



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### **IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SMED PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE IMPRESIÓN DE LA EMPRESA CONTÓMETROS ESPECIALES S.A.C, LOS OLIVOS, 2017.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

RUBÍ JUDITH PUGLISEVICH RÍOS

ASESOR

DR. JORGE RAFAEL, DÍAZ DUMONT (PHD)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

**PÁGINA DE JURADO**

-----  
**PRESIDENTE**

-----  
**SECRETARIO**

-----  
**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

A Dios y la virgen, porque a lo largo de toda mi vida me ha guiado y me ha llevado por el camino correcto.

A mis padres Douglas y Zoila por el apoyo y la educación que me han dado, además de enseñarme a que debo esforzarme por cumplir mis objetivos, que siempre estarán ahí y que siempre hay que levantarse sobre los problemas.

A Víctor, por el apoyo brindado incondicionalmente en esta etapa de mi vida de formación académica.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Mg. Trujillo Valdiviezo Guido y el Dr. Díaz Dumont Jorge por su colaboración para la elaboración de mi desarrollo de tesis, mediante sus conocimientos y orientación metodológica basada en su experiencia como profesionales.

A la empresa Contómetros Especiales S.A.C por la facilidad para poder desarrollar el presente proyecto en sus instalaciones

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Rubí Judith Puglisevich Ríos, con DNI N°76364241, estudiante del décimo ciclo 2017 de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial de la “Universidad César Vallejo”.

Declaro la autenticidad de mi estudio de investigación denominado “IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SMED PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE IMPRESIÓN DE LA EMPRESA CONTÓMETROS ESPECIALES S.A.C, LOS OLIVOS, 2017”, para lo cual, me someto a las normas sobre elaboración de estudios de investigación al respecto.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 22 de Abril del 2017

.....  
Rubí Judith Puglisevich Ríos

DNI: 76364241

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante Ustedes la Tesis titulada “IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SMED PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE IMPRESIÓN DE LA EMPRESA CONTÓMETROS ESPECIALES S.A.C, LOS OLIVOS, 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

.....  
Rubí Judith Puglisevich Ríos

## ÍNDICE

<b>PÁGINA DE JURADO</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	<b>v</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
1.1 Realidad Problemática.....	16
1.2 Trabajos previos .....	25
1.2.1 Variable independiente: Técnica SMED .....	25
1.2.2 Variable dependiente: Productividad .....	32
1.3 Teorías previas.....	34
1.3.1 Técnica SMED .....	34
1.3.2 O.E.E (Overall Equipment Effectiveness).....	35
1.3.3 Implementación de la técnica SMED .....	35
1.3.4 Filosofía Just in time (JIT) .....	37
1.3.5 Lean Manufacturing.....	38
1.3.5 Análisis ECSR .....	45
1.3.6 9' S.....	45
1.3.7 Proceso de Impresión Flexográfica .....	46
1.3.4 Productividad.....	56
1.4 Formulación del problema .....	58
1.4.1 Problema general .....	58
1.4.2 Problemas específicos .....	58
1.5 Justificación.....	58
1.5.1 Justificación Técnica .....	58
1.5.2 Justificación Económica .....	59
1.5.2 Justificación Social .....	60
1.6 Hipótesis .....	61
1.6.1 Hipótesis general.....	61
1.6.2 Hipótesis específicos.....	61
1.7 Objetivos .....	61
1.7.1 Objetivo general .....	61
1.7.2 Objetivos específicos.....	61
<b>II. MÉTODOS</b> .....	<b>62</b>
2.1 Diseño metodológico .....	63

