros a su vez.

La observación es el producto de la percepción del que observa, junto a este proceso, está la interpretación que debe hacerse de lo observado (incluye las metas, los prejuicios, el marco de referencia, las aptitudes, de quien es observado, además de algún instrumento utilizado para realizar y registrar la observación).

El desarrollo del presente proyecto, se basa en la técnica de estudio de observación directa en su mayoría, no obstante, cabe la posibilidad de combinar con entrevistas para la recolección de la información. También, la participación del personal del área de Moldeo Convencional será significativa, pues las propuestas serán evaluadas junto a ellos, y al momento de implantar una mejora que impacte positivamente al área y a la problemática de la situación actual, el mismo personal continuará ejecutando las tareas.

3.3.10 Los grupos focales y entrevistas grupales

Es una técnica cualitativa de estudio de las opiniones o actitudes de un público, utilizada en ciencias sociales y en estudios comerciales, en comportamiento del consumidor, los grupos focales son utilizados para enfocarse o explorar un producto o una categoría de productos en particular (o cualquier otro tema de interés para la investigación).

Las prensas moldeadoras de la planta, Hospira Costa Rica, son atendidas constantemente por técnicos de proceso que velan por el correcto funcionamiento de las mismas, Moldeo Convencional cuenta con cinco prensas destinadas a la manufactura de este producto -“Sight Chamber”- y por ende, la opinión y aporte grupal de los cinco técnicos (1 técnico por cada máquina), además del operador que se encarga de la revisión y empaque del producto resulta sustancial.

CAPÍTULO IV

4. Línea base y análisis de causas

4.1 Etapa DMAIC: Definir

El detalle de definir primeramente el objeto de estudio, para así medirlo, analizarlo, buscar una mejora o solución a alguna problemática se torna vital.

“Si tuviera una hora para salvar el mundo, utilizaría cincuenta y cinco minutos para definir el problema, y sólo cinco minutos para encontrar la solución”

Albert Einstein

Por esto, se consultó los registros financieros de la compañía para entender los comportamientos del desperdicio a través del tiempo, periodo 2015. El objetivo era la reducción del desperdicio del Commodity que representara mayor desperdicio para el área, y los resultados preliminares son claros, se identifica producto por producto su aporte en el desperdicio total de la planta, y segregando los Commodities o productos del área de Moldeo Convencional, se logran determinar tres Commodities (Ver Figura 38)

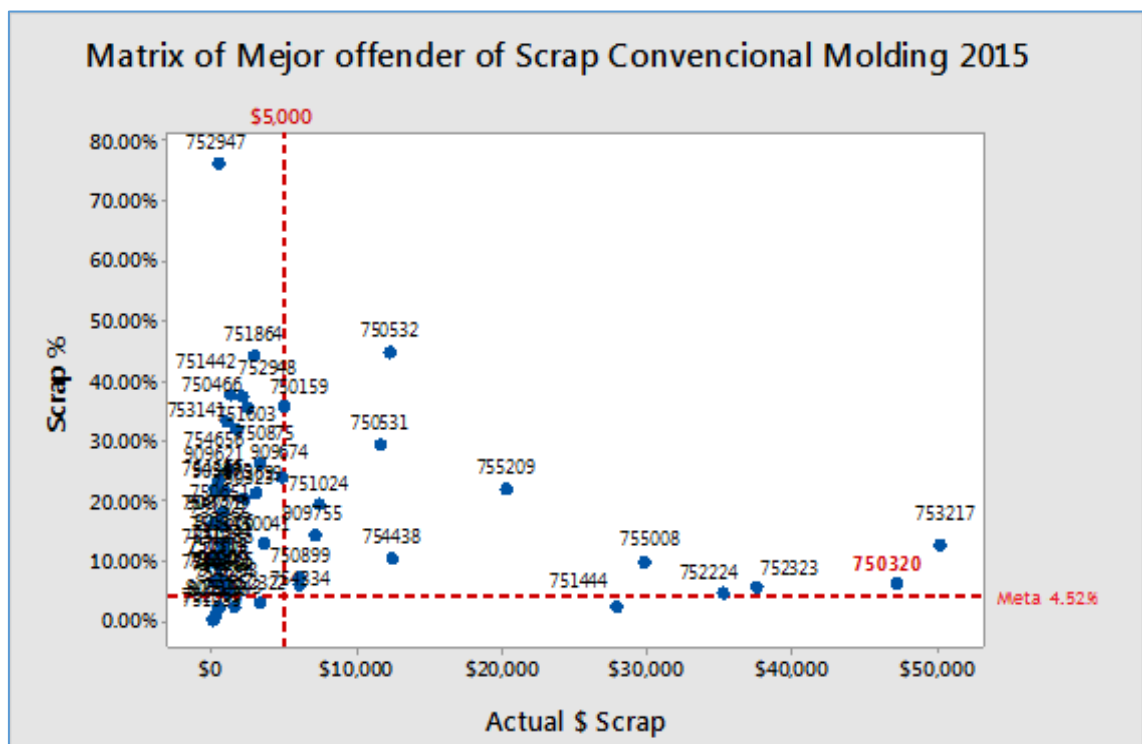


Figura 38

Fuente: Elaboración propia

De la matriz anterior se pueden visualizar dos Commodities, como punteros en cuanto a desperdicio, siendo en orden descendente:

- 753217 (Male Adapter)
- 750320 (Sight Chamber)
- 752323 (Piercing Pin)

Los 3 (tres) commodities forman parte del 80% del inventario ABC de la planta. (Ver ANEXO E: Inventario ABC de commodities). Lo que señala a estos Commodities mencionados como el desperdicio más representativo de la planta, y de ahí, parte la prioridad de intervenirlos, con el objeto de mejorar la situación.

También, en un diagrama de Pareto, es posible ver al Sight Chamber en esa segunda posición, periodo 2015. (Ver Figura 39) La tendencia de desperdicio de este Commodity ha ido creciendo,

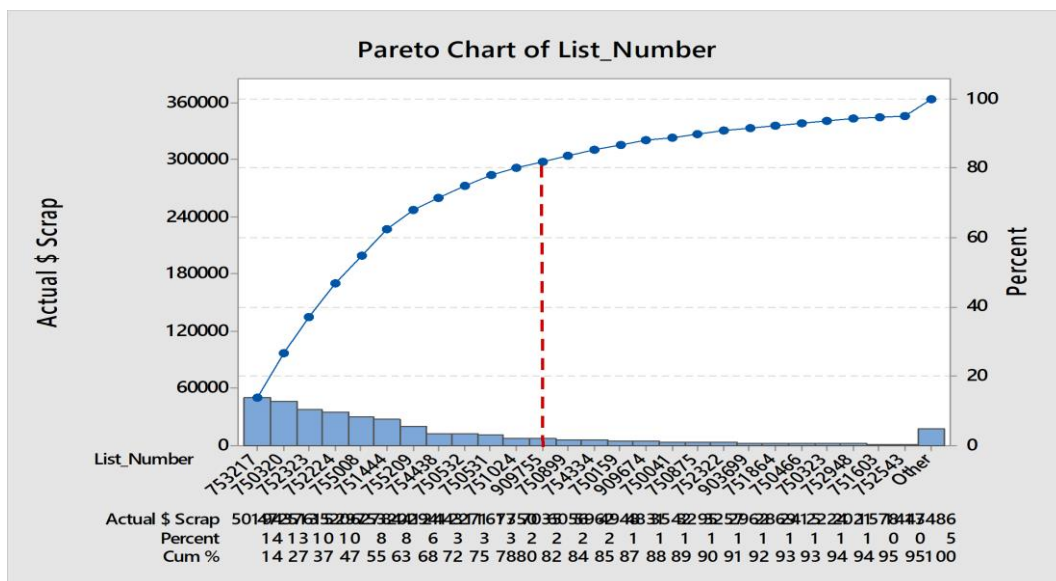


Figura 39

Fuente: Elaboración propia

Este Pareto muestra al Sight Chamber por debajo de los \$ 60 000 USD, superando la meta de desperdicio establecida. Mientras que para el 2016 la tendencia varía un poco, y el Sight Chamber incrementa su desperdicio. (Ver Figura 40)

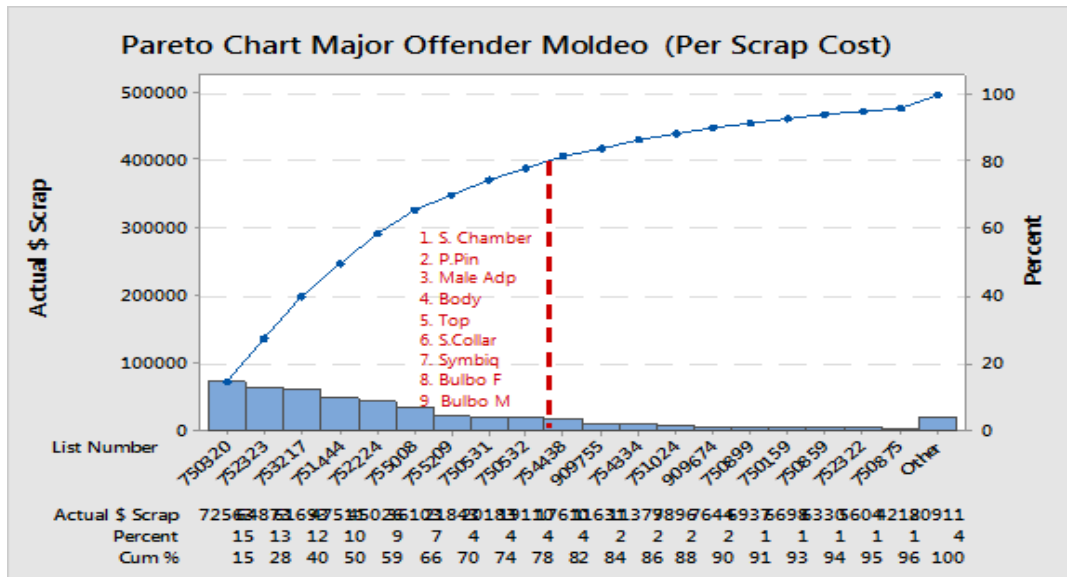


Figura 40

Fuente: Elaboración propia

Para el 2016, todo el piso de producción mostró el siguiente comportamiento:

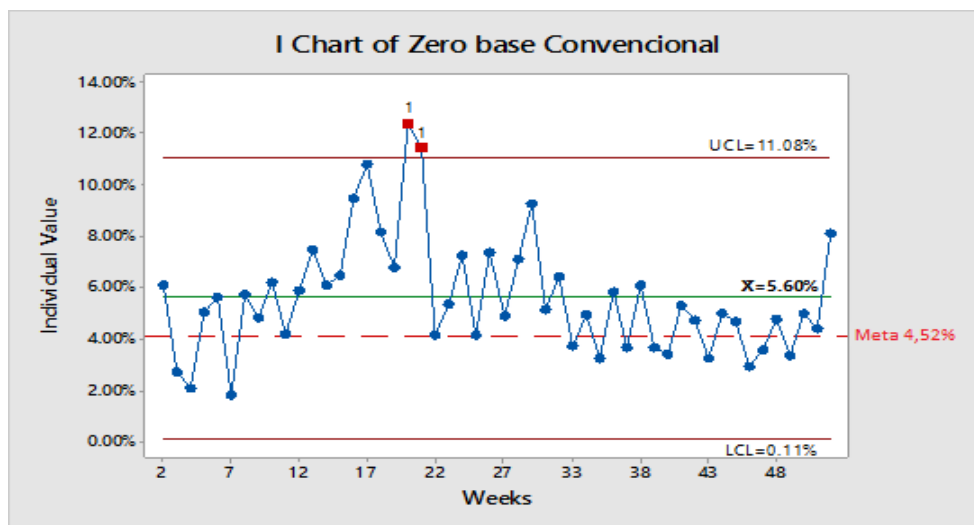


Figura 41

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el gráfico anterior (ver Figura 41), toda el área de moldeo tiene como meta global, es decir, entre todos los productos producidos de generar un

Universidad Hispanoamericana • Ingeniería Industrial

Scrap máximo del 4.52%, y rondó los 5.60%¹. De ese total, el comportamiento de Sight Chamber contribuyó en el 6.05% de Scrap del total, como se ve en el siguiente gráfico (ver Figura 42):

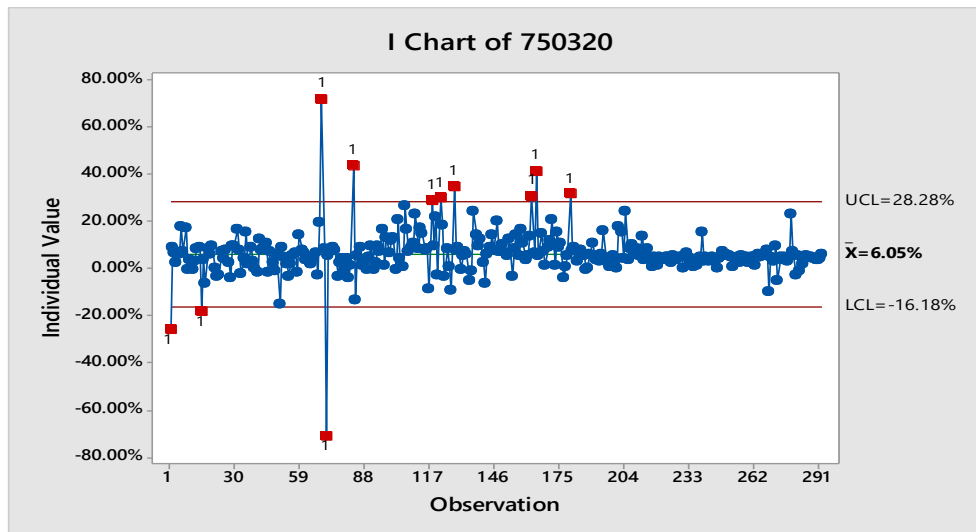


Figura 42

Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Project Charter

Se completó, bajo los requisitos de la empresa, y lo establecido en este proyecto, un Project Charter, o bien, un Acta de Constitución de Proyecto para documentar y oficializar el proyecto por desarrollar. (ANEXO D: Project Charter)

4.1.2 SIPOC

Siendo un proceso, un conjunto de actividades consecutivas y repetitivas que utiliza los recursos de una compañía para la obtención de bienes y/o servicio, para consumo de clientes internos o externos, se tiene:

¹ Metas de Scrap son calculadas por los departamentos de Ingeniería Industrial y Finanzas, y revisadas anualmente, según el volumen de demanda pronosticado, históricos y tendencias. Ver Ver ANEXO E: Inventario ABC de commodities.)

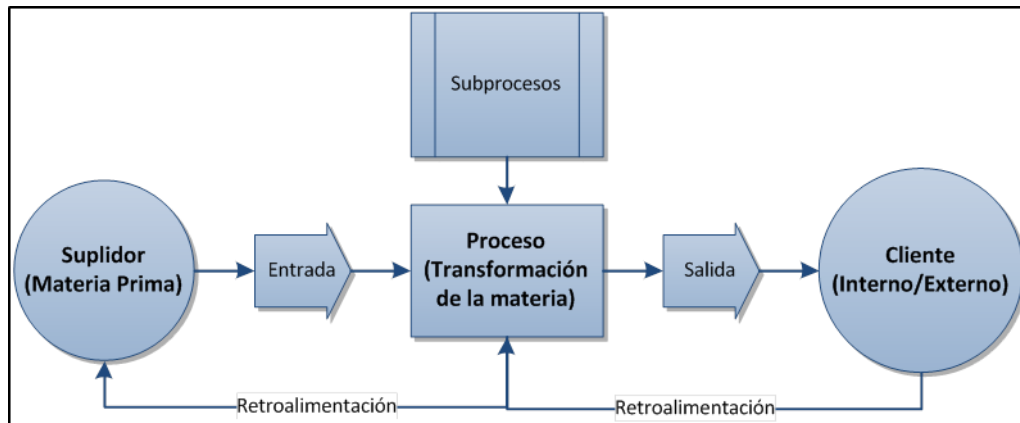


Figura 43

Fuente: Elaboración propia

Para esta etapa, se utiliza la herramienta SIPOC, para ayudar a la correcta definición del problema, donde se realiza una identificación del proceso a gran escala, en el diagrama de flujo anterior, se puede identificar donde están ubicados proveedores, proceso, y cliente en la cadena de valor del proceso. Para la parte más detallada (el proceso y sus subprocesos) se realiza un ejercicio con el personal a nivel operativo de la planta del área de Moldeo Convencional para entender los por menores.

Este tiene el objetivo de identificar todas las etapas del proceso, aún más detallado de “Manufactura del Sight Chamber” mencionado en el SIPOC, donde se entiende el flujo del material y la secuencia de actividades por realizar desde la recepción, manipulación, transporte, asignación, y carga de la resina hasta la obtención de las piezas finales, listas para ser enviadas al cliente, en este caso interno, el siguiente proceso de sub ensambles. Este conjunto de actividades de manufactura se muestra en el siguiente diagrama de flujo (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

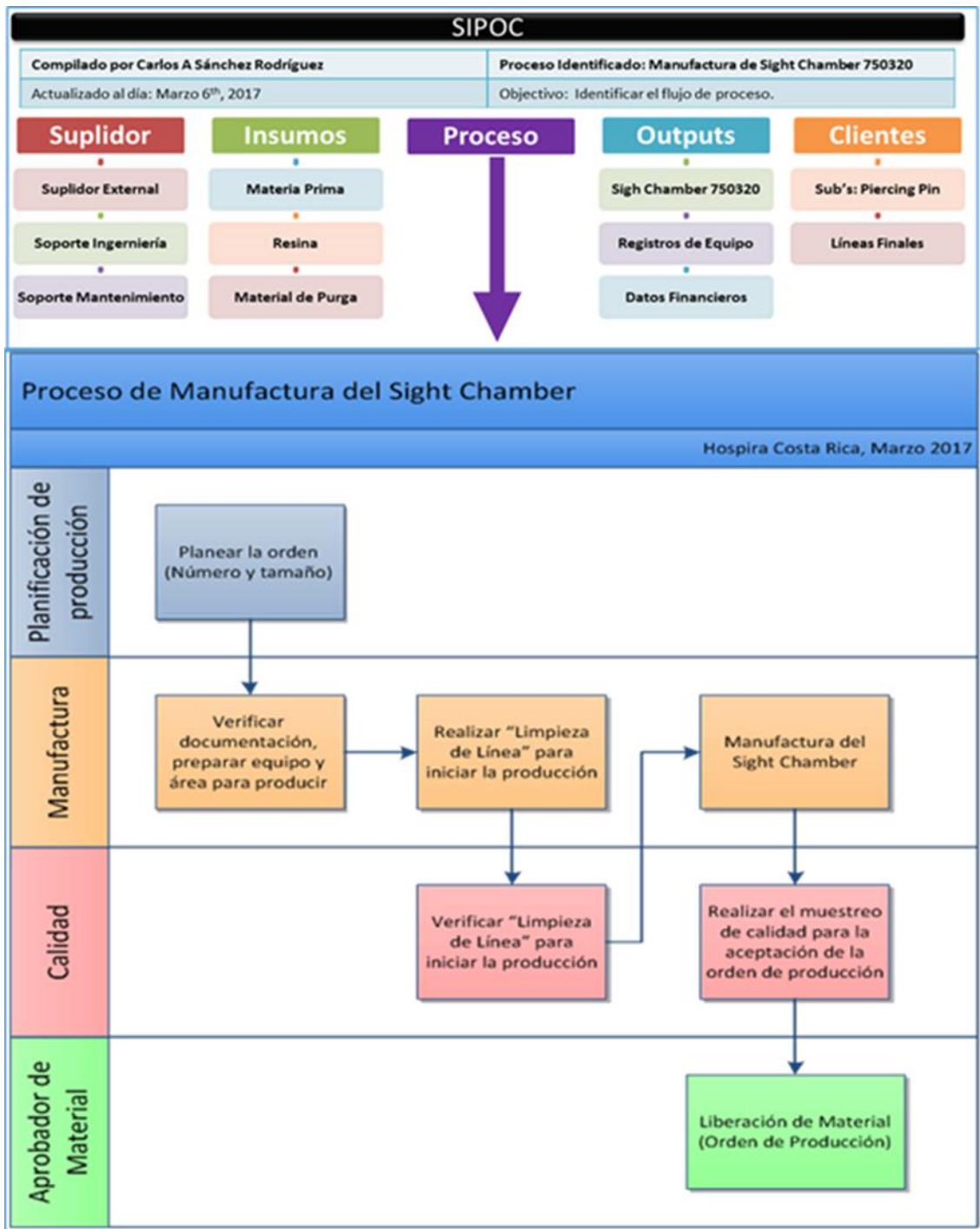


Figura 44

Fuente: Elaboración propia

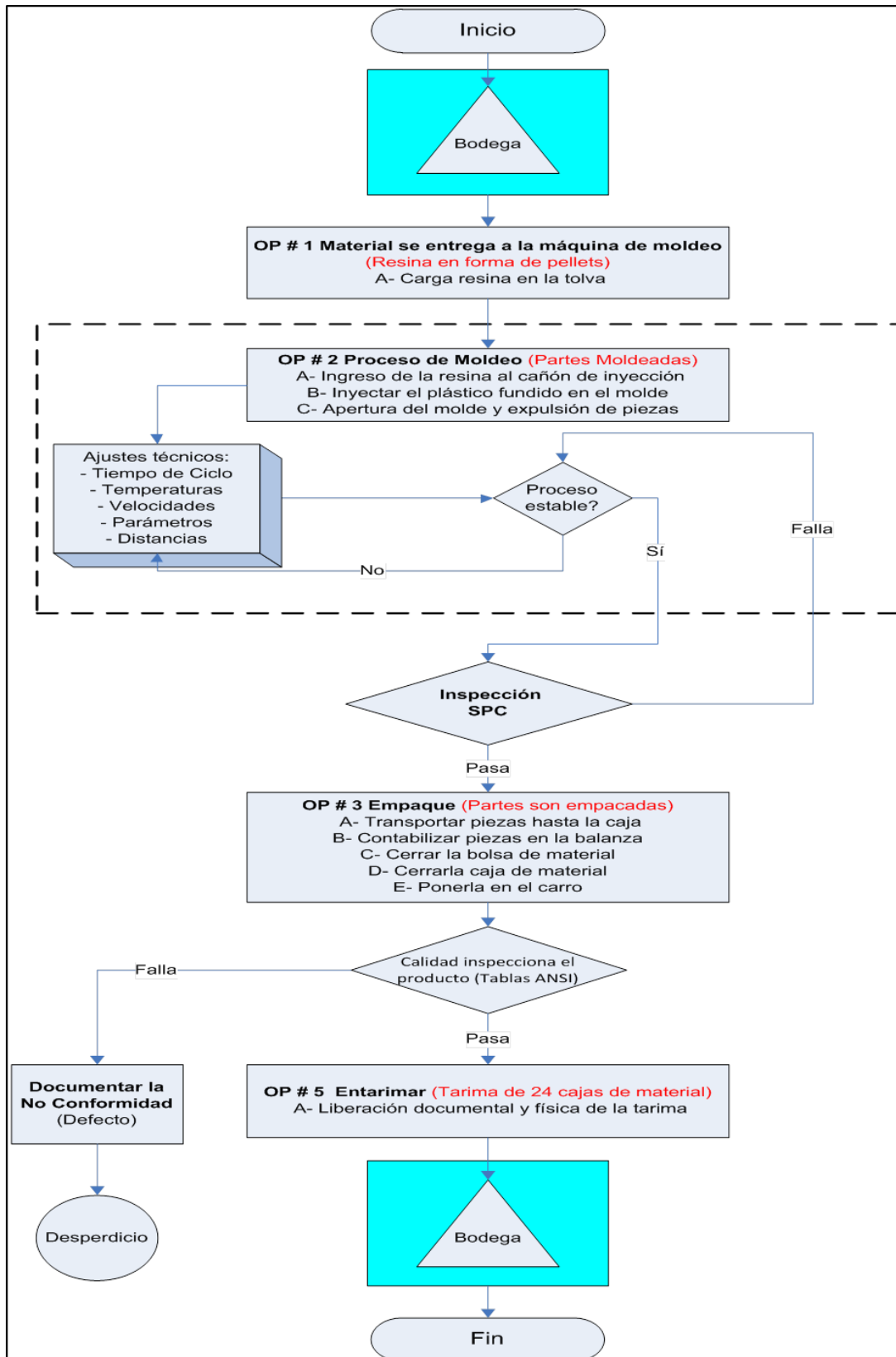


Figura 45

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, del flujograma anterior, se tienen cinco operaciones principales (asignación y carga de resina, inyección y moldeo de partes, aceptación de producto, y empaque). Cuando la resina “virgen” (proveniente del suplidor externo) se recibe en las bodegas de HCR, se almacena hasta ser requerida, cuando se necesita producir Sight Chamber se solicita este material e inicia el proceso, al finalizar, existe otro almacenamiento en bodega, donde queda en espera de que el área de sub ensambles requiera las piezas para su proceso de manufactura.