2.1.1 Tipo de estudio.....	63
2.1.2 Nivel de investigación.....	63
2.1.3 Enfoque de la investigación.....	64
2.1.4 Diseño de investigación.....	65
2.2 Variables.....	66
2.2.1 Variable Independiente (SMED).....	66
2.2.2 Variable Dependiente (Productividad).....	67
2.2.3 Matriz de Coherencia.....	68
2.2.4 Matriz de Operacionalización.....	69
2.3 Población y muestra.....	70
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	71
2.5 Confiabilidad y validez.....	73
2.6 Métodos de análisis de datos.....	74
2.7 Desarrollo de la propuesta.....	75
2.7.1 Situación actual.....	75
2.7.3 Implementación de la propuesta.....	97
Fase I. Capacitación del SGC.....	97
Fase II. Capacitación de las 9'S.....	103
Fase III. Capacitación de la técnica SMED.....	111
Fase IV. Redefinir el proceso.....	115
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>119</b>
3.1. Análisis Descriptivo.....	120
2.7.4.1 Variable Dependiente: Productividad.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2. Análisis Inferencial.....	125
3.2.1. Análisis de la hipótesis general.....	125
3.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica.....	127
3.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica (Eficacia).....	129
3.2.4 Análisis económico de factibilidad.....	132
<b>IV. DISCUSIONES.....</b>	<b>134</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>137</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>139</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>cxl</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>cxlii</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>cxlii</b>
<b>VALIDACIÓN DE EXPERTOS.....</b>	<b>clv</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Págs.</b>
Cuadro 1. Participación de mercado, Industrias plásticas en Latinoamérica.....	18
Cuadro 2. Lluvia de Ideas: Problemas registrados en el área de Impresión (Mayo -Junio -Julio 20	20
Cuadro 3. Causas y frecuencias: Problemas registrados en el área de Impresión (2016).....	22
Cuadro 4. Causas y frecuencias: Problemas registrados en el área de Impresión (2016) -	23
Cuadro 5. No Conformidades Enero-Junio 2016.....	57
Cuadro 6. No Conformidades de Impresión ( kg )Enero-Junio 2016.....	58
Cuadro 7. Facturación Anual 2015 - 2016.....	59
Cuadro 8. Matriz de Coherencia.....	67
Cuadro 9. Matriz de Operacionalización.....	68
Cuadro 10. Área de Impresión.....	74
Cuadro 11. Lista de rodillos y materiales.....	76
Cuadro 12. % de merma de cada área crítica.....	82
Cuadro 13. Toma de tiempos de las paradas de máquina.....	85
Cuadro 14. Proceso del Cambio de Formato en Impresión.....	86
Cuadro 15. Paradas de la máquina.....	87
Cuadro 16. Inspecciones realizadas en el proceso de impresión.....	90
Cuadro 17. Diagrama de Gantt.....	94
Cuadro 18. Presupuesto de la implementación.....	95
Cuadro 19. Área de Impresión.....	96
Cuadro 20. Diagrama de análisis del proceso de impresión. Tipo de desperdicio. Tipo de acti	98
Cuadro 21. Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED.....	99
Cuadro 22. Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED.....	100
Cuadro 23. Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED.....	101
Cuadro 24. Filosofía 9'S.....	102
Cuadro 25. Identificación de actividades internas y externas.....	110
Cuadro 26. Separación de operaciones internas y externas.....	111
Cuadro 27. DAP después de la mejora.....	112
Cuadro 28. Identificación de actividades internas y externas que se deberán, eliminar, combina	113
Cuadro 29. Actividades redefinidas.....	114
Cuadro 30. Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED.....	115
Cuadro 31. Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED.....	116
Cuadro 32. Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED.....	117
Cuadro 33. Cuadro de la base de datos antes de la implementación.....	122
Cuadro 34. Cuadro de la base de datos después de la implementación .....	123
Cuadro 35. Prueba de normalidad de Productividad con Shapiro Wilk.....	124
Cuadro 36. Comparación de medias de productividad antes y después con Wilcoxon.....	125
Cuadro 37. Estadísticos de prueba de Wilcoxon para Productividad.....	126
Cuadro 38. Prueba de normalidad de Productividad con Shapiro Wilk.....	125
Cuadro 39. Comparación de medias de productividad antes y después con T Student.....	127
Cuadro 41. Estadísticos de prueba de T Student para la Eficiencia.....	128
Cuadro 42. Prueba de normalidad de Eficacia con Shapiro Wilk.....	128
Cuadro 43. Comparación de medias de eficacia antes y después con Wilcoxon.....	129
Cuadro 44. Estadísticos de prueba de Wilcoxon para Eficacia.....	130
Cuadro 45. Análisis económico de la implementación.....	132

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Págs.</b>
Gráfico 1. Industria Plástica en Latinoamérica 2015. Indicadores de desempeño 2015, 2016	16
Gráfico 2. Demanda de empaques flexibles por sector industrial, 2016.....	17
Gráfico 3. Diagrama de Ishikawa. Causas y Efecto de la problemática en el área de Impresión	21
Gráfico 4. Diagrama de Pareto.....	23
Gráfico 5. Factores de la Productividad.....	55
Gráfico 6. Notas de Crédito. Enero-Junio 2016.....	59
Gráfico 7. Diagrama de procesos de la gestión de la calidad - COESAC.....	75
Gráfico 8. Diagrama de procesos de producción - COESAC.....	76
Gráfico 9. Evaluación de Satisfacción del Cliente, Junio 2016.....	80
Gráfico 10. Diagrama de Pareto del área de mayor cantidad de productos no conformes...	81
Gráfico 11. Diagrama de Operaciones del Proceso de Impresión Actual.....	84
Gráfico 12. Proceso del Cambio de Formato en Impresión.....	86
Gráfico 13. Diagrama del proceso de matizado.....	88
Gráfico 14. Diagrama del proceso de montaje.....	89
Gráfico 15. Círculos de calidad.....	97
Gráfico 16. Tiempo de paradas de máquina / tiempo de producción real.....	120
Gráfico 17. Tiempo de actividades improductivas/ tiempo de producción real.....	121
Gráfico 18. Tiempo de paradas de máquina / tiempo de producción real.....	122