Este último almacenamiento es producto de la correcta liberación de producto (Sight Chamber 750320) tras la aprobación de las pruebas de calidad (dimensional, física y visual). La evaluación visual la realiza el personal de manufactura mediante una inspección 100%, lo que indica que se revisan el total de piezas.

4.1.3 VOC

Además, se cuenta con un VOC (Voice Of Customer, “Voz del Consumidor” por sus siglas en inglés) - en este caso sub ensambles- donde notifican de sus principales disconformidades con respecto a los productos recibidos por el área de Moldeo.

Según el siguiente diagrama de flujo, el proceso de manufactura del Sight Chamber se ve en medio de los recursos y la administración de los mismos; las piezas que se produzcan fuera de especificación (material no conforme) se torna en desperdicio y la inadecuada administración de los recursos disponibles genera desajustes de inventario, lo que más tarde afecta los datos financieros, incrementando el costo de producción de las órdenes (ver Figura 46):

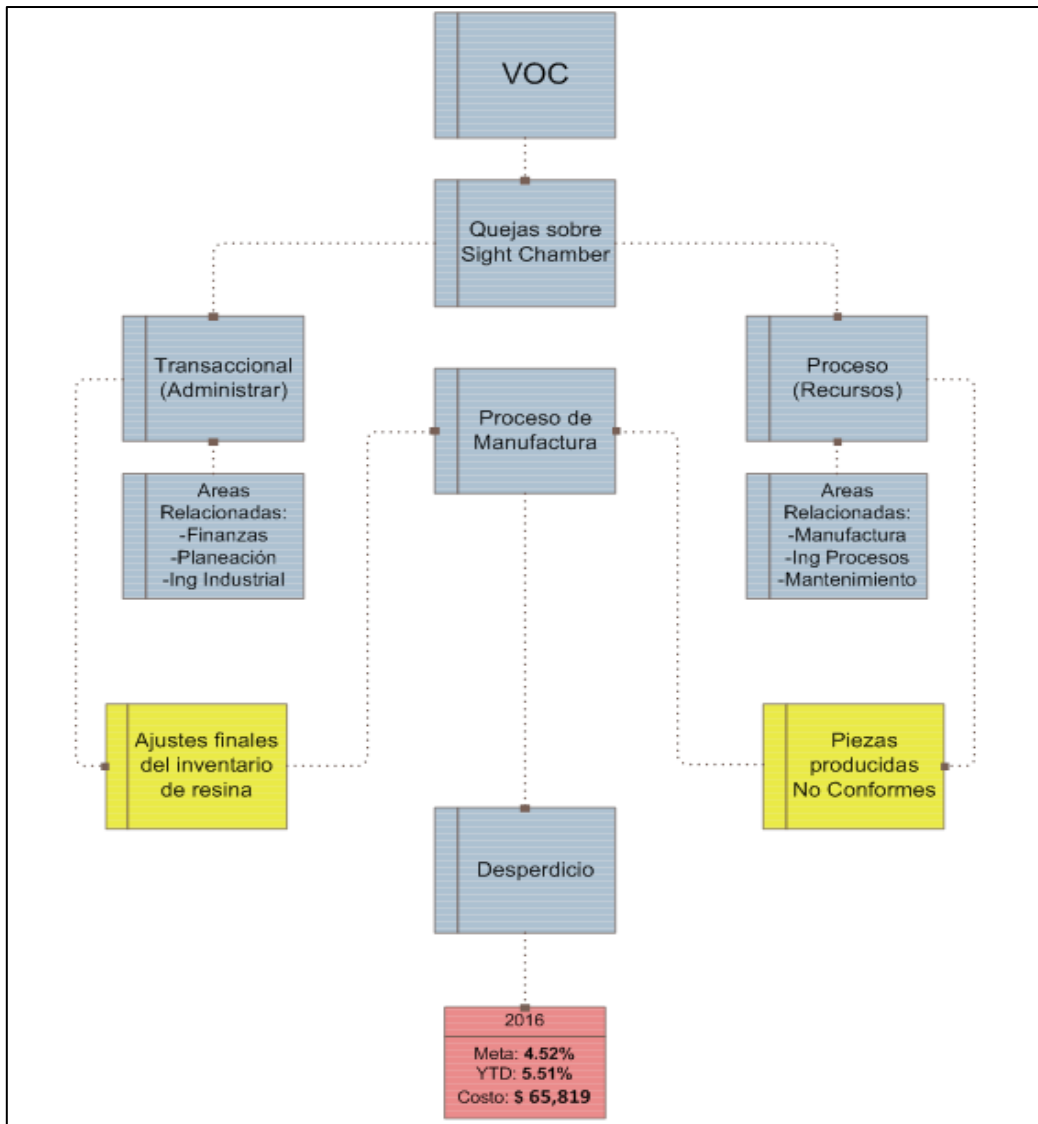


Figura 46

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las quejas se agruparon en dos categorías (proceso, y transacciones) para simplificar el VOC.

Según la teoría de la metodología, no existe un “VOC” monolítico, y más bien pueden tornarse muy diversos, dependiendo de las necesidades de los clientes y la industria, y la importancia es entender la perspectiva del cliente para entender si el proceso se ajusta a esas necesidades.

4.1.4 Cts.

Otro indicador importante en el VOC se denomina CT's, "Critical to" ("Crítico para"). Estos "CT's" se nombran según el requerimiento del cliente, en el caso del Sight Chamber se tendría la siguiente tabla:

Sight Chamber				
CT's	[Inglés]	[Español]	Razón	Efecto
	Critical to	Crítico para		
CTQ	Quality	Calidad	Defectos	Genera re-trabajos
CTD	Delivery	Entrega	Retrasos	Compromete la producción
CTC	Cost	Costo	Desperdicio	Aumenta los costos

Tabla 2

Fuente: Elaboración propia

La relación directa entre los CT's se aprecia cuando el factor crítico para la calidad –defectos- genera re-trabajos, lo que retrasa la liberación de órdenes, esto afecta el factor crítico para la entrega y por consiguiente, los costos aumentan.

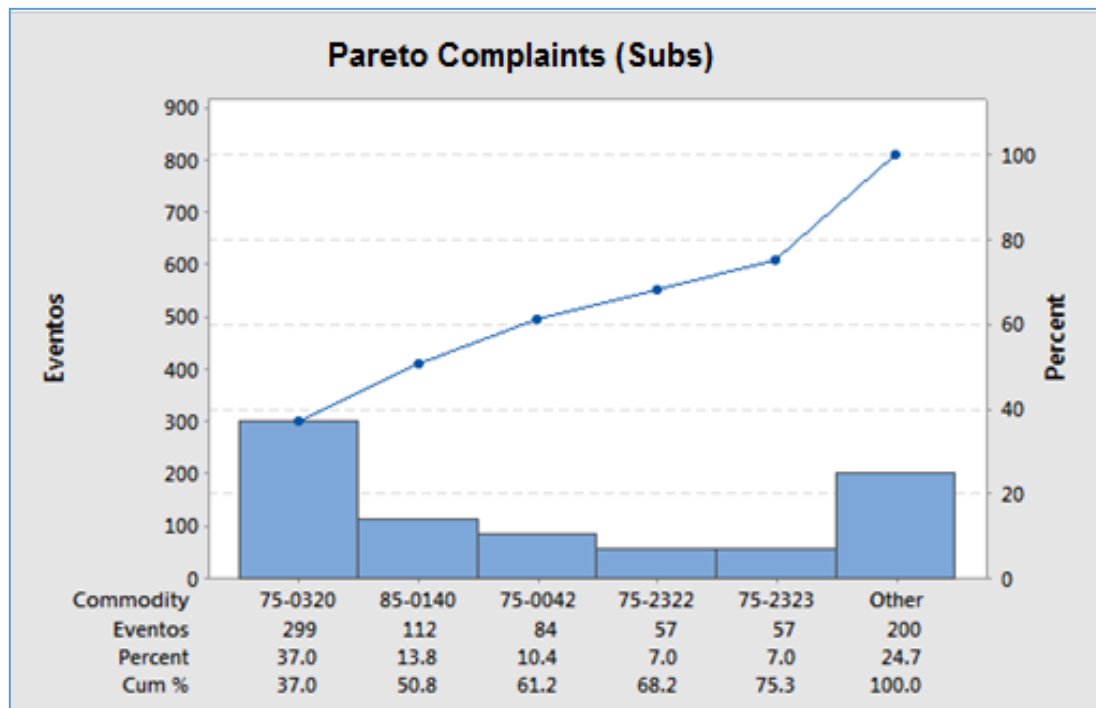


Figura 47

Fuente: Elaboración propia. VOC ejecutado en Sub-ensambles

El Pareto anterior (Figura 47) ordena todas las quejas reportadas hechas al Departamento de Moldeo Convencional, y el Sight Chamber lidera la categoría, por lo que se justifica el CTQ (Crítico para la calidad) dada la presencia de muchos defectos que sobrepasan los muestreos de calidad y llegan a manos del siguiente proceso, el cliente interno. El tema financiero se vuelve crítico cuando se realizan o se toman decisiones llamadas "reclasificaciones", donde Sub ensamblés le asigna los costos de re trabajos al área de moldeo, lo que nuevamente, incrementa el costo individual de las órdenes y finalmente repercute en el dato semanal de scrap y en el acumulado.

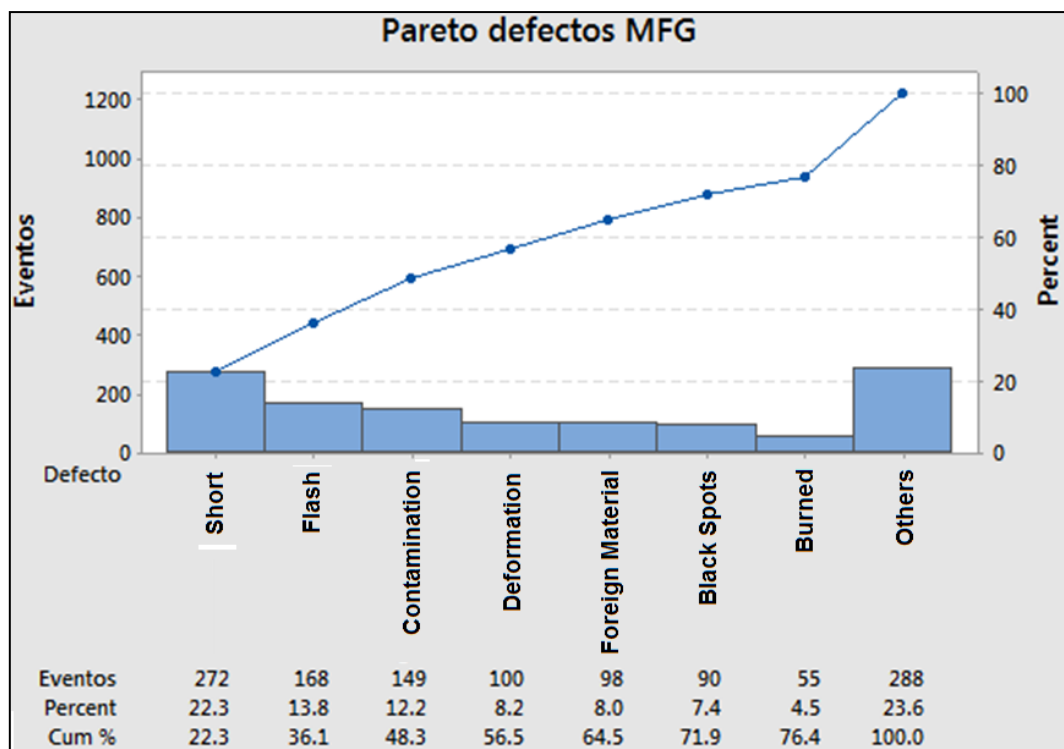


Figura 48

Fuente: Creación propia

De igual manera, el Pareto anterior (Figura 48) ordena los defectos de Sight Chamber por categoría, se obtiene como resultado piezas cortas, que pueden ser provocadas, por tiempos de ciclo elevados, bajas temperaturas del material producto de una mala mezcla entre el material virgen y el material molido. En segundo lugar, piezas con 'flash' o bien, con rebabas o excesos de material producto probable de ciclos altos o exceso de temperaturas muy altas en el molde al final del ciclo.

Las contaminaciones pueden provenir de un agente extraño en el proceso de molido de arañas, que al ser reingresadas al sistema se funden conjuntamente con la

resina, por ejemplo, se han presentado eventos donde algún tornillo o tuerca cae en el molino por efectos de vibración, y las piezas con residuos metálicos se deben desechar.

4.1.5 Diagrama de Afinidad

Para explicar las otras no conformidades del Pareto se agrupan en el siguiente diagrama de afinidad:

Relación	Temperaturas	Tiempo Ciclo	Material Extraño	Equipo
Cortas	X	X		
Quemadas	X	X	X	
Deformadas	X	X		
Falta de llenado	X	X		X
Contaminación	X		X	
Puntos negros	X	X	X	
Rebabas	X	X		X

Tabla 3

Fuente: Creación propia

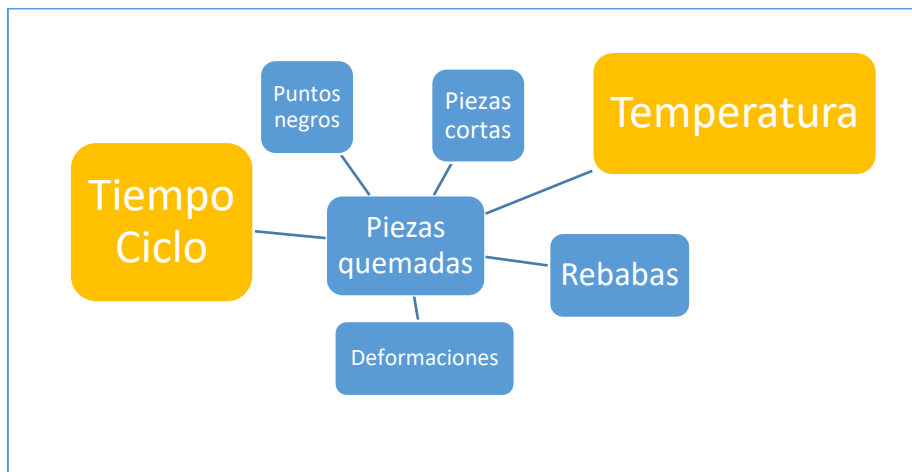


Figura 49

Fuente: Creación propia

El diagrama de afinidad, y la Figura 49 muestran la correlación entre defectos, en función de las causas en común, en la mayoría de los casos –debido a que el proceso siempre presenta variaciones técnicas de materiales- los defectos o unidades no conformes a la especificación técnica de requisitos mínimos de calidad, van ligados a un conjunto de parámetros, es decir, un defecto es producto de un desajuste en alguna variable del proceso, esta variable puede ser uno o varios parámetros alterados y la resolución del problema de calidad, es consecuente con el ajuste en dos o más variables de proceso. Por ejemplo, para evitar estos defectos, se debe equilibrar entre el tiempo ciclo y la temperatura.

4.2 Etapa DMAIC: Medir

En esta segunda fase, se miden aspectos como el desempeño, el desperdicio, los defectos, las quejas, y todos aquellos aspectos que sugieran una tendencia o un comportamiento acerca de algún CTs (Critical to).

Scrap o desperdicio es el foco de estudio de este proyecto, los siguientes gráficos revelan el detalle de Scrap de enero 2015 hasta octubre del mismo año, tanto con puntos fuera de control, llamados ‘Outliers’ como una gráfica filtrada que solamente incluye los valores constantes dentro del proceso normal.

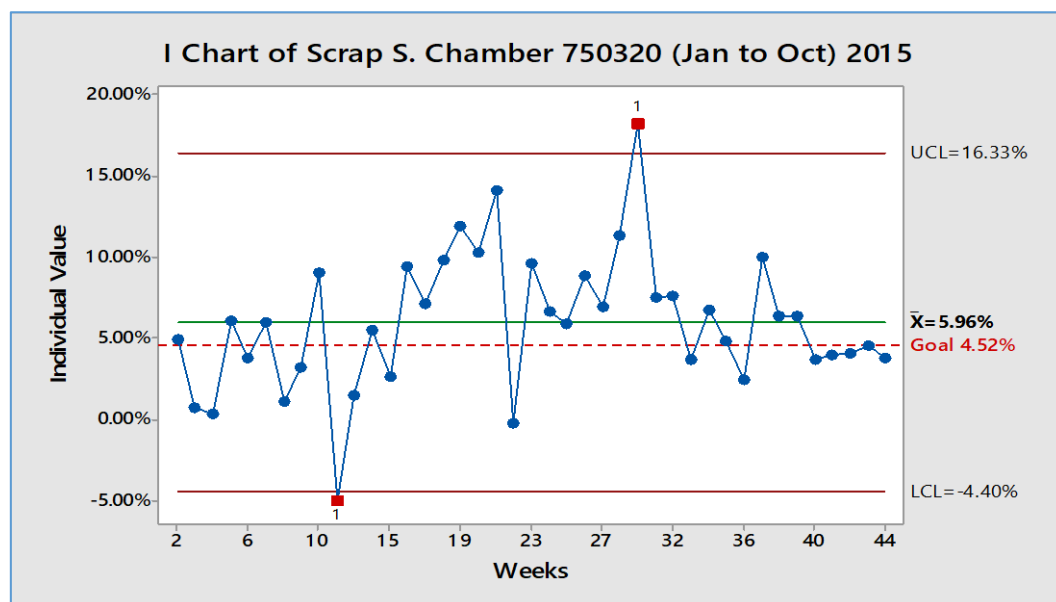


Figura 50

Fuente: Creación propia

El gráfico anterior muestra la tendencia de Scrap de Sight Chamber desde el inicio de año hasta el tercer cuarto del año (enero – diciembre, 2015). Si se observa la categoría ‘Outliers’, tiene un 5,96% de Scrap.

Ahora, si se visualiza la misma gráfica, pero se mide sin los ‘Outliers’ el comportamiento sería de 5.93% de Scrap. En este caso, la variación no es amplia pero la comparación sí es alta. En la Figura 51 se muestra la gráfica resultante.

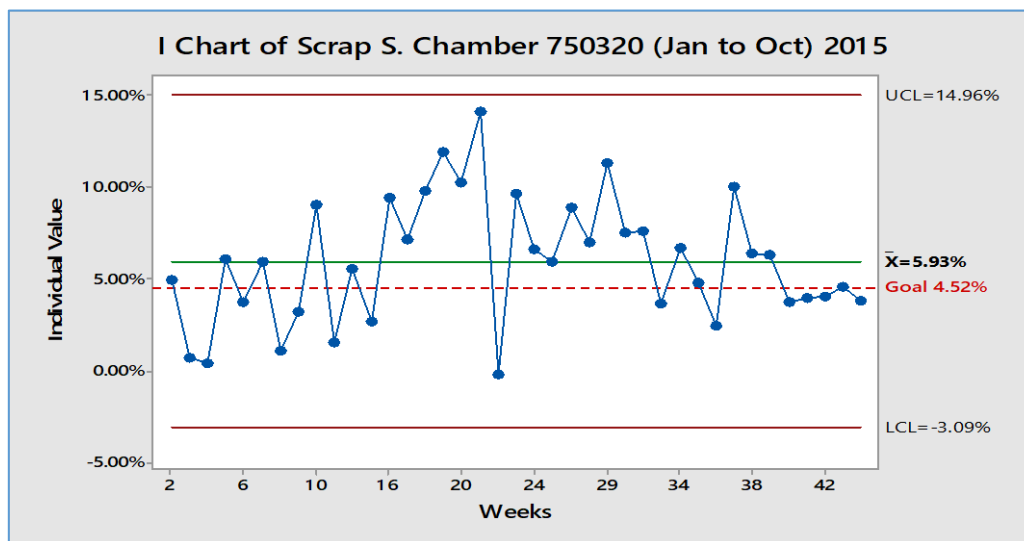


Figura 51

Fuente: Creación propia

La tendencia de Scrap ahora separa por prensa de moldeo muestra los siguientes valores:

Prensa	Lotes	Volumen	\$ Scrap Actual	% Scrap Actual	Meta % Scrap
P01	40	14%	\$ 11,036.88	5.21%	4.52%
P02	51	17%	\$ 13,570.43	5.58%	4.52%
P03	83	28%	\$ 14,219.53	4.35%	4.52%
P04	40	14%	\$ 14,570.48	7.16%	4.52%
P05	78	27%	\$ 21,803.43	5.73%	4.52%
Total	292	100%	\$ 75,200.75	5.51%	4.52%

Tabla 4

Fuente: Creación propia. Reporte de Scrap Hospira, detalle por prensa en 2015

Prensa	Lotes	Volumen	\$ Scrap Actual	% Scrap Actual	Meta % Scrap
P01	5	25%	\$ 948.69	3.31%	4.52%
P02	5	25%	\$ 1,485.86	5.83%	4.52%
P03	4	20%	\$ 845.60	4.20%	4.52%
P04	2	10%	\$ 650.53	6.27%	4.52%
P05	4	20%	\$ 2,810.04	13.72%	4.52%
Total	20	100%	\$ 6,740.72	6.41%	4.52%

Tabla 5

Fuente: Creación propia. Reporte de Scrap Hospira, detalle por prensa en 2016

El FPY (First Past Yield) es una métrica como se mencionó antes, que estima el porcentaje de efectividad de producción de lotes de la siguiente manera, hace una relación entre la cantidad de lotes que se re trabajaron con respecto a todos los lotes que se produjeron.

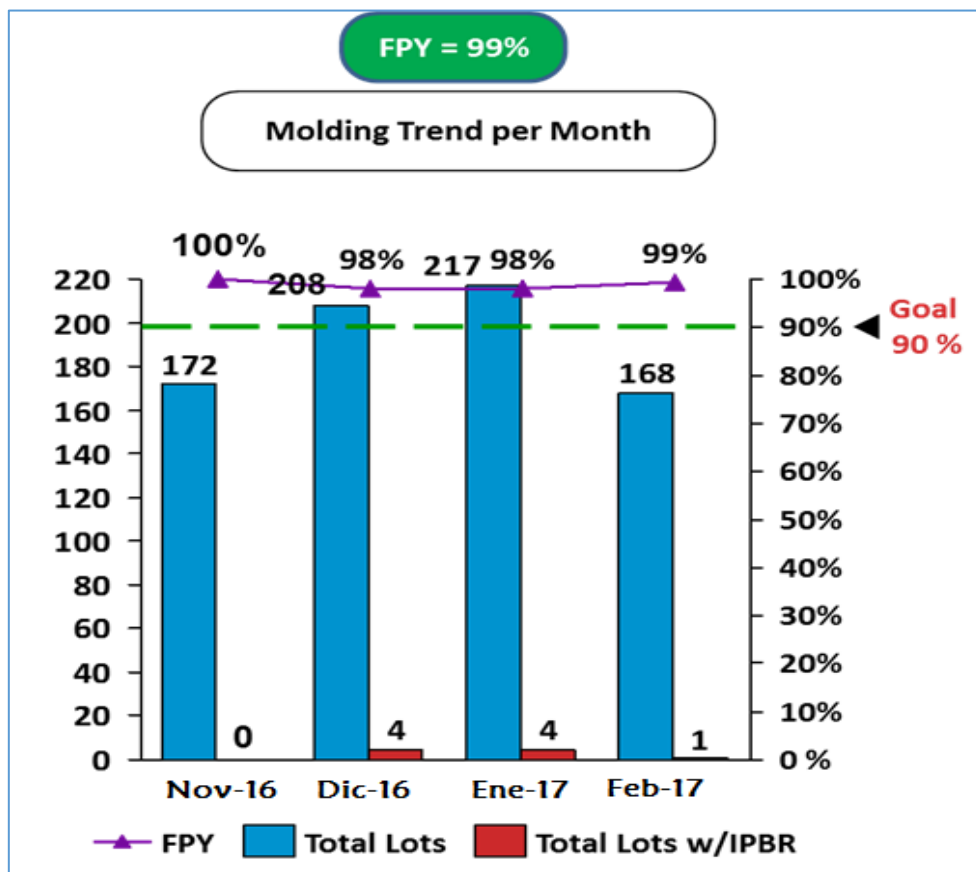


Figura 52

Fuente: Creación propia. Reporte de FPY Hospira, detalle mensual

El gráfico de barras anterior, muestra la cantidad de lotes producidos y re trabajados, de todos los Commodities del Área de Moldeo Convencional.

A partir de esa información se sustraen únicamente los que corresponden a Sight Chamber y este es el nuevo gráfico resultante:

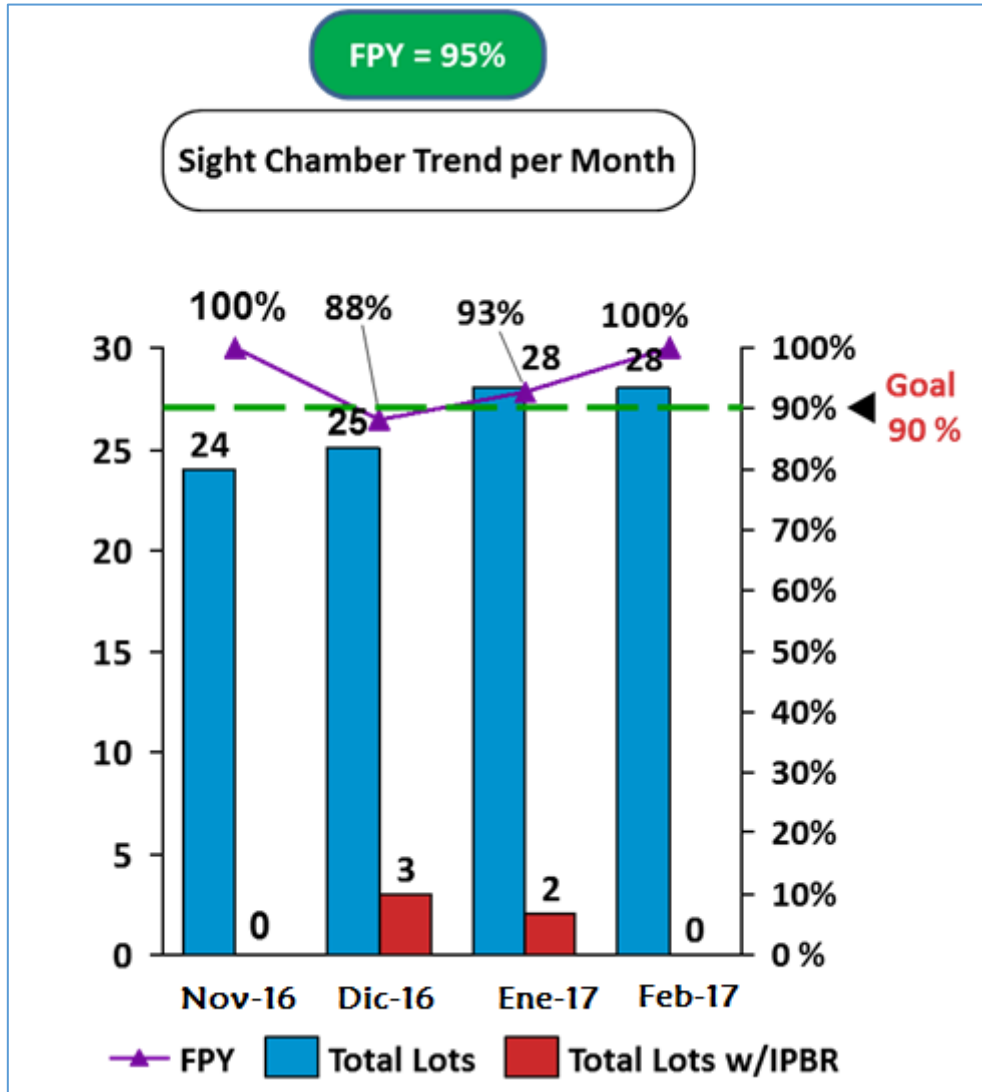


Figura 53

Fuente: Creación propia. Reporte de FPY Hospira, detalle mensual

Esto deja en claro que pese a los poco retrabamos realizados en el Área de Moldeo Convencional, la mayoría de estos pertenecen a Sight Chamber.

Estos re-trabajos se presentan por los siguientes defectos:

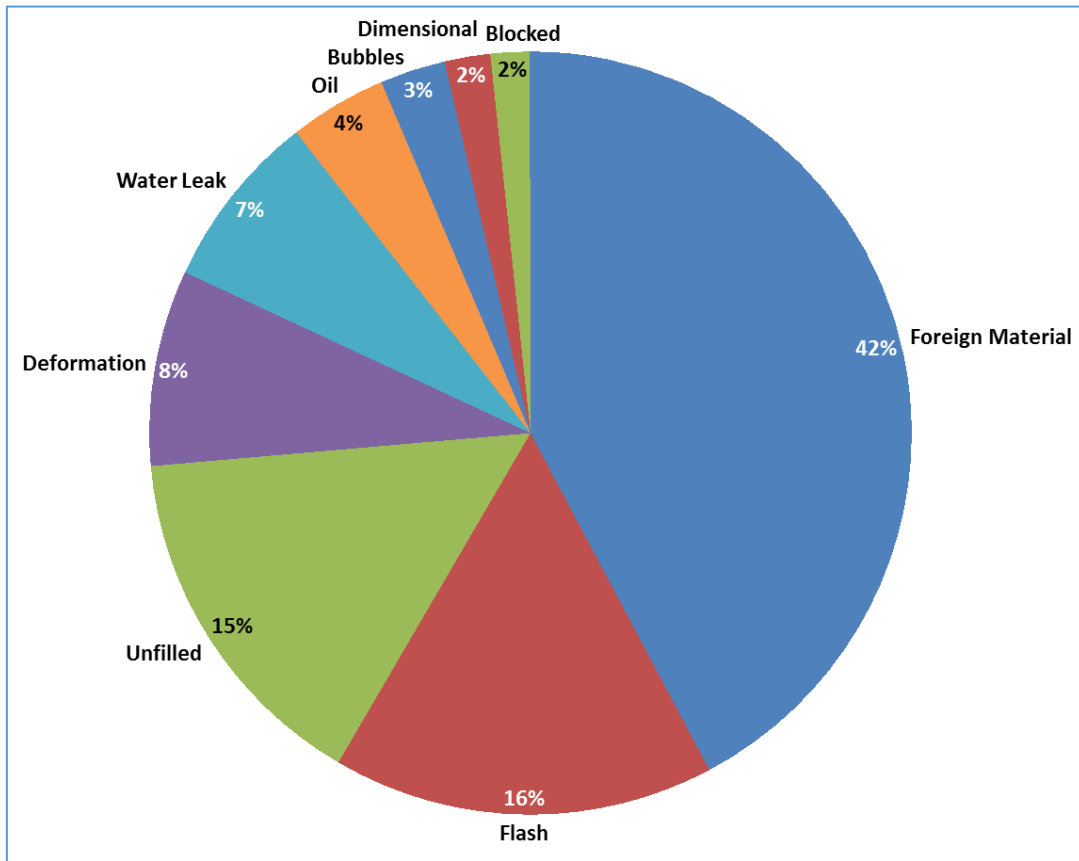


Figura 54

Fuente: Creación propia

Y el costo por esto mismos re trabajos representado en el anterior gráfico circular es el siguiente:

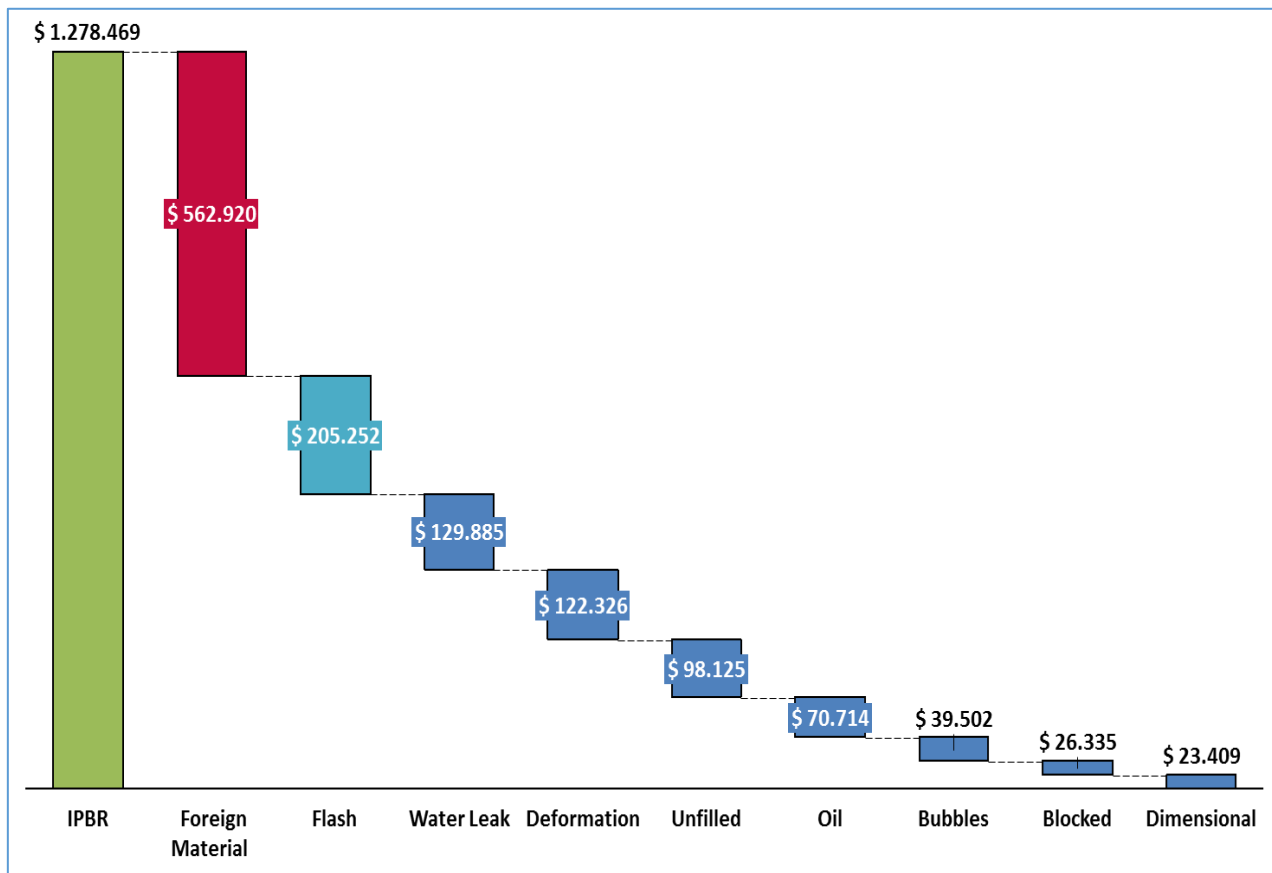


Figura 55

Fuente: Creación propia

4.3 Etapa DMAIC: Analizar

Después de la colecta de datos, se lleva a cabo el análisis de la información, es una etapa crucial porque si la medición es correcta y precisa, el análisis arroja muchos indicadores para así determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora.

4.3.1 Análisis KANO

a) Aspectos por medir.

Aspecto	¿Cómo es la situación actual?	Prioridad
Tiempo de entrega	Convincente	Baja
Defectos recibidos	Inaceptable	Alta
Tiempo de respuesta	Aceptable	Media

Tabla 6 Fuente: Creación propia.

b) Criterio de situación actual.

Situación actual	
Criterio	Detalle
Convincente	Cumple las expectativas satisfactoriamente
Aceptable	Cumple los requisitos mínimos
Inaceptable	Desfavorece la operación

Tabla 7 Fuente: Creación propia.

c) Criterio de prioridad.

Prioridad	
Criterio	Tiempo de Solución
Alta	[Solución < 1 mes]
Media	[Solución < 2 meses]
Baja	[Solución < 6 meses]

Tabla 8 Fuente: Creación propia

d) Análisis KANO: Situación actual.

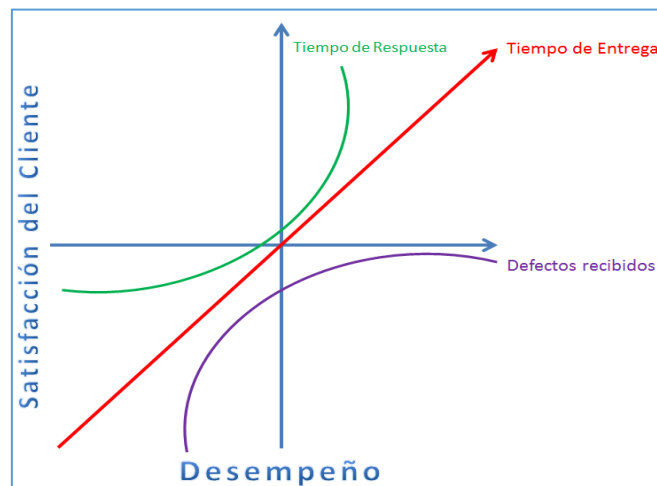


Figura 56

Fuente: Creación propia

El análisis anterior permite visualizar, o bien, el gráfico anterior se debe interpretar como que se cuenta con buenos tiempos de entrega y de respuesta, según el criterio del cliente; sin embargo, es claro como la línea del rubro de defectos recibidos se encuentra en la zona donde existe un pobre desempeño y una insatisfacción por parte del cliente.

La cantidad de defectos recibidos obliga a Sub ensambles a realizar inspecciones de material antes de ingresar el producto a las máquinas, esto genera la necesidad de recursos no contemplados (espacio, misceláneos y personal en horas extra). Si moldeo envía material conforme se puede evitar este re-trabajo.

El análisis de la distribución y frecuencias por alarmas ofrece los siguientes resultados:

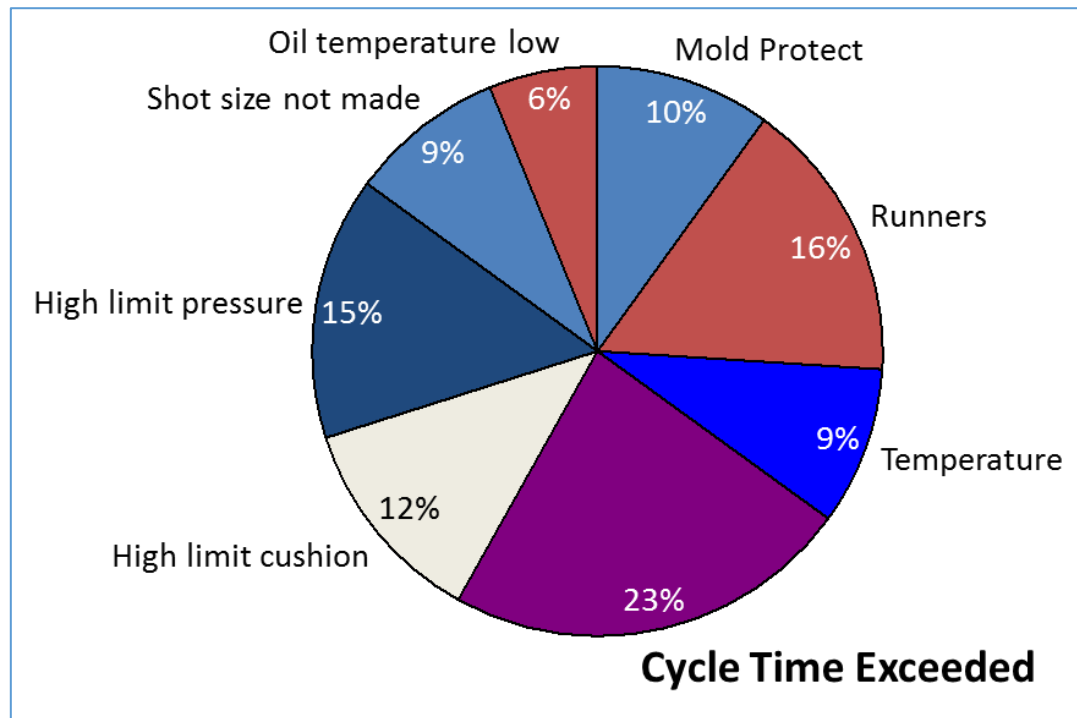


Figura 57

Fuente: Creación propia

Se explican las tres principales alarmas:

a) Tiempo de ciclo excedido:

En las páginas 10, 11 y 12 del anexo Moldeo por Inyección Lección 11 de la Universidad de Oviedo, España, se explica con detalle todas las fases del tiempo ciclo y todos los micros ciclos que lo componen. La alarma de exceder este tiempo ciclo, se refiere a superar el tiempo establecido como máximo de inyección, al validar una prensa de moldeo, se validan con tres tipos de parámetros, perfil bajo, nominal, y alto, cuando manufactura produce, siempre arranca operaciones en nominal, pero, dependiendo de las situaciones se puede variar en ese rango permitido en la caracterización realizada durante la validación de perfiles.

Al superar los parámetros máximos o mínimos existe aumentos de presiones en distintos puntos de la unidad de inyección, aumento de temperaturas, se compromete la

² Para las demás alarmas de menor frecuencia se puede referir al anexo Moldeo por Inyección Lección 11 de la Universidad de Oviedo, España. (Página 63)

seguridad del equipo, la estabilidad de equipos auxiliares que intentan estabilizar el desajuste temporal, hasta que el técnico atienda la alarma.

Es posible encontrar piezas completamente fundidas o derretidas, también piezas pegadas en el molde, con quemaduras, o mal formadas, cualquiera de los defectos anteriores lleva a bajar el molde por mantenimiento, lo que implica de 4 a 6 horas detenida la prensa.

b) Runners:

Esta alarma va de la mano con la llamada 'Mold Protect' o protección de molde, estas se generan cuando el robot que extrae las piezas del molde, después del microciclo de expulsión, suelta o no logra sujetar las arañas y al iniciar el siguiente ciclo, cuando el molde ejecuta la etapa de cierre de molde, prensa las arañas, esto evita el correcto cierre de las placas del molde y no puede ejecutar la inyección.

c) High limit pressure:

Esta alarma puede provocar rebabas en las piezas, y se da al exceder la temperatura interna del molde, presiones de molde muy altas, o bien, líneas de separación o presión de sujeción insuficiente.

Ver referencia de imágenes en las figuras:

Pieza conforme



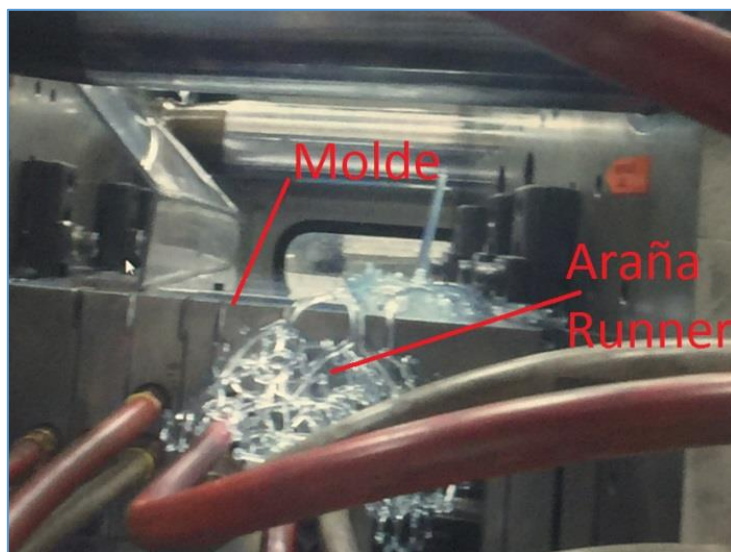
Figura 58

Fuente: Fotografía de Sight Chamber, Hospira.

Pieza deforme

**Figura 59**

Fuente: Fotografía de Sight Chamber, Hospira.

**Figura 60**

Fuente: Fotografía del molde de la prensa de Moldeo 2, Hospira Costa Rica.

Con ayuda de una 'Lluvia de Ideas', donde participa el personal operativo del piso de producción del área de Moldeo Convencional: técnicos de proceso, técnicos de mantenimiento industrial, operarios de manufactura, monitor de proceso, supervisor de manufactura y técnico de calidad. (Para ver tabla Roles y Responsabilidades de los puestos involucrados, referirse al ANEXO A: Roles y responsabilidades de participantes en Lluvia de Ideas). Con este equipo de trabajo se cubren todos los aspectos relacionados con el proceso de manufactura de Sight Chamber, el alcance del 'Brainstorming' es amplio.

Los resultados se plasman en un Ishikawa para facilitar la identificación de las principales causas:

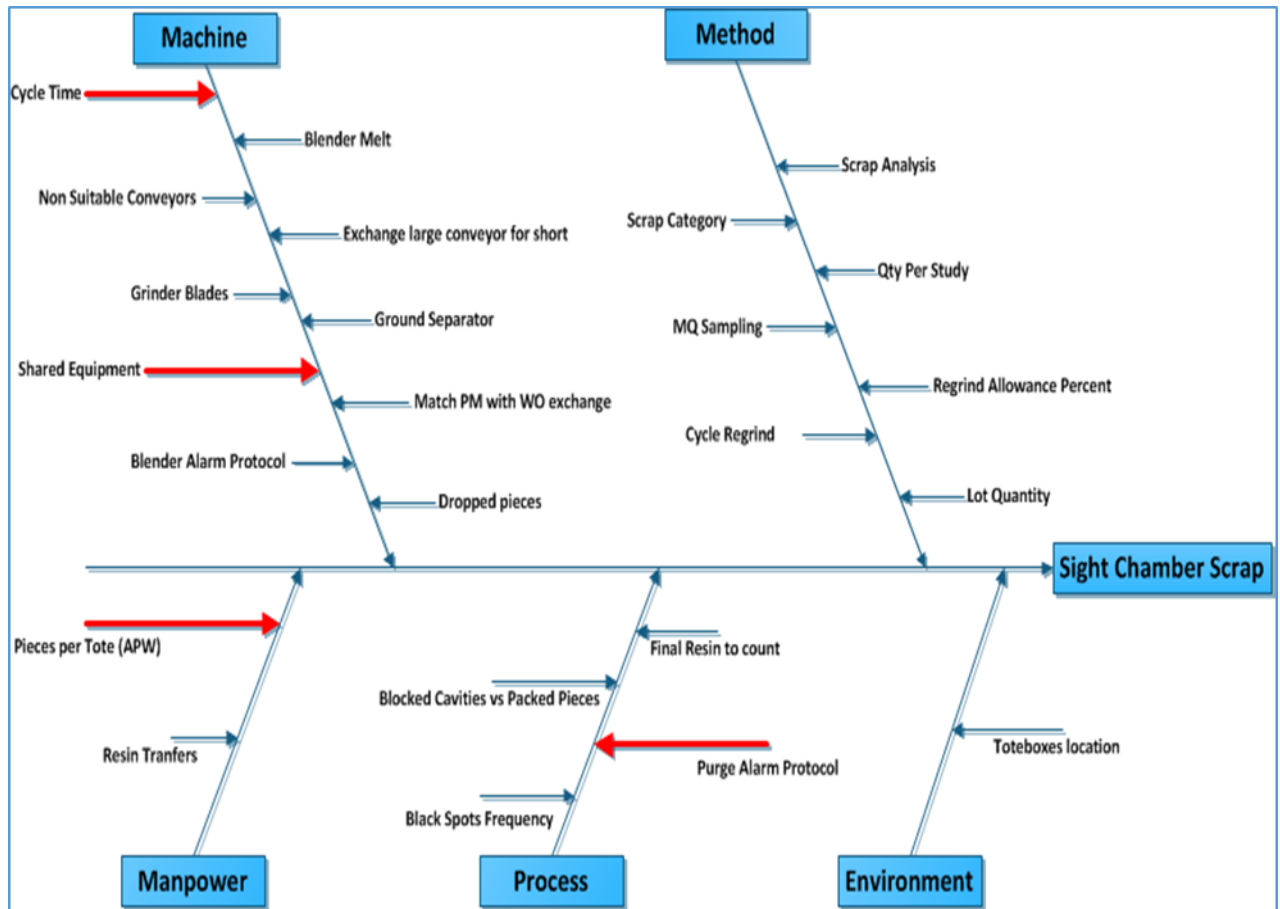


Figura 61

Fuente: Lluvia de Ideas realizada con el personal de Moldeo

Se realiza también, el ejercicio de los (Five Why's) “Los 5 porqués” para profundizar la raíz de las causas.

4.3.2 Los “5” Why’s

4.3.2.1 “5” Why’s Tiempo Ciclo

¿Por qué existe un tiempo de ciclo alto?

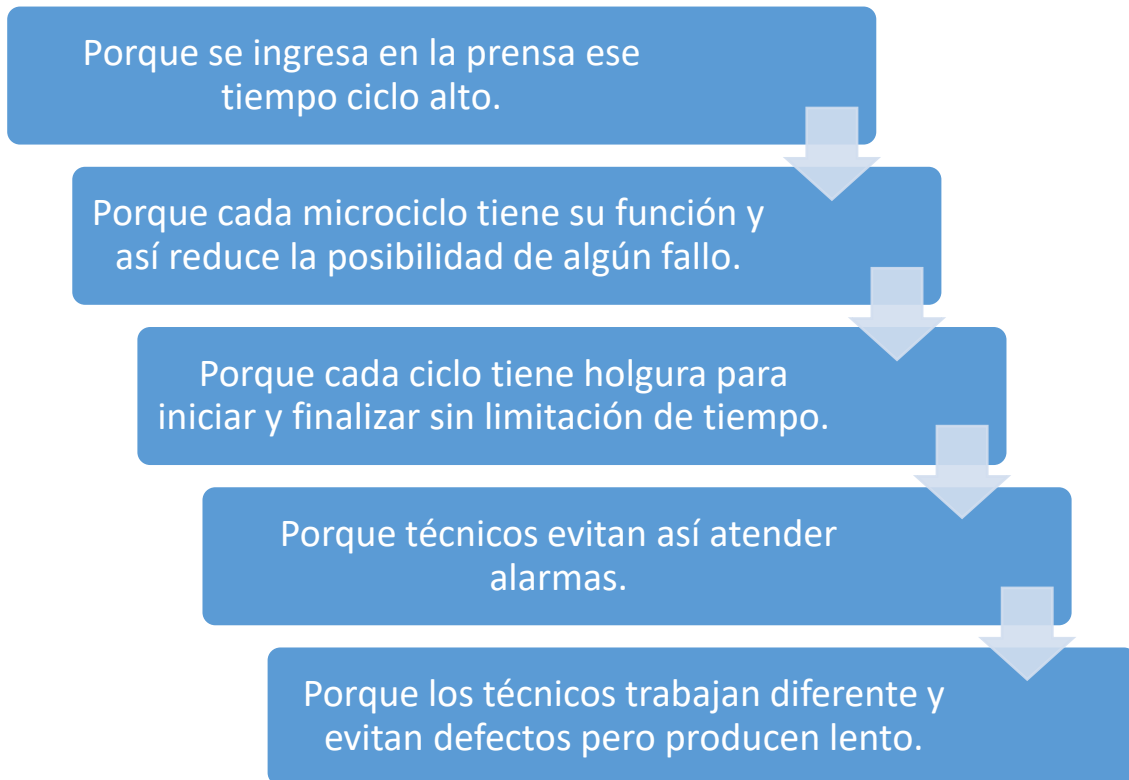


Figura 62

Fuente: Creación propia

4.3.2.2 “5” Why’s Equipo Compartido

¿Por qué existe un equipo compartido?

Porque es un equipo que alimenta a dos prensas simultáneamente desproporcionalmente.

Porque es de alta capacidad pero no está bien sincronizado.

Porque se aprovechan recursos, pero el sincronizador no se configuró correctamente.

Porque procesa el molido de dos prensas y lo comparte pero en distintas cantidades.

Porque los relojes del sincronizador no se han configurado según la resina del Sight Chamber.

Figura 63

Fuente: Creación propia

4.3.2.3 “5” Why’s APW

El APW, es el Average Piece Weight, o bien, peso promedio por pieza. Se utiliza para estimar cual es el peso de una unidad de Sight Chamber, con base en este peso se asignan las libras de resina para cada lote de producción, se define el costo de producción de la pieza, por consumo de resina, y se conoce el precio de venta al cliente.

Pero en producción su aplicación es estimar la cantidad de piezas que lleva cada caja, en la salida de material de la prensa no existe una herramienta como un contador de piezas, por ende, se utiliza una balanza y se estima la cantidad de piezas que lleva cada caja con base en el peso, por ejemplo: cada pieza de Sight Chamber pesa en promedio, o tiene un APW de 3.9 gramos, entonces, una caja de 800 unidades, pesaría 3,120 gramos, el operario de manufactura pesa la caja y cuando la balanza indique ese peso, la cierra y la considera completa.

Proceso para estimar APW.

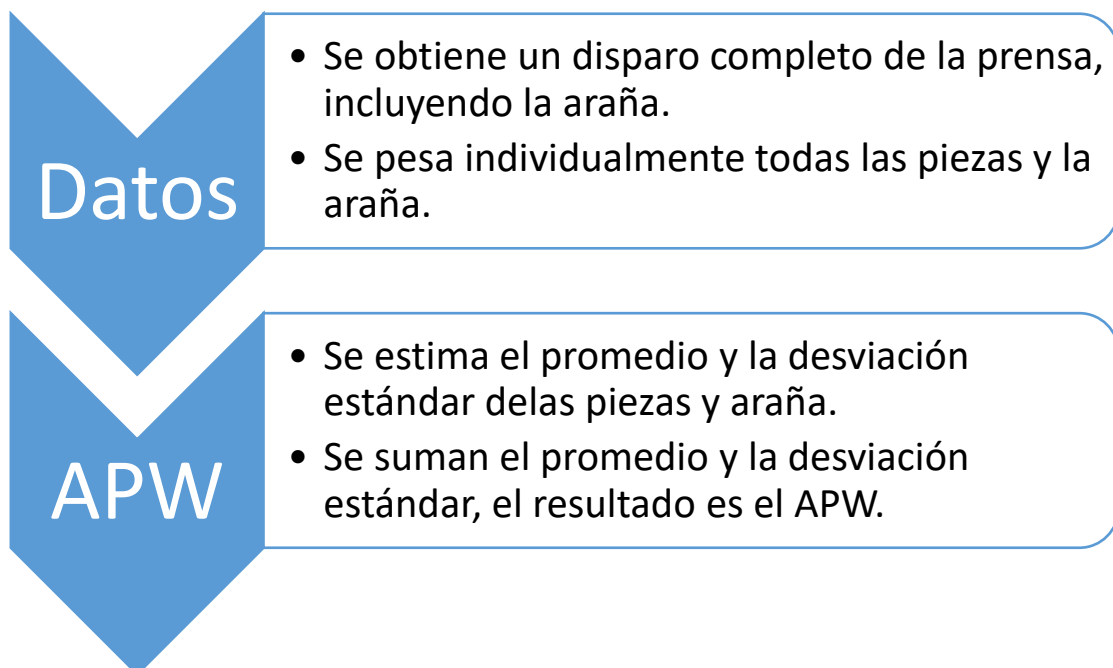


Figura 64

Fuente: Creación propia

¿Por qué existe el APW es un problema?

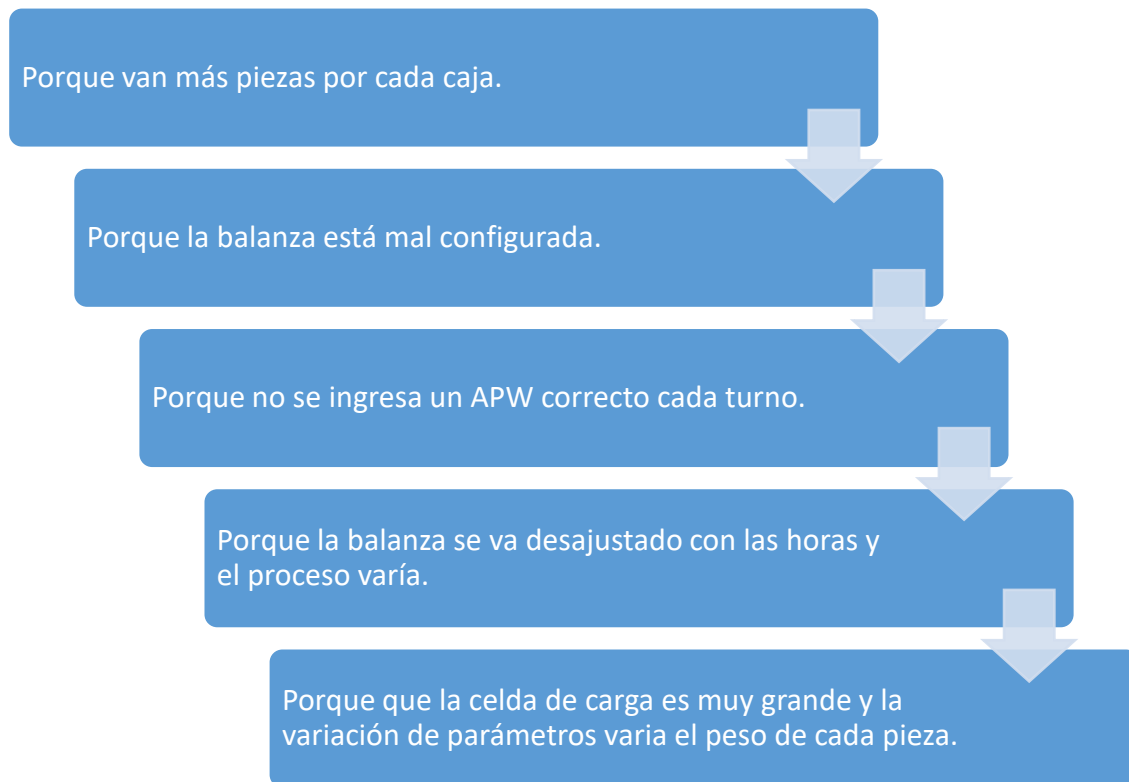


Figura 65

Fuente: Creación propia

Cada vez que se ajusta un parámetro existe la posibilidad de un aumento o bien, una disminución en el peso de cada pieza, por esto el APW se debe calcular en cada turno, después de cada alarma o al arrancar una orden o lote de producción nuevo. Se establece sumando la desviación estándar y se revisa el APW del sistema de finanzas cada 3 (tres) meses, pues como se mencionó, finanzas asigna la cantidad de resina para una orden según este dato. (Un lote de 375,200 unidades requiere 1,463.280 kilogramos de resina).

4.3.2.4 “5” Why’s Protocolo de atención de alarmas

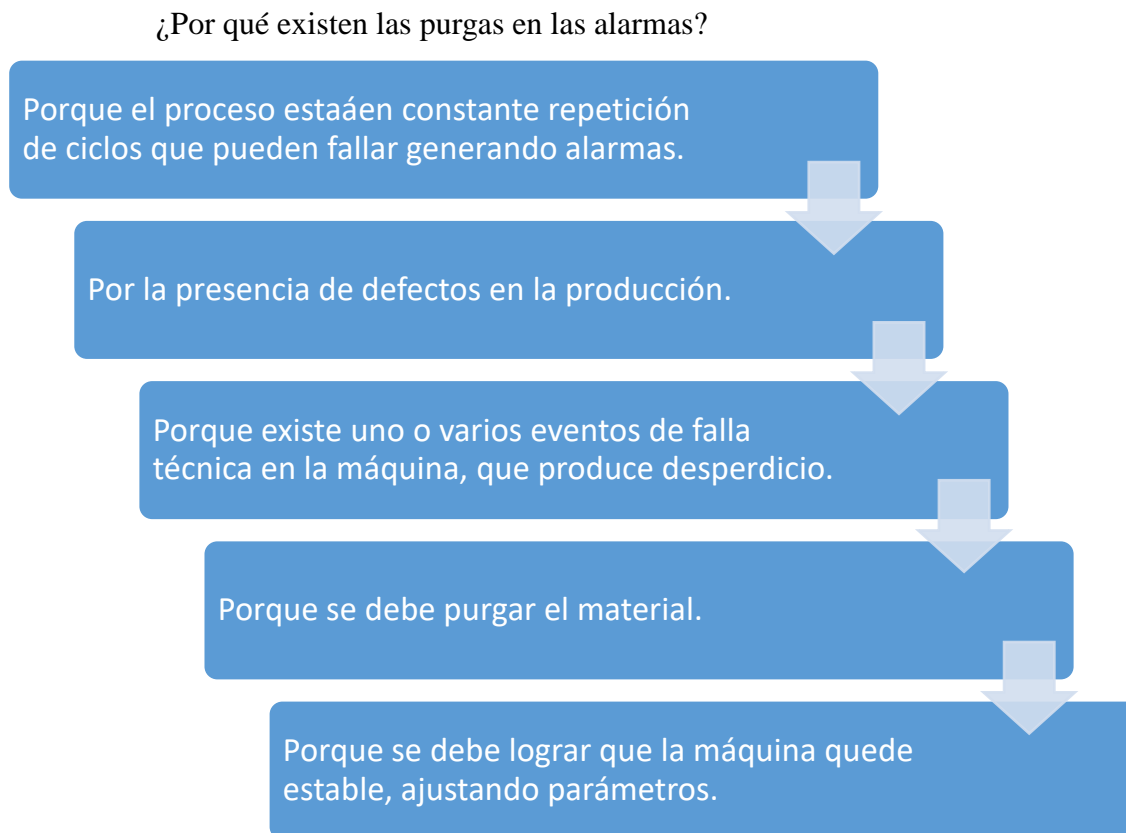


Figura 66

Fuente: Creación propia

El punto importante con la atención de alarmas y el proceso de purga, tiene que ver con la técnica o método que se utilice para llevarlo a cabo, actualmente, cada técnico de cada turno, realiza este procedimiento a criterio personal y todos de distinta manera.

4.4 Conclusiones del diagnóstico

Después del ejercicio de la lluvia de ideas (Brainstorming) y la ejecución del diagrama de la espina de pescado (Ishikawa), se logran identificar cuatro (4) grandes causas, que generan un alto desperdicio de producto, se le atribuyen dos (2) a la máquina, una (1) al personal, y otra (1) al proceso, incluso con la resolución de algunas de estas cuatro (4) posibles causas, se eliminarían otros efectos subyacentes.

Por ejemplo, con un buen cálculo del APW se reducen las transferencias de resina, calibrando el equipo compartido se brinda mayor duración a las cuchillas del molino, y

el separador de finos (extractor de polvo) se atascaría menos; con la reducción del tiempo ciclo se mejora la mezcla que realiza el dosificador, así se evita la variación de parámetros constantemente y como consecuencia se disminuye la variación del proceso y por ende disminuye o elimina la aparición de defectos u otras no conformidades de calidad.

Finalmente, con ayuda de un protocolo de atención de alarmas, y haciendo uso del trabajo estándar, se podría estandarizar el proceso de purga entre los tres (3) turnos de trabajo y así disminuir la variación de cantidad de 'Dynapurge' y disminuir el desperdicio de tiempo y material.

El ejercicio de los '5 Porqués', sugiere dónde focalizar esfuerzos y recursos. Brinda también una guía sobre lo que se debe tener en cuenta para la generación de propuestas de mejora y el momento de implementarlas o en su defecto, descartarlas, según se considere.

El material es un aspecto de suma importancia, se debe tener en cuentas aspectos técnicos y propios de las diferentes resinas como temperatura, viscosidad, densidad, y las condiciones de almacenaje, entre otros. Sin embargo, en esta primera etapa de diagnóstico, queda claro algo con respecto al proceso, la resina o cualquier material entrante debe cumplir con las características apropiadas para que ingrese al proceso.

Por esto, la resina, colorantes, 'dyna-purgue', deben pasar por un proceso de secado, ventilado y estar en óptimas condiciones para que cumpla su función correctamente, hasta cierto punto se puede decir que el estado del material en este momento se puede despreciar, puesto que ya ha cumplido con todos los procesos previos al proceso de inyección. Si existiera un problema o detalle técnico relacionado con el material, fue detectado previamente, en el departamento de **Materiales y Resinas**.

CAPÍTULO V

5. Diseño e implementación de la solución

5.1 Etapa DMAIC: Implementar

Tras la etapa de medición y dado el análisis, ahora corresponde el diseño de propuestas de mejora que den solución a las causas raíces. Por las razones de la sección conclusiones del diagnóstico, los análisis realizados apuntan a dedicar los esfuerzos sobre esas causas raíces.

5.1.1 Propuestas

5.1.2 Elaboración y evaluación de alternativas

En respuesta al Ishikawa y al ejercicio de los ‘5 porqués’, se identifican causas raíces potenciales, donde, en combinación con la *expertiz*³ en el campo de procesos de termo moldeo por inyección de plásticos, y procesos de extrusión de plástico fundido, se consideran que las siguientes propuestas ayudarán a la reducción del 18% de desperdicio del Sight Chamber en el área de Moldeo Convencional de la empresa Hospira Costa Rica.

5.1.3 Detalle de las propuestas

5.1.3.1 Propuesta de mejora 1: Reducción del Tiempo de Ciclo

Reducción del Tiempo de Ciclo: El cálculo de OEE contempla el tiempo de operación dentro de sus factores y según el gráfico circular de frecuencias de alarmas, el tiempo ciclo excedido es la principal alarma. Por eso, al trabajar sobre este punto aumentaría la disponibilidad del equipo y reduciría la probabilidad de que salga esta alarma tan frecuentemente.

Según la validación del Commodity, la ficha técnica indica el Tiempo Ciclo recomendado: 23.47 segundos (ver anexo). Sin embargo, por varias razones el tiempo ciclo tiende a variar constantemente.

"Cada proceso de moldeo es un ciclo distinto, y cada ciclo es completamente diferente uno del otro".

Javier Castany Valeri, Catedrático de la Universidad de
Zaragoza, España.

³ Se refiere al criterio experto, y conocimiento basto en algún gremio, a la experiencia teórico-práctico a través de los años en la ejecución de alguna tarea, actividad o proceso.

Durante una conferencia en Hospira, don Javier mencionó lo anterior mientras explicaba el proceso de inyección y el tiempo ciclo ideal. En el anexo Moldeo por Inyección Lección 11 de la Universidad de Oviedo, España. (Página 28)

En dependencia a la forma en que el material haya sido procesado, que tan seca está la resina, el espesor de pellet de resina (una unidad de resina), la velocidad con que entró al tornillo, que tan fría o caliente esté la tolva de material, si es material virgen, molido, o ambos, entre muchas otras variables que cambian constantemente: las velocidades, presiones y tiempos, una variable depende de la otra; los sensores y sistemas de control interno de operación de la prensa, lo que hacen es producir dentro de los límites de proceso, variando temperaturas y velocidades, presiones y demás parámetros, dentro de ese rango de operación, de acuerdo con el estado del material que está siendo inyectado.

Descripción de la implementación de la propuesta

Reiniciar la configuración de parámetros, colocando los valores predeterminados por el proceso de validación, en especial, el tiempo de ciclo recomendado.

Recursos para la implementación de la propuesta

Para la implementación de esta propuesta se requiere:

- El ingeniero de proceso del área.
- Detención de la máquina durante 40 minutos inicialmente para ajustes.
- 2 horas de producción no conforme para estabilizar el proceso.

Descripción de actividades de la implementación de la propuesta

El ingeniero de proceso detiene la producción de las prensas (en orden prensas 01, 02, 03, 04, y 05), reinicia los parámetros predeterminados, según ficha técnica y protocolo de validación, y se vuelve a arrancar la producción de las prensas dando seguimiento durante 2 horas hasta asegurar que las piezas cumplen con todos los requisitos mínimos de calidad para su uso.

Beneficio de la implementación de la propuesta

Se ajusta la prensa a su estado inicial de validación, presentando tendencias, comportamientos, alarmas y problemas conocidos, y controlados, evitando la aparición de defectos, alarmas u otras condiciones que no fueron vistas durante la validación.

5.1.3.2 Propuesta de mejora 2: Sincronización del Blender.

Equipo Compartido: Esta causa, se refiere al “Blender” o bien, al dosificador. Este es el equipo que hace la mezcla entre el material virgen y el material molido. En rigor, dosifica la cantidad de material virgen que entra a la tolva y la proporción de molido de acuerdo con la cantidad de resina virgen que está entrando al sistema de inyección. Si se sincroniza bien los relojes del dosificador, la mezcla será efectivamente proporcional.

Descripción de la implementación de la propuesta

Sincronizar los relojes del dosificador de material según el comportamiento de la resina que entra al molino y la forma en que sale del mismo.

Recursos para la implementación de la propuesta

Para la implementación de esta propuesta se requiere de:

- El ingeniero de proceso del área.
- Trabajar únicamente con material virgen durante 24 horas.
- 65 libras de resina molida.

Descripción de actividades de la implementación de la propuesta

El ingeniero de procesos, detiene el molino, por lo que las arañas se almacenarían para ser molidas el día siguiente. En las próximas 24 horas se realiza la sincronización de los relojes del equipo, la máquina no requiere intervención, por lo que la producción no se vería afectada.

La sincronización consiste en ajustar los relojes según la ficha técnica del proveedor, e ir gradualmente alimentando al equipo con las 65 libras de resina e ir ajustando los relojes de acuerdo con la velocidad, consistencia, dureza, y humedad de la resina molida.

Beneficio de la implementación de la propuesta

Con este ajuste, la cantidad de material o resina virgen que ingresa a la tolva es proporcional con la cantidad de molido que ingresa a la tolva, evitando atascamiento en el embudo que conecta la tolva con el tornillo inyector, ya que esto provoca una alarma llamada: ‘Falta de material’, que se da cuando los sensores no detectan el ingreso de material al tornillo.

Además, cuando se trabaja únicamente con material virgen existe una combinación de parámetros para tal situación, si se desea trabajar con material virgen más el molido, los parámetros varían porque las características vírgenes o puras del material molido han cambiado, esto significa, por ejemplo, que requiere menor temperatura porque sus moléculas ya han sido calentadas y éstas, consecuentemente, elevan la temperatura de la resina virgen con las que está entrando en contacto.

Visualmente se generan ‘capas’, y se procesa el mismo material, en diferentes condiciones con los mismos parámetros.

5.1.3.3 Propuesta de mejora 3: JBS para las balanzas

Cantidad de Piezas por Caja (APW): Uno de los rubros para el cálculo de Scrap corresponde a la cantidad de piezas manufacturadas. Puntualmente, el principal efecto es el siguiente: si finanzas estima la producción de 10 unidades, con un costo total de producción de \$ 150, y estas se fabrican con más de \$150, aumenta directamente la proporción de Scrap. (Costo \$ final – Costo \$ estimado = Total \$ Scrap).

Descripción de la implementación de la propuesta

Generar un JBS para entrenar a los colaboradores de cómo se debe configurar la balanza, además de la implementación de un sistema ‘Box Feeder’, lo que permitiría una alimentación de caja automatizada en la salida del material.

Recursos para la implementación de la propuesta

Para la implementación de esta propuesta se requiere de:

- El técnico de mantenimiento industrial.

- 3 horas detenidas cada prensa.
- El ingeniero industrial.
- Sistema de Box Feeder.

Descripción de actividades de la implementación de la propuesta

El Departamento de mantenimiento industrial realizaría la instalación del sistema de Box Feeder, en cada una de las prensas, esto implica una inversión.

Detalle de inversión			
Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
5	Sistema de Box Fedder	\$ 4.000,00	\$ 20.000,00
3	Hora de producción	\$ 89,00	\$ 267,00
Total			\$ 20.267,00

Tabla 9

Fuente: Creación propia

Beneficio de la implementación de la propuesta

Asegurar que en cada caja va la cantidad correcta de producto Sight Chamber, de esta manera se evitan quejas y reclasificaciones del cliente. Además de un proceso de empaque más controlado, y con un sistema automatizado que ayuda a eliminar el factor humano cuando se pesa la caja con el material, ya que éste es un equipo calibrado.

5.1.3.4 Propuesta de mejora 4: Desarrollo de un protocolo de alarmas

Protocolo de atención de alarmas: En este aspecto, existe una oportunidad de mejora con el tema de trabajo estándar debido a la poca estandarización entre turnos de trabajos y rotación de personal, cada técnico de proceso realiza el proceso de purga cuando atiende una alarma de distinta manera. Estandarizar la purga por alarmas mediante un protocolo, aseguraría un desperdicio promedio por cada alarma.

Descripción de la implementación de la propuesta

Desarrollar un protocolo para estandarizar el proceso de purga y desecho de disparos de material, acompañado de un entrenamiento para asegurar la comprensión y aplicación del protocolo y que este sea sostenible a través del tiempo.

Recursos para la implementación de la propuesta

Para la implementación de esta propuesta se requiere de:

- El ingeniero industrial.
- El técnico líder de procesos.
- 1 hora extra del turno para entrenar a los técnicos.

Descripción de actividades de la implementación de la propuesta

Juntos, el ingeniero industrial y el técnico líder de procesos, analizan la forma correcta de atender una alarma, en cuanto al tiempo de atención, secuencia de actividades, criticidad de la alarma y en qué momento la máquina volvió a estabilizarse.

Se hace una observación durante un turno completo de trabajo donde se identifican dieciséis alarmas en ocho horas, y con ese trabajo de campo se establece un protocolo con ayuda de un Flow-chart o flujograma.

Al purgar se utiliza el material llamado Dyna-purgue.

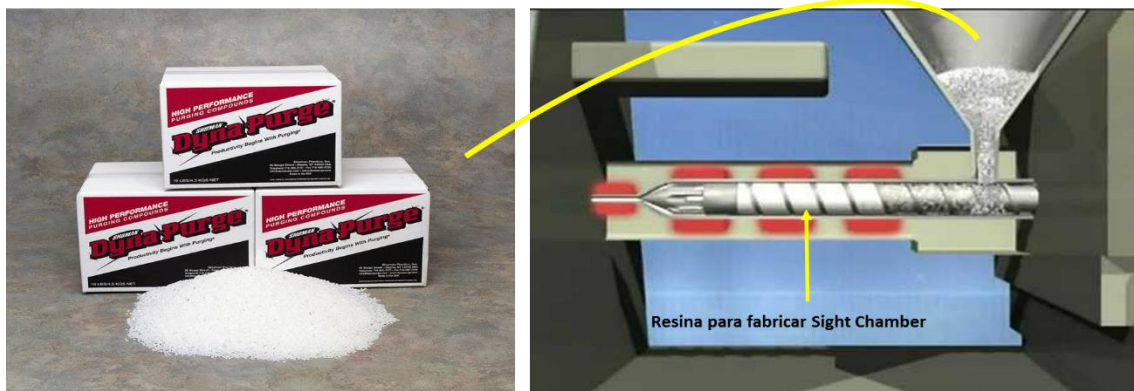


Figura 67

Fuente: Internet y modificación del autor

<http://www.techspan.co.nz/wp-content/uploads/Dyna-Purge-Purging-Compounds-1016x1030.jpg>

<https://i.ytimg.com/vi/ncd4j66l5jM/hqdefault.jpg>

Beneficio de la implementación de la propuesta

Con este protocolo se lograría estandarizar la tarea de purga y la atención de alarmas durante los turnos y a través de todos los técnicos, así se evitaría tanta variación en el

Universidad Hispanoamericana • Ingeniería Industrial

Scrap reportado en cada turno de trabajo para la misma prensa, la misma orden y en el mismo día, pero en distinto turno.

5.1.3.5 Propuesta de mejora 5: Aumento del tamaño de los lotes

Tamaño de los lotes: Actualmente los lotes de producción son de 288,200 unidades. Cada lote de producción dura alrededor de 2.5 días +/- 6 horas.

Descripción de la implementación de la propuesta

La propuesta radica en crear lotes de producción que inicien el lunes a las 6:00 a.m. y finalicen el sábado a las 6:00 p.m. así quedan del tamaño que se haya producido en este periodo de tiempo.

Recursos para la implementación de la propuesta

Para la implementación de esta propuesta se requiere de una reunión entre:

- El planificador de la producción.
- El supervisor de manufactura.
- El ingeniero industrial.
- El gerente.

Descripción de actividades de la implementación de la propuesta

El planificador de la producción establecería órdenes del tamaño en que cierran el sábado por la tarde (6 p.m.), el supervisor de manufactura daría seguimiento a la producción y al comportamiento del Scrap de esa orden, el ingeniero industrial verificaría la velocidad de producción con respecto a la velocidad de requerimientos de material, para entender si la oferta sule a tiempo la demanda de sub ensambles. Esto requiere la aprobación directa del gerente.

Beneficio de la implementación de la propuesta

Se reduce el Scrap por purgas al realizar cambios de orden, se reduce el tiempo de changeover entre un lote y otro y podría brindar mayor estabilidad a la prensa.

Análisis preliminar de la implementación de la propuesta

El respectivo análisis del Changeover de máquinas de Sight Chamber, tiene el principal efecto de tiempo de espera para el cambio de molde:

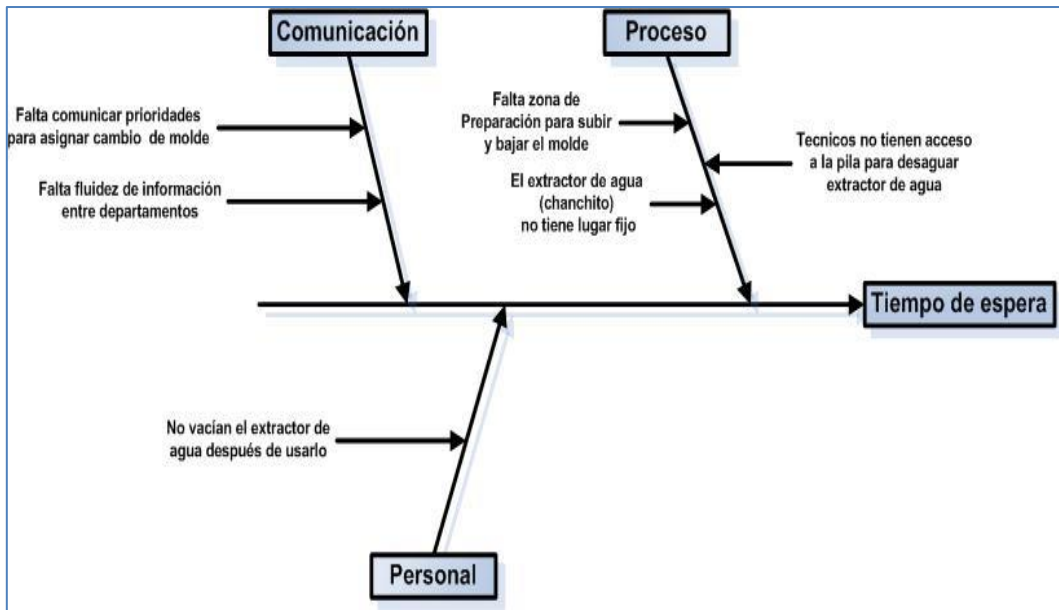


Figura 68

Fuente: Creación propia

El Ishikawa anterior indica las causas de este efecto. El diagrama de Pareto confirma el Ishikawa, el tiempo de espera.

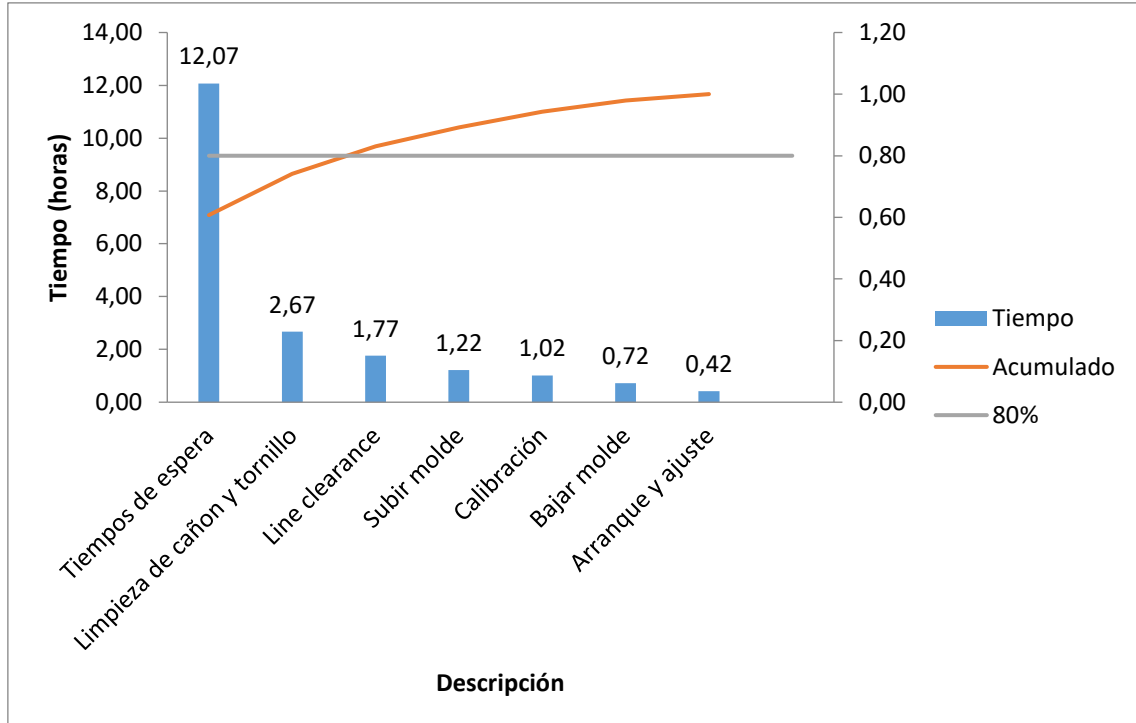


Figura 69

Fuente: Creación propia

Conclusión de la propuesta

Con este análisis y los puntos vistos en las reuniones, se desestima la propuesta por varias razones, entre estas:

- a. El tiempo de espera no resolvería el problema de desperdicio.
- b. La demanda supera la capacidad de liberación semanal, es una requisición de material prácticamente diaria, y se necesitan lotes completos aprobados.
- c. El efecto sobre la estabilidad del proceso de la máquina no es significativo.
- d. Genera mucho inventario en las localidades de bodega.
- e. En caso de defectos detectados en Molding se debe moler mucho material.
- f. En caso de defectos detectados en sub ensambles, un solo lote podría impactar más de diez órdenes de trabajo de sub ensambles.

5.1.3.6 Propuesta de mejora 6: Inspección de calidad dentro del Cuarto Limpio

Muestreo de Calidad: Todo producto fabricado en HCR implica ciertas pruebas de calidad. (Ver anexo Mediciones por Commodity). En el caso de Sight Chamber se le realizan las pruebas visuales, dimensionales, grosor de la pared (ver gráficas en anexo Medición de la pared del Sight Chamber) y funcionales, dentro y fuera del cuarto limpio de producción.

Las pruebas visuales que realiza el Monitor de Proceso se hacen en la caja de material directamente, por lo que después de la inspección se devuelven a la caja de material.

Las pruebas dimensionales y el grosor de la pared, llevan a cortar la pieza y utilizar un equipo especial para la medición (Smart Scope, equipo para mediciones milimétricas de alto desempeño) y no pueden ser devueltas a la caja de material conforme.

Las pruebas de calidad dimensionales, físicas, y funcionales son realizadas en el Laboratorio de Calidad de Moldeo, (ver Layout 1 en la sección de anexos). Este laboratorio no cumple con las condiciones de un “Cuarto Limpio”, lo que significa que las piezas que salen del cuarto limpio, pierden propiedades estériles, es decir, se exponen a gérmenes, bacterias, partículas contaminantes, pirógenos y demás controles biológicos que se llevan a cabo en la planta.

Descripción de la implementación de la propuesta

La propuesta se fundamenta en establecer una estación de calidad dentro del cuarto limpio que permita realizar el muestreo en condiciones controladas, con una manipulación de piezas libre de agentes extraños.

Recursos de la implementación de la propuesta

Para la implementación de esta propuesta se requiere de:

- El ingeniero industrial.
- El supervisor de calidad.
- El supervisor de manufactura.
- Un técnico de calidad dedicado.
- Estación equipada para las inspecciones.

Descripción de actividades de la implementación de la propuesta

El ingeniero industrial buscaría un espacio disponible en el cuarto limpio de producción para establecer la estación de calidad, mientras el supervisor de calidad generaría la orden de compra de la cotización y eventualmente, la compra de la nueva estación de calidad; además, se planearía la logística detallada mediante un plan de reuniones y plan de trabajo para afinar las tareas de ese técnico de calidad dedicado.

Análisis preliminar de la implementación de la propuesta

El análisis realizado para conocer la viabilidad de esta propuesta arrojó resultados poco llamativos.

Análisis de costos

Detalle de inversión			
Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
1	Estación de calidad nueva	\$ 6.423,00	\$ 6.423,00
2	Metros cuadrados de cuarto limpio	\$ 856,00	\$ 1.712,00
1	Computador	\$ 967,00	\$ 967,00
Total			\$ 9.102,00

Tabla 10

Fuente: Creación propia

Análisis de ahorros

Detalle de Costo de las unidades desechadas por calidad por mes				
Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total	
32	Pruebas físicas	\$ 1,55	\$	49,60
64	Pruebas dimensionales	\$ 1,55	\$	99,19
128	pruebas visuales	\$ 1,55	\$	198,39
Total				\$ 347,18

Tabla 11

Fuente: Creación propia

Análisis de costo-beneficio

Recuperación de la inversión	
Retribución en 27 meses.	Costo Total
Total por inversión	\$ 9.102,00
Total por ahorro en 27 meses	\$ 9.373,80

Tabla 12

Fuente: Creación propia

Análisis de Layout

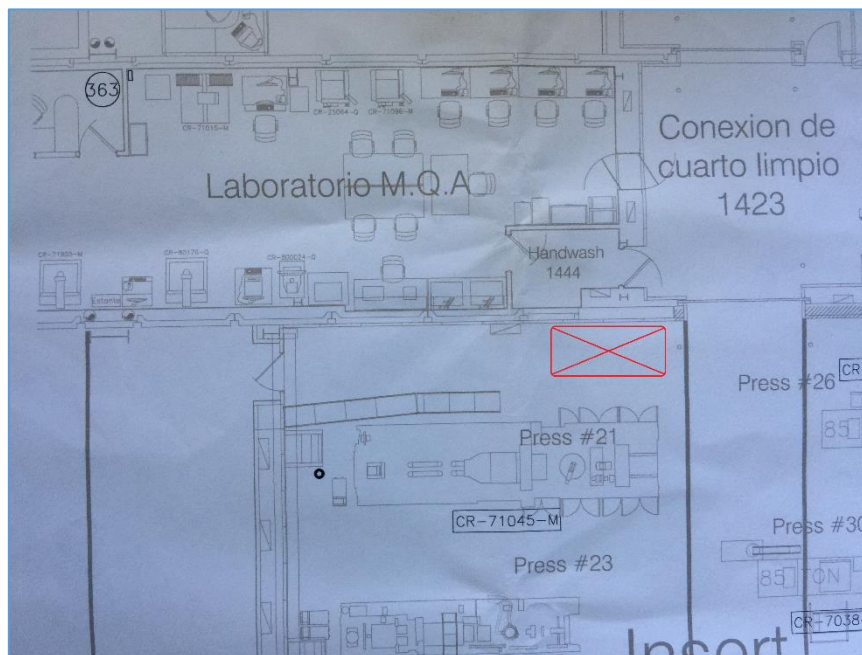


Figura 70

Fuente: Departamento de facilidades de Hospira Costa Rica

El único lugar viable para una estación de calidad propuesta es invalidado por el personal de Seguridad Ocupacional, alegan una violación de las rutas de evacuación y protocolo de emergencias.

Conclusión de la propuesta

Se desestima la propuesta por las razones que se enlistan a continuación:

- a. No se cuenta con un recurso disponible para dedicarlo a esta estación.
- b. La estación de calidad adicional que cumpla con los requerimientos para estar en un cuarto limpio supera los \$ 6,000 USD.
- c. La retribución económica que esta propuesta generaría, es mínima y el plazo para recuperarla se extiende a 27 meses aproximadamente.
- d. No hay espacio disponible y factible en el cuarto limpio para este propósito.

5.1.4 Selección e implementación de propuesta de mejora

Dados los análisis, y las respuestas obtenidas, se eligen implementar cuatro de seis propuestas:

Propuesta	Condición
1. Reducción del tiempo de ciclo	Aprobada
2. Sincronización del Blender	Aprobada
3. JBS para balanzas	Aprobada
4. Protocolo para la atención de alarmas	Aprobada
5. Aumento del tamaño de los lotes	Declinada
6. Inspección de calidad dentro del cuarto limpio	Declinada

Tabla 13

Fuente: Creación propia

5.1.5 Priorización de las propuestas

Referente al tema de priorizar la implementación de propuestas se utilizará una priorización en función de las siguientes tres variables. El primer paso es crear una lista de proyectos.

Proyecto
1. Reducción del tiempo de ciclo
2. Sincronización del Blender
3. JBS para balanzas
4. Protocolo para la atención de alarmas

Tabla 14

Fuente: Creación propia

Lo siguiente es una matriz de priorización por cada variable operacional.

Recursos

Matriz de priorización de proyectos con respecto a recursos.						
Proyecto		A	B	C	D	Ponderado
A.	Reducción del tiempo de ciclo	1	2	1	1	5
B.	Sincronización del Blender	1	2	2	2	7
C.	JBS para balanzas	1	1	1	1	4
D.	Protocolo para la Atención de Alarmas	1	2	1	1	5
Recursos		Se considera el proyecto de menor valor poderado, porque refiere a menor cantidad de recursos				
1.	Acceso a recursos					
2.	Gestionar recursos					
3.	Recursos no disponibles					

Figura 71

Fuente: Creación propia

Beneficios

Matriz de priorización de proyectos con respecto a beneficios.						
Proyecto		A	B	C	D	Ponderado
A.	Reducción del tiempo de ciclo	1	2	2	1	6
B.	Sincronización del Blender	1	1	1	1	4
C.	JBS para balanzas	3	1	2	1	7
D.	Protocolo para la Atención de Alarmas	1	2	1	2	6
Beneficios		Se considera el proyecto de menor valor poderado, porque refiere a beneficios más prontos				
1.	Inmediatos					
2.	En un plazo menor a 1 mes					
3.	En un plazo mayor a 1 mes					

Figura 72

Fuente: Creación propia

Facilidad de implementación

Matriz de priorización de proyectos con respecto a la facilidad de implementación.						
Proyecto		A	B	C	D	Ponderado
A.	Reducción del tiempo de ciclo	2	1	1	1	5
B.	Sincronización del Blender	2	1	2	1	6
C.	JBS para balanzas	2	1	3	1	7
D.	Protocolo para la Atención de Alarmas	3	3	1	2	9
Facilidad de implementación		Se considera el proyecto de menor valor poderado, porque refiere a mayor facilidad de implementación				
1.	Tiempo de ejecución menor a 1 semana					
2.	Tiempo de ejecución igual a 1 semana					
3.	Tiempo de ejecución mayor a 1 semana					

Figura 73

Fuente: Creación propia

Resultados

Matriz de priorización de proyectos con respecto a beneficios.				
Proyecto	Recursos	Beneficios	Facilidad	Ponderado
A. Reducción del tiempo de ciclo	5	6	5	16
B. Sincronización del Blender	7	4	6	17
C. JBS para balanzas	4	7	7	18
D. Protocolo para la Atención de Alarmas	5	6	9	20

Se considera el proyecto de menor valor ponderado, porque refiere a menor recursos, mayores beneficios y son facilidad de aplicación.

Figura 74

Fuente: Creación propia

5.1.6 Diagrama de Gantt

Adicional a esto, se genera un diagrama de Gantt para la implementación de las actividades:

Diagrama de Gantt para el Desarrollo de las Mejoras del Proyecto												
Estado: Pendiente		Estado: Completado		Mes	Enero		Febrero				Marzo	
#	Actividad	Duración	Fecha	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	
1	Comunicado de Propuestas a gerencia	1 h	16 de Enero de 2017									
2	Implementación de propuesta 1	12 h	23 de Enero de 2017									
3	Control de resultados de la propuesta 1	48 h	31 de Enero de 2017									
4	Implementación de propuesta 2	9 h	3 de Febrero de 2017									
5	Control de resultados de la propuesta 2	48 h	8 de Febrero de 2017									
6	Implementación de propuesta 3	96 h	13 de Febrero de 2017									
7	Control de resultados de la propuesta 3	48 h	28 de Febrero de 2017									
8	Implementación de propuesta 4	3 h	3 de Marzo de 2017									
9	Control de resultados de la propuesta 4	48 h	10 de Marzo de 2017									
Total de Semanas		313 h	15 de Marzo de 2017									

Figura 75

Fuente: Creación propia

5.2 Etapa DMAIC: Control

Después de implementar las mejoras, y verificar que cumplen las expectativas, así como los objetivos del plan de acción, es necesario implementar controles que aseguren que el proceso se mantendrá y las mejoras serán sostenibles a través del tiempo. Para prevenir que la solución sea temporal, se documenta el nuevo proceso y su plan de control y seguimiento.

5.2.1 Control de la propuesta de mejora 1: Reducción del Tiempo de Ciclo

Análisis de los datos tras la implementación de la propuesta

Después de las mejoras durante el proceso, las curvas de tiempos de ciclo se ven constantes y en tendencia a la baja. La siguiente imagen muestra una fotografía del panel de la prensa ENGEL, en el menú de Tiempos de Ciclo.



Figura 76

Fuente: Fotografía del panel de control de la prensa Engel, Hospira, Costa Rica

El robot

La principal diferencia entre la presencia o no de un robot se refleja en la siguiente operación tras la expulsión de las piezas. Esta operación consiste en sacar las piezas del molde, tras la culminación del proceso de moldeo, ya sea con un robot que a su vez utiliza un sistema de vacío, toma las piezas del interior del molde y las deposita en un caja de material, o bien, las traslada hasta depositarlas ya sea en la caja de material, o en su defecto, en una banda transportadora que lleve las piezas hasta la caja de material.

El ingreso del robot al molde se suma al tiempo ciclo de la máquina:

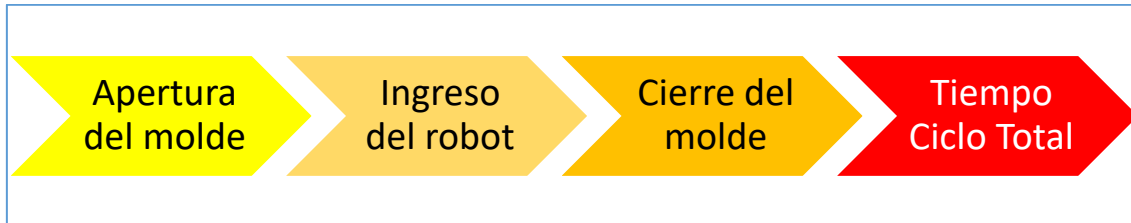


Figura 77

Fuente: Creación propia

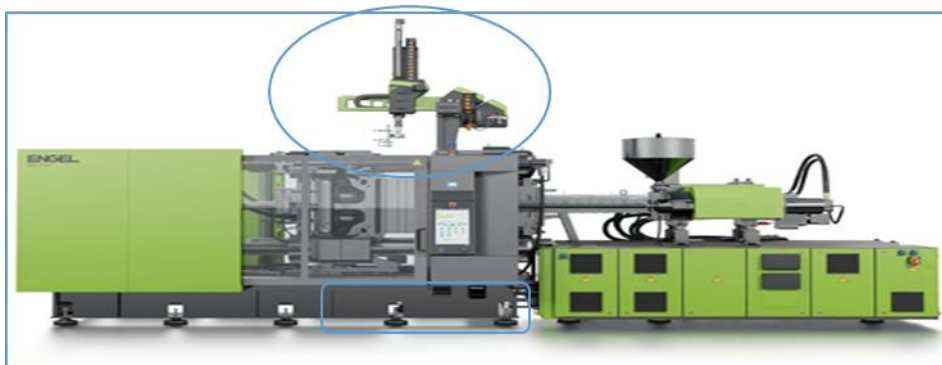


Figura 78

Fuente: Departamento de Ingeniería, Hospira, Costa Rica. Prensa con robot

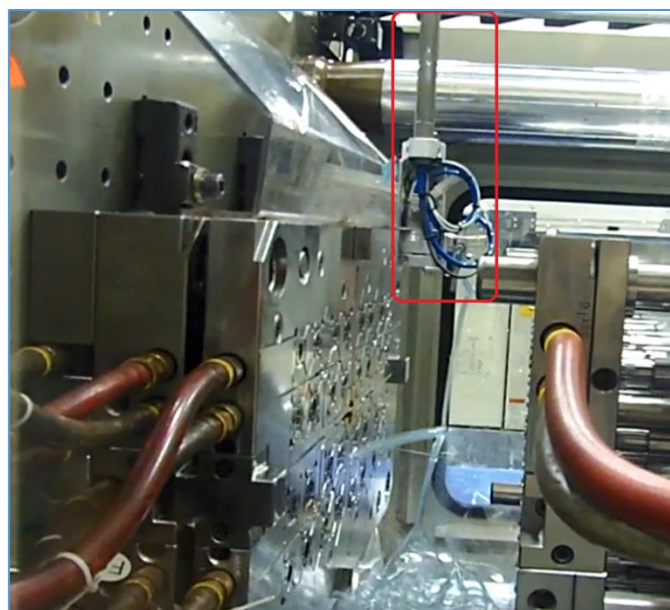
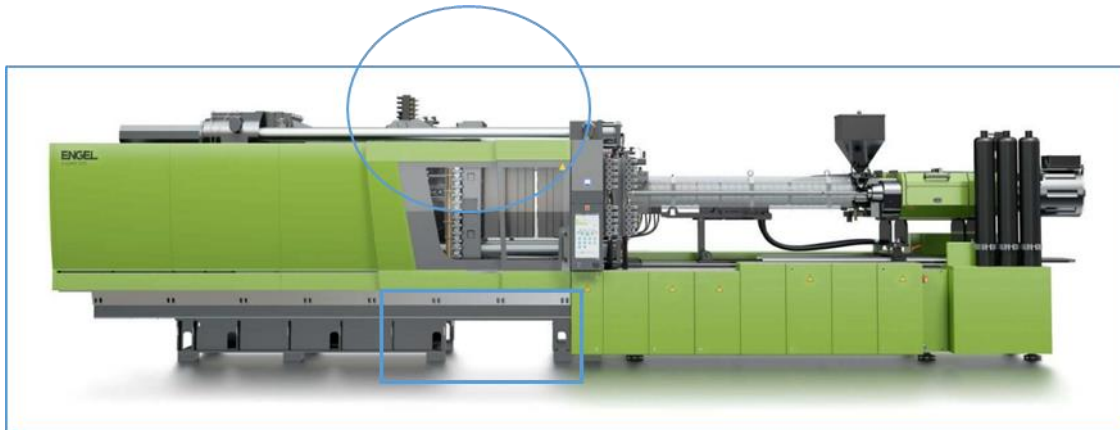
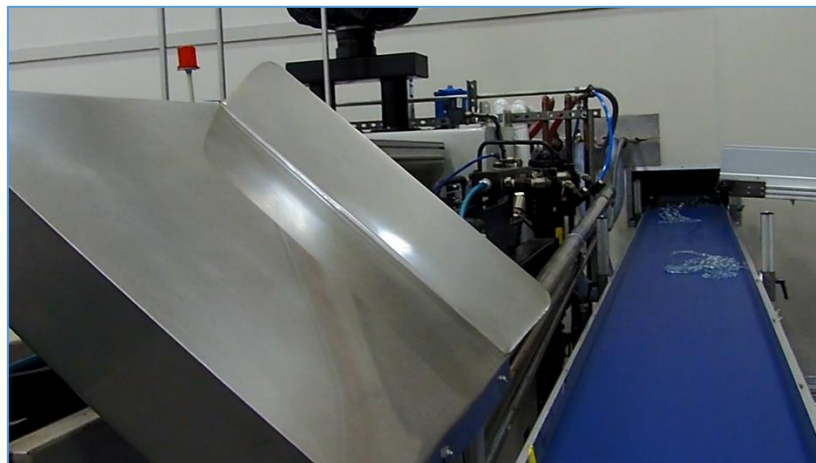


Figura 79

Fuente: Fotografía del robot entrando al molde, prensa Engel, Hospira, Costa Rica

De no tener robot, el método de expulsión es a través de pines expulsores, se retiran las piezas del interior de molde con pines hidráulicos los cuales liberan las piezas haciéndolas caer en una caja de material, o en una banda transportadora de material hasta la caja de material.

**Figura 80****Fuente: Departamento de Ingeniería, Hospira, Costa Rica. Prensa con robot****Figura 81****Fuente: Fotografía del conveyer (banda transportadora) de la prensa 2 de HCR**

En el momento en que se validó el robot en las prensas que producen el Sight Chamber, (porque antes no tenía robot, sino se expulsaban) existían particularidades de proceso que requerían garantizar la seguridad de las placas del molde, por esta razón se definieron dos instantes en que el robot debería entrar y salir del momento.

En el primer ingreso debía tomar las piezas, salir y volver a entrar para garantizar que se tomaron todas las piezas, lo que retrasaba el cierre del molde y el inicio del siguiente ciclo de producción; sin embargo, se cambió la tecnología del robot y ahora este ingresa con una pinza, toma el extremo de la araña y las piezas caen libre de la araña, el robot deja la araña en una banda transportadora donde se envía al molino.

No obstante, al cambiar el tipo de robot, no se analizó ese doble movimiento y se mantuvo ese método. Hasta ahora, con este proyecto, se analizó y se obtuvo resultados no esperados, aunque ayudaron al propósito original de disminución de tiempo de ciclo, dado el estudio realizado, la nueva tecnología del robot permite hacer su recorrido y completar su operación sin falla, pues cuenta con sensores de vacío, que aseguran la sujeción de la araña al momento de ser expulsada.

Gráficamente la mejora se visualiza de la siguiente manera

Antes

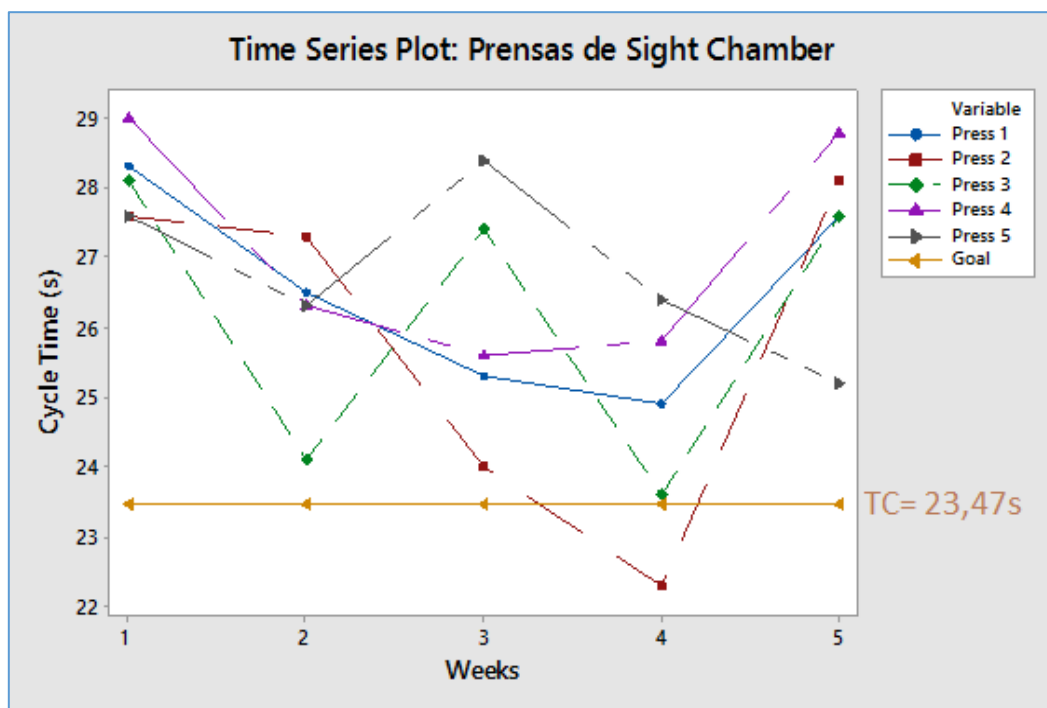


Figura 82

Fuente: Creación propia

Después

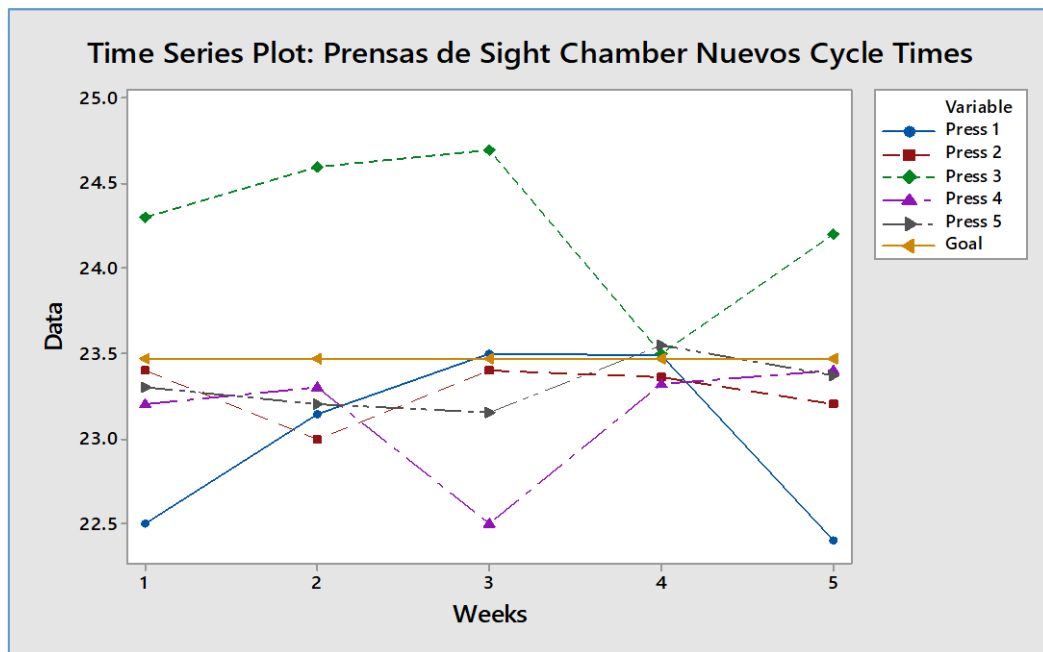


Figura 83

Fuente: Creación propia

El tiempo ciclo promedio de los valores representados en la gráfica ‘Antes’ corresponde a 26,34 segundos. Para lograr llevar ese valor actual al tiempo ciclo recomendado (23,47s) se requiere la disminución del 11% del tiempo actual, es decir 2,87 segundos en promedio.

Con la implementación de la mejora, se logra un tiempo ciclo promedio de 23,69 segundos, esto representa una disminución del 18%, es decir, 4,01 segundos en promedio. Esto gracias a la eliminación del doble movimiento del robot.

Tiempos de Ciclo Promedio			
Prensa	Antes	Después	% de Reducción
P 1	28.40 s	23.40 s	21%
P 2	27.60 s	23.10 s	19%
P 3	27.40 s	25.30 s	8%
P 4	29.20 s	23.30 s	25%
P 5	27.08 s	23.37 s	16%
Total	27.94 s	23.69 s	18%

Tabla 15

Fuente: Creación propia

Herramienta para dar seguimiento a la evolución de los tiempos de ciclo

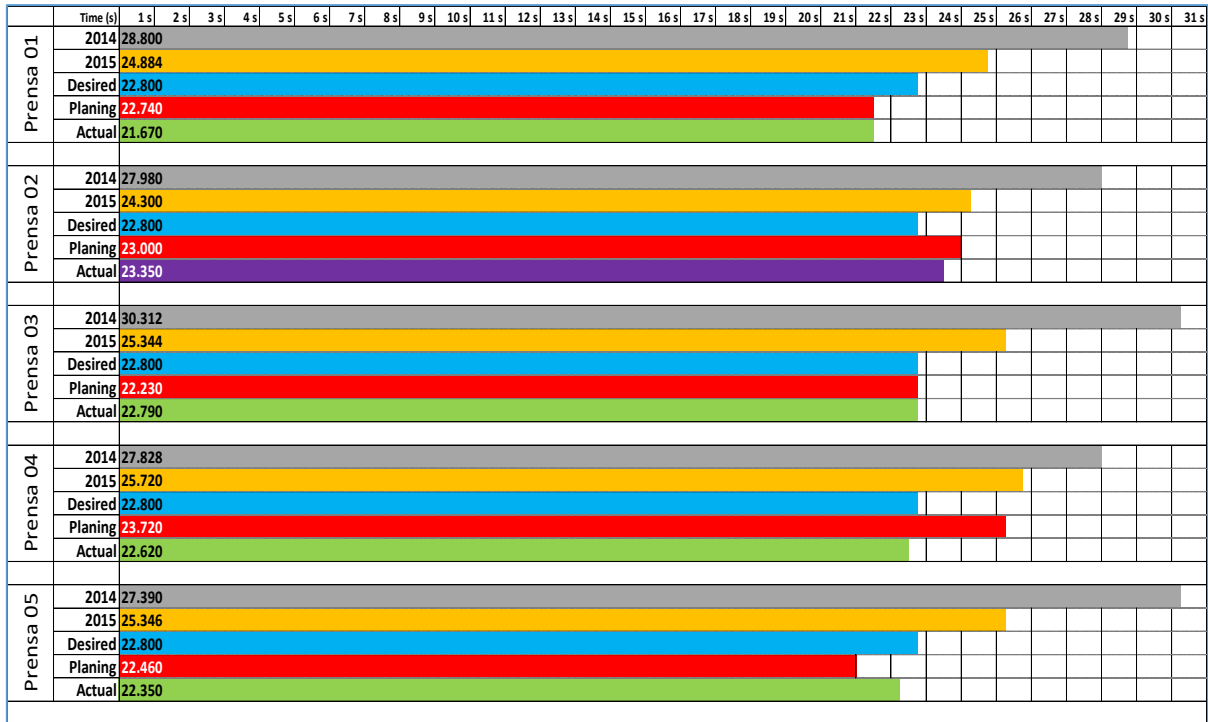


Figura 84

Fuente: Creación propia

Conclusión de la propuesta

Se logra la minimización esperada en el tiempo ciclo y se supera el porcentaje establecido inicialmente, se contribuye de esta manera al aumento de la productividad y a la reducción del desperdicio.

5.2.2 Control de la propuesta de mejora 2: Sincronización del Blender

Análisis de los datos tras la implementación de la propuesta

La resina o material virgen que ingresa al sistema, es la materia prima que ingresa a los sistemas de inyección, es un conjunto de muchos pellets:



Figura 85

Fuente: Internet:

<https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1bZsxPXXXXXXaXFXXq6xXFXXXH/Virgin-and-Regrind-Nylon-66-Resin-PA66.jpg>

La resina molida que ingresa al sistema, es la materia reprocessada, tras el proceso de molido, que ingresa a los sistemas de inyección, es un conjunto de muchas piezas y/o arañas que fueron trituradas:



Figura 86

Fuente: Internet. <http://files.marksinladascrapltd.webnode.com/200000375-517835271e/PC%20bottles%20regrind.jpg>

El molino cumple la tarea de procesar todas las piezas y/o arañas, tritura el material con un sistema afilado de cuchillas internas que reducen piezas y arañas a ‘granza’ procesada y entonces, a través de ductos la transporta al dosificador, donde se mezcla con resina virgen.

La siguiente imagen muestra la diferencia entre un blender o dosificador bien sincronizado y otro que no se ha configurado correctamente.

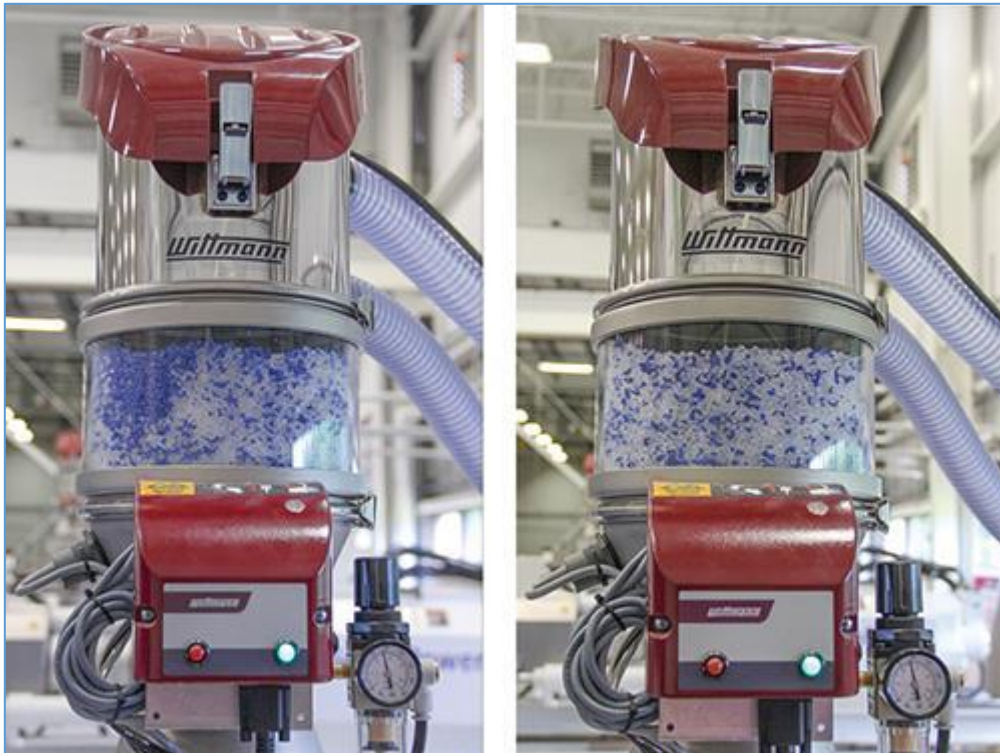


Figura 87

Fuente: internet

<http://d2n4wb9orp1vta.cloudfront.net/resources/images//cdn/cms/0914pt-Tips-Blending1.jpg>

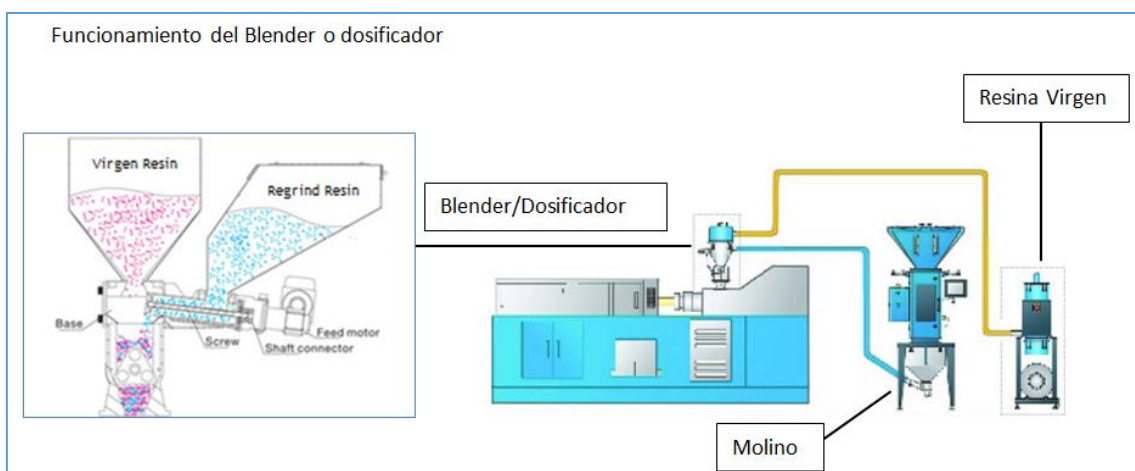


Figura 88

Fuente: Departamento de Mejora Continua de Hospira Costa Rica

Dosificador de Hospira para prensas que producen Sight Chamber



Figura 89

Fuente: Fotografía de Dosificador Motan de prensas 1 & 3, de Hospira Costa Rica

Detalles

- Los tiempos del reloj fueron sincronizados.
- Aguja verde, indica el tiempo de espera de 20 segundos. (Antes 30s)
- Aguja roja, indica el tiempo de carga de 25 segundos. (Antes 30s)

Resultado: Dosifica la cantidad suficiente en el tiempo en que el sistema lo requiere, no se desperdician arañas, no se pierde material virgen, el esfuerzo del molido es menor lo que da mayor vida útil a las cuchillas internas.

Conclusión de la propuesta

Es posible sincronizar los relojes, según se tenía planeado para ofrecer una mezcla o dosificación proporcional, predecible, útil, y controlada para el proceso de Sight Chamber.

5.2.3 Control de la propuesta de mejora 3: JBS para las balanzas

Análisis de los datos tras la implementación de la propuesta

El problema radica en que ocasionalmente, por ejemplo, las balanzas se configuran erróneamente y el contador indica siete unidades cuando en realidad ya existen diez, por esto se fabrican tres unidades más, al final, en realidad se produjeron trece unidades, por esto se exceden los \$150 y al final repercute en el dato de Scrap. Si se contabiliza eficazmente las piezas, se elimina ese ruido en el dato final de Scrap.

Caso contrario al anterior, si van menos unidades por caja de las indicadas, el área estaría vendiendo un material que no se está produciendo, lo que desemboca en una queja de sub ensambles y un ajuste de inventario el cual se ‘reclasifica’ como Scrap al Departamento de moldeo convencional.

Detalle de reclasificaciones		
Cantidad	Total de Reclasificaciones mensuales	Costo Total
4	Promedio mensual	\$ 3.400,00

Tabla 16

Fuente: Creación propia

Las cuatro reclasificaciones anteriores son parte de un promedio de quince lotes de Sight Chamber producidos, es decir, que actualmente se reclasifican un 26% del material que se produce. Con esta mejora se reduciría prácticamente a 1% la incidencia, al quitar esta variable de peso.

Recuperación de la inversión	
Tiempo en recuperar la inversión: 6 meses	Costo Total
Total por inversión	\$ 20.267,00
Total por ahorro en reclasificaciones en 6 meses	\$ 20.400,00

Tabla 17

Fuente: Creación propia



Figura 90

Fuente: Fotografía del Sistema Box Feeder en funcionamiento, Hospira Costa Rica

La imagen muestra el sistema de Box Feeder para la alimentación automática de cajas, donde el operario únicamente tiene que quitar las cajas cuando estén llenas de material (800 piezas exactas de Sight Chamber).

El JBS se encuentra adjunto en los anexos con el título: JBS Balanza GSE-675 (Job Breakdown Structure) para el Commodity Sight Chamber, y una presentación que explica el 'Procedimiento para configurar el Box Feeder de las prensas de Sight Chamber'.

Conclusión de la propuesta

Se instalan los Box Feeder satisfactoriamente, además de la creación del JBS para la correcta configuración de la balanza y el equipo de Box Feeder, se culmina con un entrenamiento del personal a través de una presentación.

5.2.4 Control de la propuesta de mejora 4: Desarrollo de un protocolo de alarmas
Análisis de los datos tras la implementación de la propuesta

Después del periodo establecido para la observación y el trabajo de campo, se obtienen los resultados esperados. Con ayuda del técnico líder de procesos se logra desarrollar un protocolo funcional para estandarizar el método de purga entre turnos y entre técnicos.

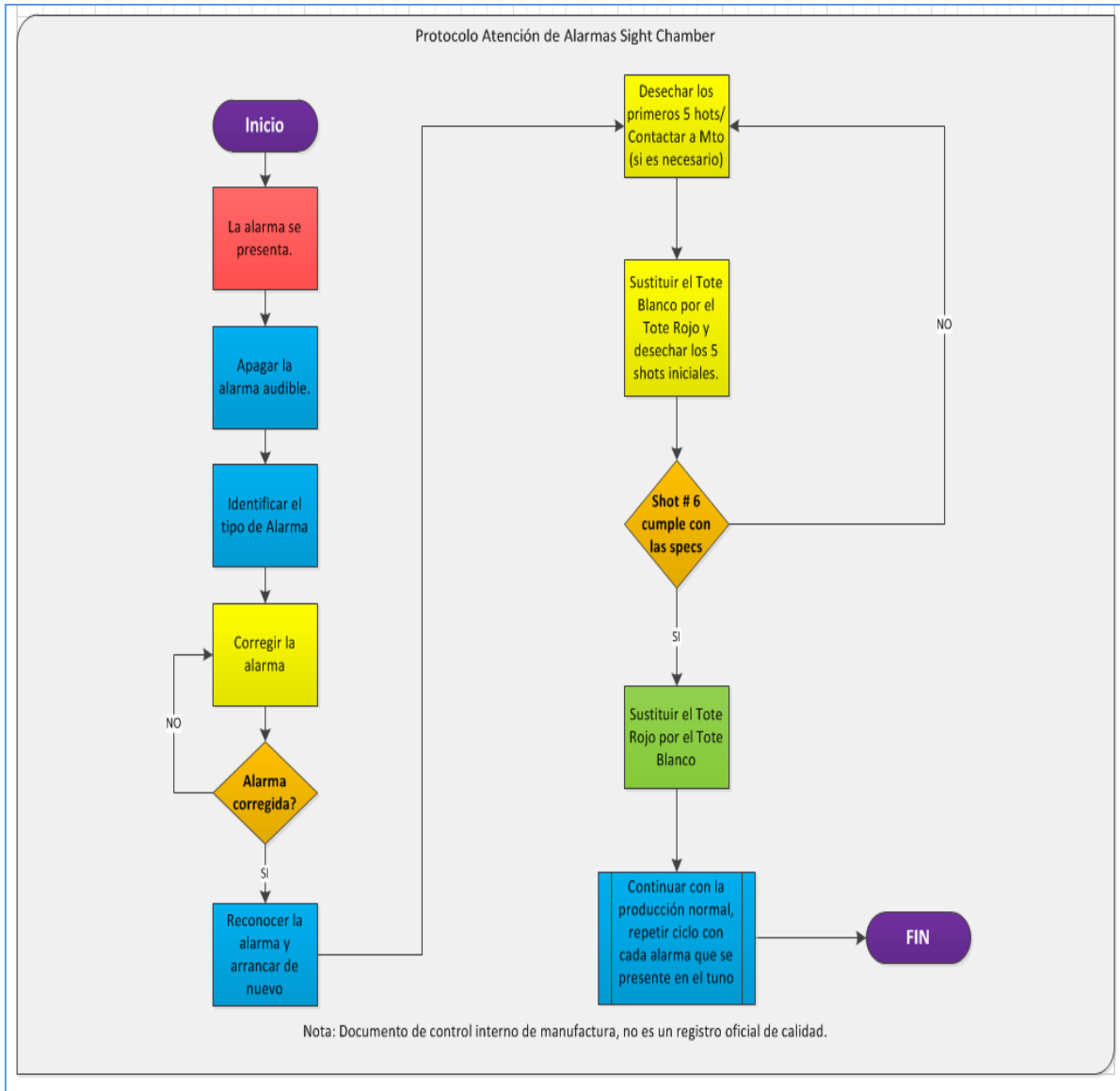


Figura 91

Fuente: Creación propia. Protocolo de atención de alarmas

5.3 Comportamiento general del desperdicio por cada propuesta

Tras las implementaciones, el comportamiento semanal, tomado del reporte de Scrap de la empresa, ha sido el siguiente:

Semana del año	Asignado \$	Scrap \$	Scrap % Meta	Scrap %
Week 2017-01	\$ 9.724,50	\$ 739,01	4,52%	7,60%
Week 2017-02	\$ 4.862,25	\$ 354,71	4,52%	7,30%
Week 2017-03	\$ 14.972,03	\$ 708,30	4,52%	4,73%
Week 2017-04	\$ 12.261,91	\$ 381,00	4,52%	3,11%
Week 2017-05	\$ 19.600,00	\$ 811,23	4,52%	4,14%
Week 2017-06	\$ 24.311,25	\$ 991,20	4,52%	4,08%
Week 2017-07	\$ 21.455,03	\$ 727,23	4,52%	3,39%
Week 2017-08	\$ 9.724,50	\$ 441,29	4,52%	4,54%
Week 2017-09	\$ 5.001,02	\$ 203,55	4,52%	4,07%
Total general	\$ 121.912,49	\$ 5.357,52	4,52%	4,39%

Tabla 18

Fuente: Creación propia

Gráficamente, e identificando los 4 (cuatro) puntos de intercesión por mejoras, se desarrolla la siguiente línea del tiempo:

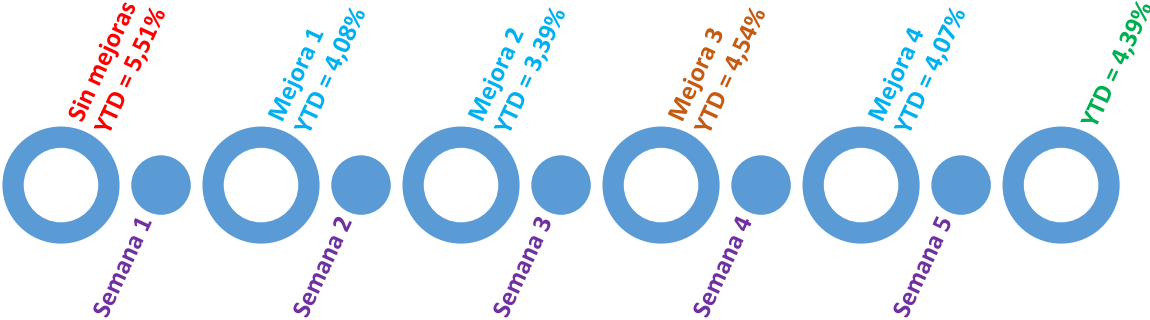


Figura 92

Fuente: Creación propia

La tendencia de Scrap por semana tras las 4 (cuatro) mejoras:

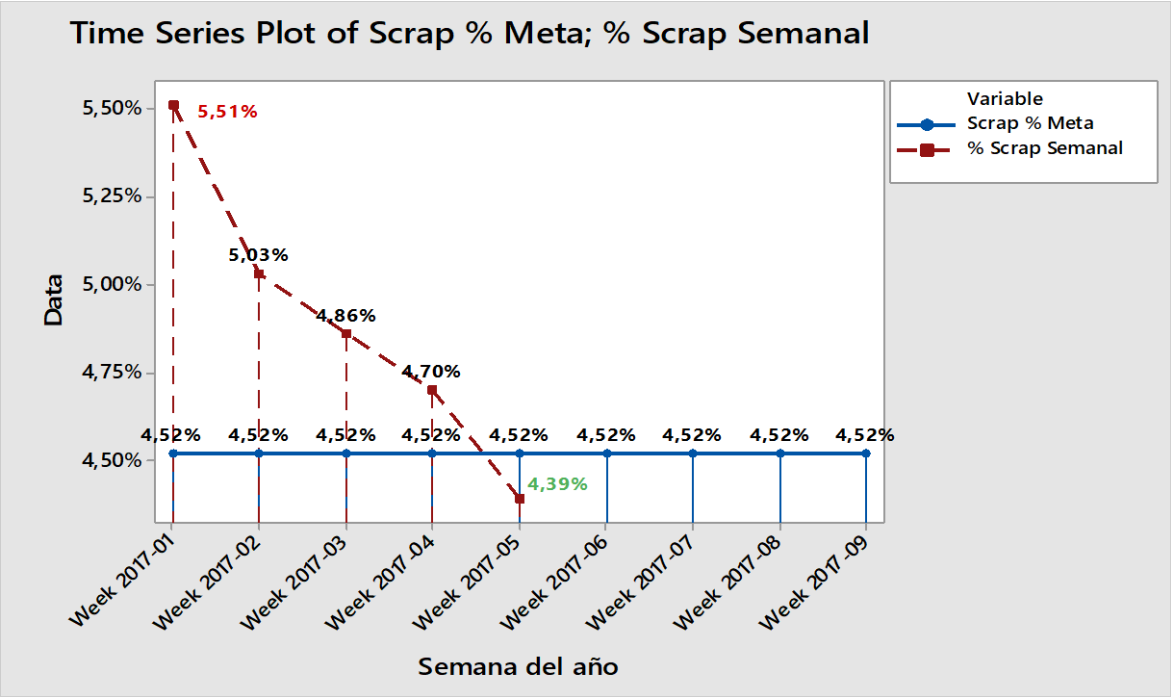


Figura 93

Fuente: Creación propia

La tendencia de Scrap por semana se presenta en la siguiente gráfica:

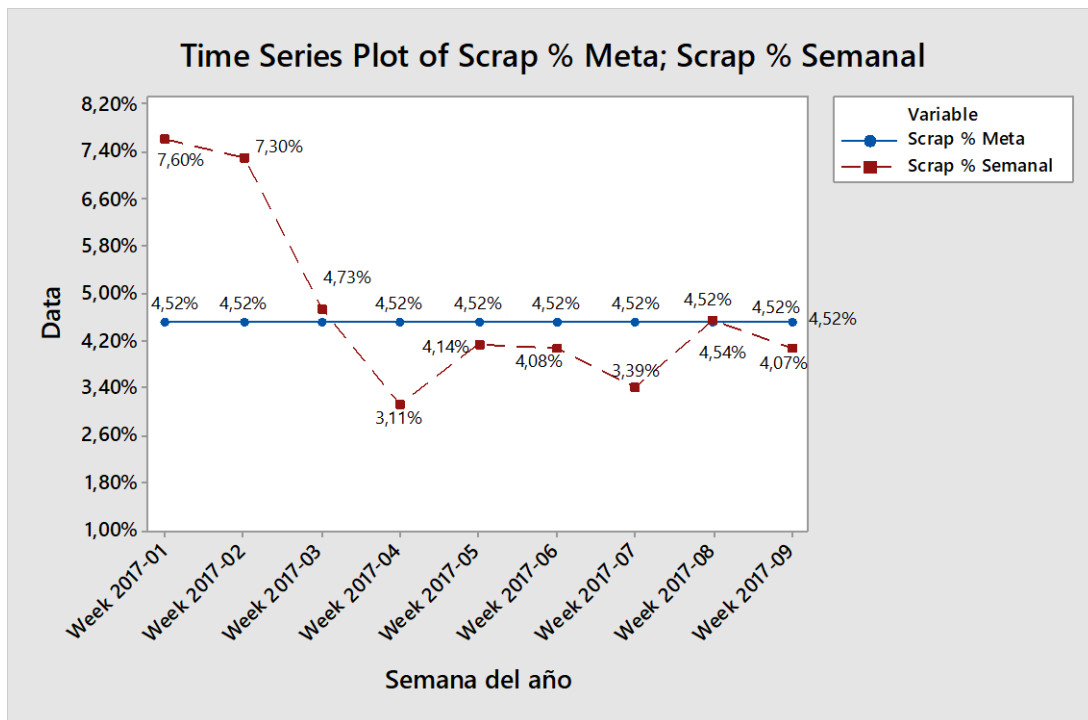


Figura 94

Fuente: Creación propia

Mejora (%) con respecto a la meta actual de Scrap del Commodity

% de reducción de Scrap por prensa y total con respecto a la meta actual de Octubre 2016 a Febrero 2017						
Prensa	Ordenes	Volumen de	\$ Scrap	% Scrap	Hospira %	% Mejora
P01	13	34%	\$ 49.675,00	3,46%	4,52%	23,45%
P02	10	26%	\$ 34.431,00	3,88%	4,52%	14,16%
P03	3	8%	\$ 9.043,00	5,62%	4,52%	-24,34%
P04	4	11%	\$ 19.876,00	4,50%	4,52%	0,44%
P05	8	21%	\$ 39.486,00	4,47%	4,52%	1,11%
Total	38	100%	\$ 152.511,00	4,39%	4,52%	2,88%

Tabla 19

Fuente: Creación propia

En la Tabla 19 se muestra el porcentaje de mejora en el Scrap con respecto a la meta actual del desperdicio que maneja la empresa. El objetivo inicial era llevar el valor de YTD del Sight Chamber 75-0320, al valor de la meta 4,52%, pero al quedar 2,88% debajo de la meta máxima de Scrap del Commodity, el objetivo principal del proyecto de reducir un 18% se ve superado.

Panorama general

% de Mejora por prensa y total en Scrap con respecto al YTD con que se inició el proyecto								
Prensa	Ordenes	Volumen de	\$ Scrap	% Scrap	Hospira %	YTD 2016	Proyecto %	% Mejora
P01	13	34%	\$ 49.675,00	3,46%	4,52%	5,51%	18,00%	37,21%
P02	10	26%	\$ 34.431,00	3,88%	4,52%	5,51%	18,00%	29,58%
P03	3	8%	\$ 9.043,00	5,62%	4,52%	5,51%	18,00%	-2,00%
P04	4	11%	\$ 19.876,00	4,50%	4,52%	5,51%	18,00%	18,33%
P05	8	21%	\$ 39.486,00	4,47%	4,52%	5,51%	18,00%	18,87%
Total	38	100%	\$ 152.511,00	4,39%	4,52%	5,51%	18,00%	20,33%

Tabla 20

Fuente: Creación propia

En la Tabla 20 se puede visualizar la comparación de metas, donde la meta de Hospira es 4,52% de Scrap para el Sight Chamber, el YTD al iniciar el proyecto era de 5,51% y la meta del proyecto era la reducción del 18% de Scrap sobre este Commodity.

Sin embargo, se registra una reducción ponderada del 20,33%, y a esto obedece el 2,88% de mejora con respecto a la meta.

CAPÍTULO VI

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

- ☞ La etapa de diagnóstico aclara el panorama del problema establecido, se identifican aspectos relevantes que más tarde fueron de suma importancia en las etapas posteriores, en donde se requería entender los síntomas de la situación para medir los datos propicios y ejecutar análisis acertados.
- ☞ La utilización de tablas, gráficas, diagramas de flujos, gráficos de Pareto, Ishikawa, entre otras, incluidas en la metodología utilizada (DMAIC) demuestran un uso y una interpretación correcta de las herramientas utilizadas para las distintas etapas del proceso.
- ☞ Sin importar el gremio, o el campo de trabajo, incluso, entre la producción de materiales, u ofrecimiento de servicios, es imperiosa la necesidad de controlar y medir los procesos para saber el estado actual de las áreas y de esta manera, proceder correcta, oportuna y acertadamente.
- ☞ Siendo este un proceso de manufactura por moldeo, está rodeado de máquinas por todo el cuarto de producción, pero el poder humano es de suma importancia, el empoderamiento de los procesos y la capacidad de actuar apropiadamente ante los retos que surjan es algo que las máquinas aún no pueden reemplazar.
- ☞ Desde el inicio del proyecto hasta la fecha se ha logrado la disminución de tiempos de ciclo, como se estipuló en los propósitos del proyecto, representó una mejora de rendimiento significativa, reflejada en los datos porcentuales de la métrica OEE, se aumentó el tiempo disponible operativo.
- ☞ Utilizando todas las herramientas mencionadas en este proyecto, se logró definir la necesidad de intervenir en este Commodity, medir la situación actual de los procesos, analizar el impacto y las posibles causas raíces para generar propuestas e implementar soluciones factibles, viables, y sostenibles a través del tiempo, y esta vez, generando herramientas de control que permitan dar seguimiento y una mejora continua en los procesos.
- ☞ Se logra cumplir con el objetivo de generar una propuesta de solución, incluso, se generan cinco propuestas más y se logra implementar un 67% de las propuestas establecidas tras los análisis de factibilidad.
- ☞ Las propuestas que se generaron, que si bien quedó plasmado en el proyecto no se implementaron todas, fueron atinadas al propósito y no carecían de sentido.
- ☞ Desde la primera propuesta valorada, hasta la implementación de la mayoría de ellas, fueron respondiendo con disminución en el desperdicio, positivamente.

☞ El porcentaje de Scrap o desperdicio que se deseaba disminuir al inicio del proyecto era de un 18% con respecto al YTD de ese momento, al final de la implementación se cierra satisfactoriamente con un YTD de 4,39% de desperdicio, lo que sugiere una mejora totalizada del 20,33% de reducción, cumpliendo objetivos y superando las expectativas.

☞ La ejecución de las actividades a través del diagrama de Gantt es acertada y se cumplen con los tiempos estipulados, con lo que se logra implementar los controles oportunamente, con la intención de hacer estas mejoras, métricas sostenibles y medibles con el tiempo.

☞ Efectuar un proyecto de esta magnitud, expone a los participantes a involucrarse en el proceso un poco más de lo normal, cuestionando situaciones y prácticas establecidas que pueden ser mejoradas, como se pudo plasmar en este estudio.

☞ El proyecto generó un repaso por todos esos aspectos muy técnicos que usualmente se dejan de lado y hacen perder la noción de que estos factores siguen estando presentes todos los días y que puede ser críticos, perjudiciales, o bien, la respuesta a algunos problemas. Por ejemplo, manejar las curvas de viscosidad, aumento de presiones en los distintos micros ciclos, y demás, fueron la respuesta a la propuesta de reducción de tiempo de ciclo y el peso de los Sight Chamber representó una importante ayuda en este caso.

☞ La etapa de implementación representó un gran reto, que después de una ardua tarea de poner a funcionar los sistemas de mejora propiamente en el área de trabajo, también significó implantar esa idea de mejora en el pensamiento del personal, no solo una mejora, sino una cultura y forma de pensar en mejoramiento continuo, lo que resulta más complejo que cambiar parámetros o ajustar algunas perillas de máquinas.

☞ El proceso de implementar mejoras y situar controles a las mismas, transcurrió con certera precisión, aplicando lo comprometido, viendo los resultados y de la mano del tiempo comprometido según el diagrama de Gantt.

☞ Como conclusión general, aplicar todas las etapas de una metodología que ha demostrado su efectividad, utilizar metodologías, técnicas y aferrarse a los resultados, para generar e implementar propuestas de mejora, acompañadas de sus análisis costo-beneficio, y definir controles para la sostenibilidad de las mejoras a través del tiempo, fue un reto logrado, que al final mostró resultados, inclusive mejores de los esperados.

6.2 Recomendaciones

☞ El entrenamiento al personal desde varios aspectos técnicos es muy importante, periódicamente deberían realizarse entrenamientos sobre aspectos técnicos a los operarios, para que estos conozcan la magnitud de algo tan sencillo como configurar bien una balanza hasta la importancia que tiene un segundo en el tiempo ciclo de las máquinas del cuarto de moldeo.

☞ Entrenamientos a personal técnico y operativo sobre procedimientos estándar son de igual manera muy importantes, la normalización o estandarización de procesos y tareas entre turnos y personal es vital para que algunas ideas de mejora tengan cabida, solo con entrenamiento se hace posible tener estos aspectos presentes, en constante ejecución y bajo control.

☞ Valorar las propuestas que fueron desechadas, tal vez con otro enfoque que resulte presente mayores beneficios y menores costes que los abarcados en este proyecto, limitado por el tiempo y recurso.

☞ Aunque no se creen lotes de producción tan grandes como una semana lo permita, considerar una iniciativa de SMED (Single Minute Exchange of Die) para los Changeover que generan desperdicio con el cambio de un lote A al siguiente lote B de producción.

☞ Existen alarmas que son posibles de evitar, o al menos minimizar la frecuencia de aparición de estas, por lo que se recomienda algún proyecto orientado a TPM 'Total Productive Maintenance', para un mantenimiento industrial de mayor nivel de los moldes de inyección, promoviendo menos defectos, procesos con mayor estabilidad, reduciendo micro paros no programados, aumentar el tiempo operativo disponible y mayor desempeño del área.

☞ Promover incentivos de algún tipo para aumentar el empoderamiento de los colaboradores con los procesos, donde mediante algún reconocimiento individual o grupal, se premie el alcance de metas, por ejemplo, de Scrap mensual por debajo del YTD, semana sin defectos, u otros.

Bibliografía

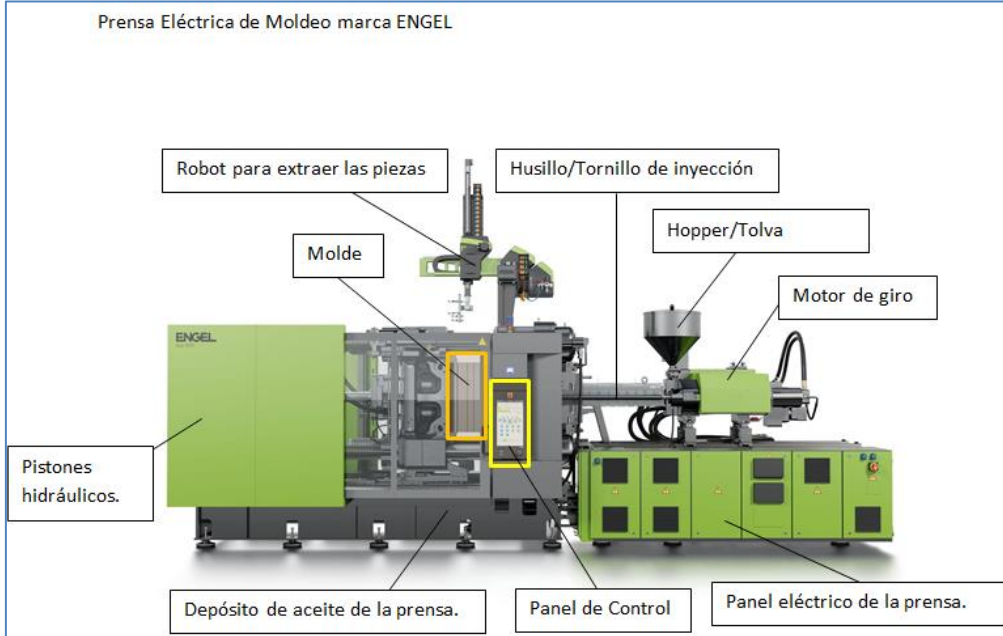
- Cervera, D. R. (1999). Métodos y Técnicas de Investigación en Relaciones Internacionales. En D. R. Cervera, *Métodos y Técnicas de Investigación en Relaciones Internacionales* (págs. 27, 29). Madrid.
- Corredor, I. (2015). SIN IDENTIFICACIÓN DE LOS 7 DESPERDICIOS NO HAY LEAN. noviembre 26;2015, de UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Sitio web:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7710/Tesis.pdf?sequence=1>
- Díaz, F. (2009). La manufactura esbelta. noviembre 25, 2015, de Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Sitio web:
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf
- Marín, J.. (2010). El tratamiento de los inventarios según los lineamientos descritos en las normas internacionales de información financiera (NIIF) como elemento clave de la administración financiera en Venezuela. Noviembre 26;2015, de Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” Sitio web:
http://bibadm.ucla.edu.ve/edocs_baducla/tesis/TC267.pdf
- Mark O., G. (2010). La guía Lean Six Sigma para hacer más con menos (pp. 1–56). Dallas.
- Park, G. (7 de Noviembre de 2016). *Global Park Free Zone and Business Park*. Obtenido de <http://www.globalparkcr.com/espanol/index.html>
- Hipervínculos web.
- Ejemplo de Diagrama de Afinidad en español (Fecha consulta: 27 nov 2015).
<https://www.aiteco.com/diagrama-de-afinidad/>
- Los 7 desperdicios. Obtenido de Lean manufacturing en español (Fecha consulta: 27 nov 2015). Disponible en:
<http://lean-esp.blogspot.com/2008/09/71-tipos-de-desperdicios.html>
- Los desperdicios relacionados con las esperas | 6 Sigma, Lean y Kaizen, 2015. Caletec.com (Fecha consulta: 27 nov 2015). Disponible en:
<http://www.caletec.com/blog/lean/los-desperdicios-relacionados-con-las-esperas/>

Anexos**ANEXO A: Roles y responsabilidades de participantes en Lluvia de Ideas**

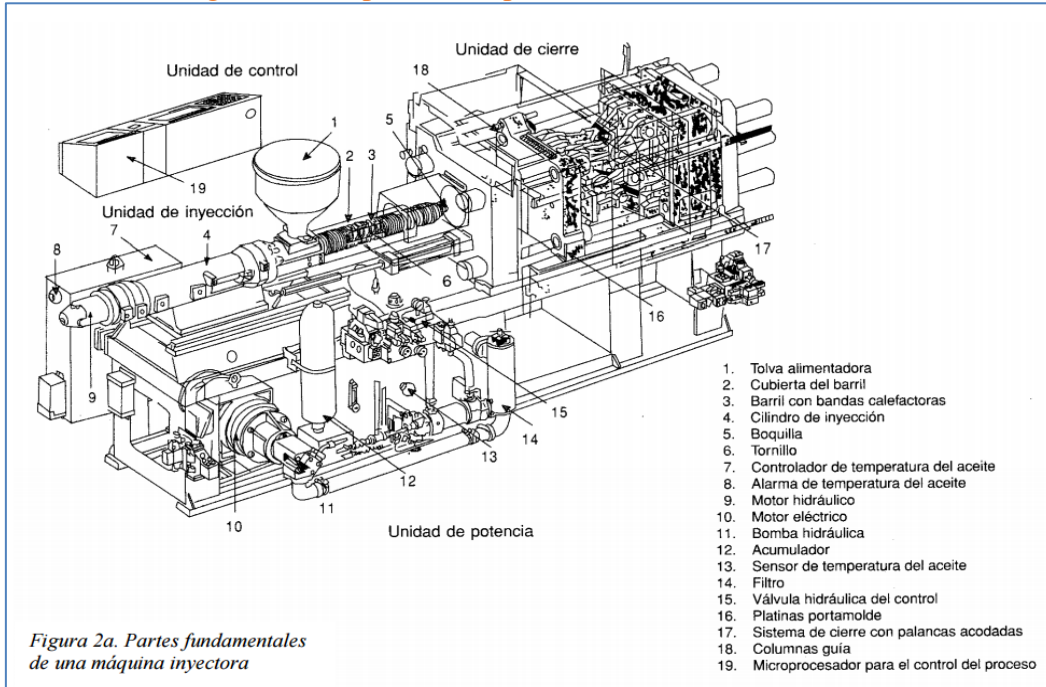
Posición (Rol)	Función principal (Responsabilidad)
Técnicos de proceso	Establecer parámetros de operación validados, control constante de proceso, atención de alarmas.
Técnicos de mantenimiento industrial	Control y reparación de temperaturas de molde, tornillo, aceite, presiones, sistemas eléctricos, sistemas de enfriamiento de la prensa, entre otros.
Operarios de manufactura	Revisar el producto final, y empacarlo en cajas para enviar el material a bodega.
Monitor de proceso	Realizar muestreos aleatorios, y uniformes del producto, realizando pruebas dimensionales y visuales para determinar el comportamiento del producto y de la prensa a lo largo del lote, así como la aceptación de producto.
Supervisor de manufactura	Supervisa el turno de trabajo, vela por el cumplimiento de la producción y la calidad del producto, toma decisiones sobre defectos como desechar material o re-trabajarlo si es posible (segregación de material no conforme).
Técnico de Calidad	Realiza una prueba completa que incluye inspecciones visuales, dimensionales, físicas y funcionales para aprobar el arranque de manufactura de producto conforme, y realiza muestreos aleatorios, y uniformes del producto, realizando pruebas físicas y funcionales para determinar el comportamiento del

producto y de la prensa a lo largo del lote, así como la aceptación de producto.

ANEXO B. Prensa Engel utilizada en Hospira



ANEXO C. Diagrama de explosión de prensa de moldeo.



ANEXO D: Project Charter

Continuous Improvement Project		PROJECT CHARTER																									
Project Title: Scrap Reduction Project for Sight Chamber (750320)		Project #: 010-15																									
Project Leader: Carlos A Sánchez Rodríguez		Team Members:																									
<p>Problem or Opportunity Statement (Purpose)</p> <p>Problem Statement:</p> <p>Actually the Part Number 750320 (Sight Chamber) is the second major offender according to the last financial report and as one of the High Runner Part Number of the plant it represents an important monetary impact in the total scrap.</p> <p>Goal:</p> <p>Reduce the scrap produced by the Part Number 750320 (Sight Chamber) due to the out of proportion increase thought out these first 33 weeks of the year 2016 and get a percent value of scrap according to the individual scrap goal, and desirable under the percent value goal.</p> <p>Scrap YTD: 5,51%</p> <p>Scrap Goal: 4,52%</p> <p>Scrap Reduction: 18%</p>		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Department</th> <th style="width: 70%;">Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">HPS</td> <td>César Calderón</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ENG</td> <td>Luis Porras</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ENG</td> <td>Adriana Villa</td> </tr> </tbody> </table> <p>Project Scope (Area):</p> <p>SIMPLIFY <input checked="" type="checkbox"/> ELIMINATE <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> EXCEL <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Goal Statement (including expected savings calculation):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Cost Reduction: 18% Scrap</p> <p><input type="checkbox"/> Cost Avoidance:</p> <p><input type="checkbox"/> Labor Reduction:</p> <p><input type="checkbox"/> Cash-flow:</p>		Department	Name	HPS	César Calderón	ENG	Luis Porras	ENG	Adriana Villa																
Department	Name																										
HPS	César Calderón																										
ENG	Luis Porras																										
ENG	Adriana Villa																										
Preliminary Plan:																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Phase</th> <th style="width: 40%;">Milestones</th> <th style="width: 20%;">Target Date</th> <th style="width: 25%;">Completion Date</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DEFINE</td> <td>Establish Team and Project Charter</td> <td>12-21-16</td> <td>12-18-16</td> </tr> <tr> <td>MEASURE</td> <td>Identify and Generate Required Data</td> <td>01-20-17</td> <td>01-24-17</td> </tr> <tr> <td>ANALYZE</td> <td>Identify Highest Contributors and Root Causes</td> <td>02-03-17</td> <td>01-31-17</td> </tr> <tr> <td>IMPROVE</td> <td>Identify and Implement Corrective Actions</td> <td>02-17-17</td> <td>02-17-17</td> </tr> <tr> <td>CONTROL</td> <td>Track and Trend Impact of Actions</td> <td>03-10-17</td> <td>03-10-17</td> </tr> </tbody> </table>				Phase	Milestones	Target Date	Completion Date	DEFINE	Establish Team and Project Charter	12-21-16	12-18-16	MEASURE	Identify and Generate Required Data	01-20-17	01-24-17	ANALYZE	Identify Highest Contributors and Root Causes	02-03-17	01-31-17	IMPROVE	Identify and Implement Corrective Actions	02-17-17	02-17-17	CONTROL	Track and Trend Impact of Actions	03-10-17	03-10-17
Phase	Milestones	Target Date	Completion Date																								
DEFINE	Establish Team and Project Charter	12-21-16	12-18-16																								
MEASURE	Identify and Generate Required Data	01-20-17	01-24-17																								
ANALYZE	Identify Highest Contributors and Root Causes	02-03-17	01-31-17																								
IMPROVE	Identify and Implement Corrective Actions	02-17-17	02-17-17																								
CONTROL	Track and Trend Impact of Actions	03-10-17	03-10-17																								

Submitted by:

Carlos Sánchez

UID: 80104977

ANEXO E: Inventario ABC de commodities

ABC Scrap Cost	Area	Commodity	Commodity Description	Actual \$ Scrap	Scrap Goal 2016	Annual Volume
80%	Convencional	750320	SIGHT CHAMBER	\$75,201	4.90%	114,838,104
80%	Convencional	752323	PIERCING PIN	\$69,199	4.70%	104,669,212
80%	Convencional	753217	MALE ADAPTER	\$61,934	7.50%	107,171,000
80%	Convencional	751444	CASSETTE BODY	\$50,902	3.00%	63,310,700
80%	Convencional	752224	CASSETTE TOP	\$47,437	3.00%	63,728,897
80%	Convencional	755008	SPIN COLLAR, OPTION-LOK	\$36,103	8.00%	118,935,000
80%	Convencional	750532	BLOOD PUMP BULB, MALE	\$22,362	40.00%	1,243,500
80%	Convencional	755209	CASSETTE BODY (RADIATION GRADE)	\$21,843	6.00%	28,367,882
80%	Convencional	750531	BLOOD PUMP BULB, FEMALE	\$20,183	30.00%	1,206,500
80%	Convencional	754438	BARREL, SYRINGE,10 ML	\$18,775	9.00%	3,212,158
80%	Convencional	909755	MALE ADAPTER, SECURE LOCK	\$12,102	14.50%	12,900,000
80%	Convencional	754334	BARREL, SYRINGE, 50 ML	\$11,377	4.80%	2,377,050
15%	Convencional	751024	LIFESHIELD ABBOJECT NEEDLE SHIELD	\$10,900	15.00%	10,190,667
15%	Convencional	909674	FEMALE ADAPTER	\$7,644	20.00%	5,779,906
15%	Convencional	750899	ROLLER CLAMP WHEEL	\$7,403	2.90%	66,456,333
15%	Convencional	750159	MALE ADAPTER, SECURE LOCK,CLEAR	\$6,698	15.00%	2,950,000
15%	Convencional	750859	Y - RESEAL DEVICE	\$6,591	6.50%	20,855,299
15%	Convencional	752322	HOOD, NONVENTED	\$6,121	2.60%	108,838,104
15%	Convencional	750875	LID, CYLINDER	\$4,218	12.00%	2,053,750
15%	Convencional	903699	CAP, 10 ML BARREL, YELLOW (chequear con Andres)	\$4,122	20.00%	36,355,579
15%	Convencional	754684	SEMI-RIGID FEMALE ADAPTER	\$3,995	10.00%	8,819,184
15%	Convencional	750323	SIGHT CHAMBER	\$3,890	12.00%	2,235,000
15%	Convencional	751864	MALE HOOD	\$3,828	50.00%	1,120,000
15%	Convencional	750041	SPIN COLLAR, POLYCARBONATE, CLEAR	\$3,602	9.00%	16,776,583
15%	Convencional	750735	FEMALE HOOD	\$2,987	13.00%	21,637,887
15%	Convencional	752948	CENTERING SLEEVE, 10 ML	\$2,978	15.00%	22,171,428
15%	Convencional	751603	LUER BUNG	\$2,940	25.00%	2,900,000
15%	Convencional	750466	CLIP ADAPTER,CLEAR	\$2,415	50.00%	853,700
15%	Convencional	754560	BARREL, SYRINGE, 5 ML	\$2,277	10.00%	350,000
15%	Convencional	754656	SEMI-RIGID MALE / FEMALE ADAPTER	\$2,220	25.00%	800,000
15%	Convencional	751442	CASSETTE SINGLE	\$1,842	25.00%	215,000
15%	Convencional	754351	PIERCING PIN, ISO IRRIGATION, NONVENTED, ABS, WHITE	\$1,776	10.00%	1,885,500
5%	Convencional	751312	MALE ADAPTER	\$1,693	10.00%	513,507
5%	Convencional	752950	CENTERING SLEEVE, 50 ML	\$1,625	15.00%	114,400
5%	Convencional	902282	ROLLER CLAMP BODY	\$1,587	0.30%	63,920,800
5%	Convencional	750113	SLIDE CLAMP, MICRO	\$1,568	15.00%	105,954,681
5%	Convencional	750651	HOOD POLYETHYLENE WITH STOPS	\$1,500	15.00%	912,000
5%	Convencional	752543	MALE ADAPTER, PLUG WITH LUER LOCK	\$1,444	0.25%	8,187,021
5%	Convencional	909675	FEMALE ADAPTER	\$1,414	25.00%	4,209,244
5%	Convencional	751344	ADAPTER, M.F.T., LUER LOCK	\$1,388	12.00%	3,053,425
5%	Convencional	750263	CLIP ADAPTER, CLEAR	\$1,328	50.00%	4,702,047
5%	Convencional	901196	UPPER LID, 150 ML	\$1,289	9.80%	1,678,320
5%	Convencional	753141	ADAPTER, M.F.T. LUER LOCK LONG	\$1,159	25.00%	929,250
5%	Convencional	903293	CAP, 50 ML BARREL	\$1,112	3.00%	1,784,458
5%	Convencional	754688	SEMI-RIGID MALE / FEMALE ADAPTER, NON-PHT	\$1,043	8.00%	1,570,148
5%	Convencional	751099	DUO SLIDE CLAMP	\$991	9.80%	5,372,500
5%	Convencional	906979	Y - RESEAL DEVICE	\$888	7.60%	500,000
5%	Convencional	905970	BASE, ABS, WHITE (SIGHT CHAMB/ LOWER LID)	\$861	12.00%	900,000
5%	Convencional	905666	UPPER LID,10 DROPS PER ML DROP FORMER,	\$840	12.00%	3,053,425
5%	Convencional	751322	MALE ADAPTER	\$712	12.00%	4,702,047
5%	Convencional	909621	BASE, ABS, WHITE (SIGHT CHAMB/ LOWER LID)	\$621	14.00%	979,000
5%	Convencional	750943	SEMI-RIGID MALE / FEMALE ADAPTER	\$593	14.00%	2,349,000
5%	Convencional	750704	PIERCING PIN FOR, PANCRETEC	\$534	10.00%	4,702,047
5%	Convencional	755379	UPPER LID, 20 DROPS	\$516	12.00%	1,885,500

ANEXO F. Especificación de Calidad del Producto

COMMODITY OR MATERIAL NUMBER

DRAWING NO. DW003

UNIT OF MEASURE = each

EENVIRONMENTAL, HEALTH, SAFETY AND TRANSPORTATION
 REQUIREMENTS: Refer to the most recent manufacturers Material (MSDS) Safety
 Data Sheet (SDS) (if applicable).

NOTE: For questions regarding hazardous material classification, instructions or
 information contact Environmental Health and Safety (EHS). (if applicable)

REFERENCE SPECIFICATION(S):	MASTER-001
--------------------------------	------------

DESCRIPTION

Material: Polyvinyl Chloride, Commodity No. 75-0319.

For additional Acceptance Requirements, see current edition of Master-329, Material
 Specification for Sight Chamber.

CONTINUING GUARANTEE

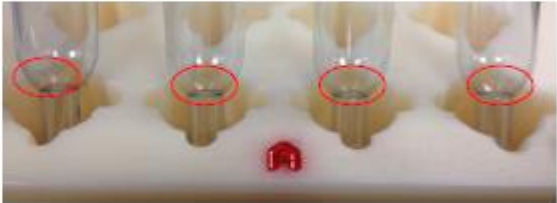
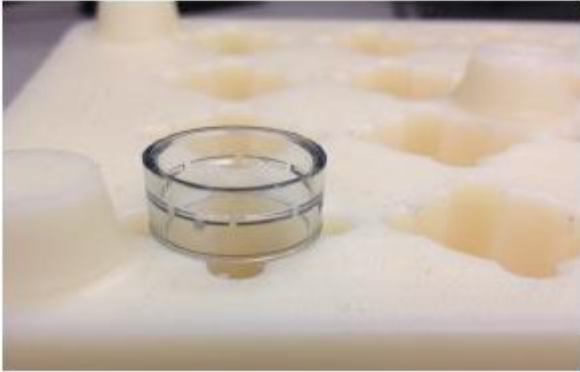
By shipment of material against the purchase order, vendor continues to guarantee that
 Commodity is manufactured to Hospira specification requirements and that Commodity
 conforms to acceptance criteria. Vendor agrees not to make any change in material,
 formulation, or manufacturing location without prior written notice of intent to
 purchasing plant. Additionally, vendor guarantees not to change any process which
 may have significant impact upon Hospira.

IMPLEMENTATION NOTICE

IMPLEMENTATION INFORMATION: NONE
 IMPLEMENTATION INSTRUCTIONS: NORMAL

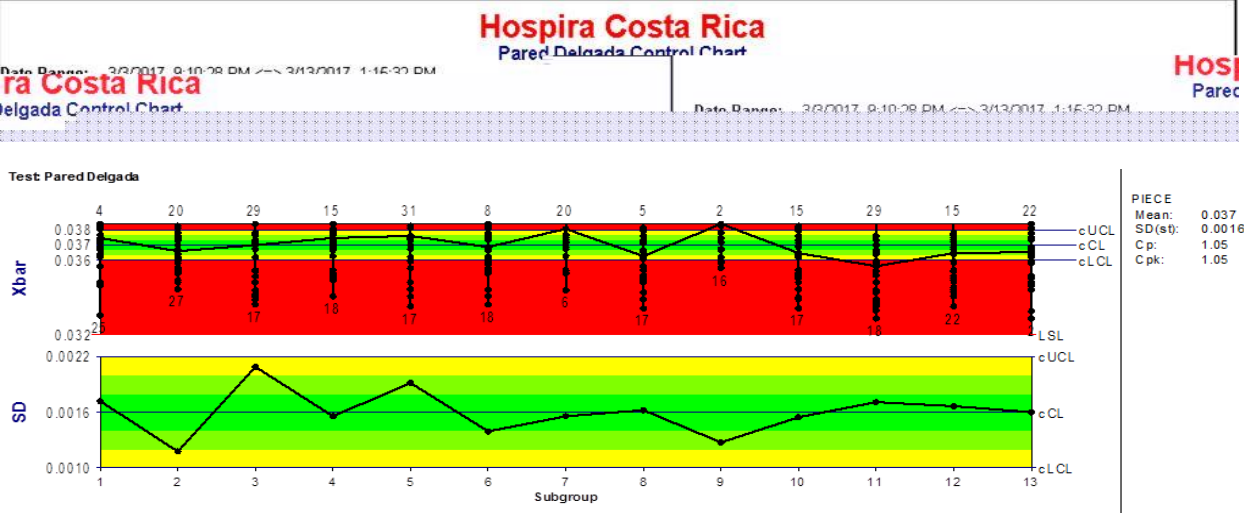
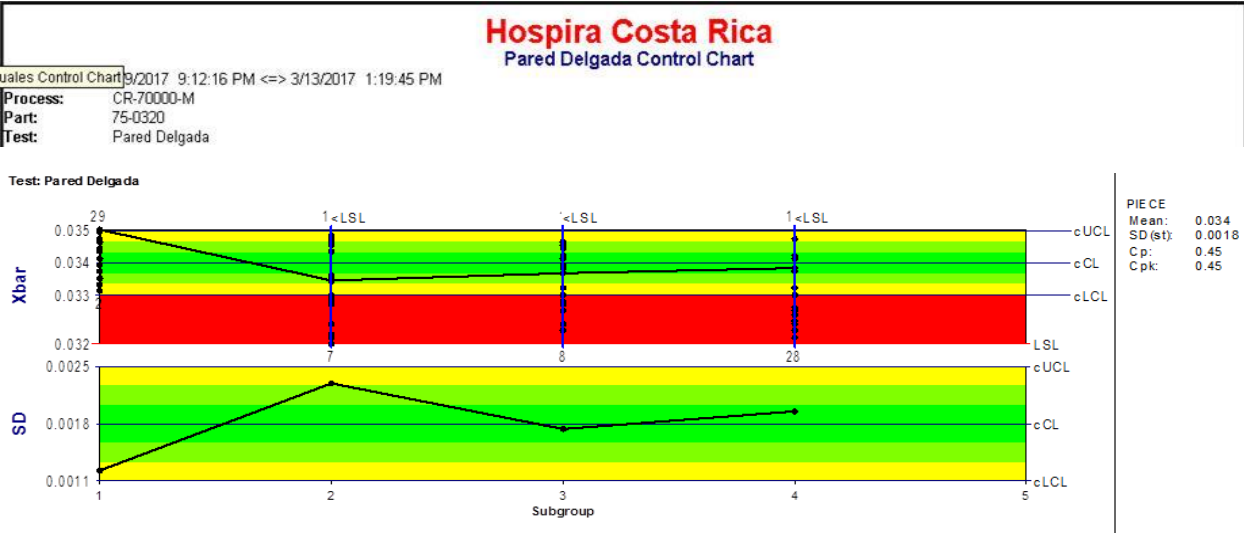
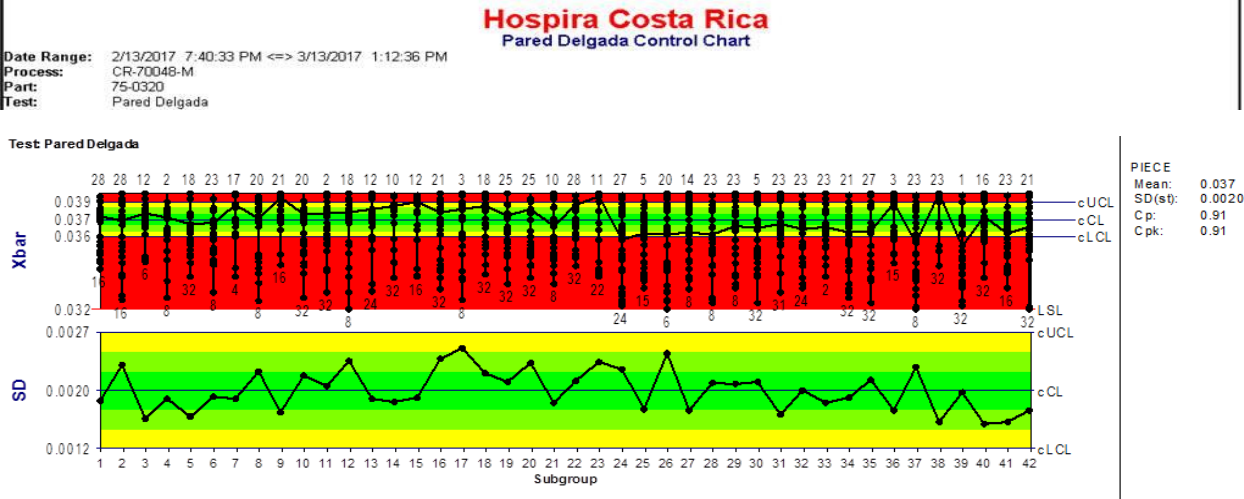
ANEXO G: Prueba de calidad




ID	Proceso	Descripción
1	Ensamble para rutina del Paso 1 en el Smart Scope	<p>Introduzca las piezas en el Fixture con el número de cavidad de frente a la marca "A" que presenta el Fixture.</p>  <p>Cada una de las piezas deben quedar tal y como se muestra en la imagen.</p> 

END OF DOCUMENT

ANEXO H: Pantallazos de la medición de las paredes del Chamber



ANEXO I: Ficha técnica de validación del Sight Chamber.

	
Ficha Técnica de Guía de Start Up Parameters	
MOLD #: H15-4105-0032I COMMODITY NUMBER: 75-0320 COMMODITY DESC: Sight Chamber 75-0320	
<hr/> CYCLE TIME ANALYSIS	
Mold Close	0.80 s
Injection	0.93 s
Holding Pressure	2.50 s
Cooling Time	9.50 s
Plasticizing	6.44 s
Mold Open	1.85 s
Ejector	1.45 s
Cycle time	23.47 s
<hr/> Instrucciones Especiales	
1- Todas las cavidades estaban presentes durante la validación. 2- Siempre verifique el buen funcionamiento de los TCU's antes de encender el controlador del molde. 3- Si la maquina se va a detener por mas de 25 min es necesario poner en stand by las zonas del molde. 4- Verifique que no exista ningun autobloqueo en el arranque. 5- Para purgar manual coloque la contrapresion en 20 psi para que pueda cargar el shot size.	
Process Engineer or designee: _____	