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Págs.</b>
Figura 1. Fases de la Implementación del SMED.....	105
Figura 2. Excesivo stock oculta los verdaderos problemas de la empresa.....	105
Figura 3. Layout antes de la mejora.....	106
Figura 4. Layout propuesta después de la mejora.....	106
Figura 5. Almacén de clisses.....	106
Figura 6. Almacén de clisses.....	107
Figura 7. Almacén de clisses.....	107
Figura 8. Limpieza del área de Impresión.....	108
Figura 9. Layout propuesta después de la mejora.....	108

## RESUMEN

El propósito de la presente investigación tuvo como objetivo general el determinar cómo la implementación de la técnica SMED aumenta la productividad del área de impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C. Se tuvo como población la producción de bobinas de plástico (kg) durante un periodo de 30 días, tanto antes de la implementación en los meses de julio, agosto, setiembre 2016 como después de la implementación en los meses de abril, mayo, 2017, siendo la muestra igual a la población y por lo tanto no aplica muestreo. Los datos para el estudio fueron recogidos mediante la técnica de la observación directa de los hechos es decir se tomó los datos de los tiempos de paradas y ajustes de la preparación de la máquina, y los tiempos de cambio de formato, esto con ayuda de los instrumentos de recolección de datos como los formatos de observación permitiendo realizar las comparaciones de la situación anterior y posterior a la mejora propuesta. Se evaluaron los datos de la variable independiente a través del análisis descriptivo y la dependiente a través del análisis inferencial para la contrastación de hipótesis para lo cual se utilizó el programa estadístico SPSS. Como conclusión se obtuvo que Se concluye que mediante el análisis realizado en la productividad del área de impresión, obtuvimos en los resultados que se logra mejorar la productividad del área mediante la implementación de la técnica SMED, reduciendo los tiempos de cambio de formato de un tiempo promedio considerado como estándar, permitiendo así aumentar la capacidad de producción diaria y la disminución de los lotes para una mayor flexibilidad frente a la demanda y esto se puede observar ya que las cifras indican que antes de la implementación el promedio de la productividad era de 0.59 y después de la implementación de la mejora propuesta el promedio de la productividad era de 0.94. Por ello podemos afirmar que se logra la mejora en el aumento de la productividad del área de impresión en un 39% mediante la implementación de la técnica SMED.

*Palabras Claves:* Producción, Tiempos muertos, Productividad, Procesos

## ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to determine how the implementation of the SMED technique increases the productivity of the printing area in the company Contómetros Especiales S.A.C. The production of plastic coils (kg) during a period of 30 days, both before implementation in the months of July, August, September 2016 and after the implementation in the months of April, May, 2017, Being the sample equal to the population and therefore does not apply sampling. The data for the study were collected using the technique of direct observation of the facts ie the data was taken from the times of stops and adjustments of the preparation of the machine, and the times of change of format, this with the help of the Instruments of data collection as the formats of observation allowing to make the comparisons of the situation before and after the proposed improvement. The data of the independent variable were evaluated through the descriptive and dependent analysis through the inferential analysis for hypothesis testing for which the SPSS statistical program was used. In conclusion, it was concluded that through the analysis performed in the productivity of the printing area, we obtained in the results that it is possible to improve the productivity of the area by means of the implementation of SMED technique, reducing the times of change of format of a time Average considered as standard, allowing to increase the capacity of daily production and the reduction of the lots for a greater flexibility against the demand and this can be observed since the figures indicate that before the implementation the average of the productivity was of 0.59 And after the implementation of the proposed improvement the average productivity was 0.94. For this reason, we can affirm that the improvement in the productivity of the printing area is achieved by 39% through the implementation of the SMED technique.

Key Words: Production, Downtime, Productivity, Processes

# **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad Problemática

**En el ámbito internacional**, la Industria del Plástico a nivel mundial ha desarrollado durante la última década, a pesar de la breve crisis financiera y económica, un mínimo pero significativo crecimiento desde el 2010; según la Revista Mundo Plástico “con un 3 a 5% de aumento de la producción anual.” (Agosto,2016)

La Asociación de Fabricantes de PLASTICEUROPE indicó en una reciente publicación en la Revista Mundo Plástico, que la producción mundial de plástico en el año 2015 fue de 322 millones de toneladas, de los cuales solo 270 millones era de materiales plásticos, es decir, los materiales que se transforman en productos plásticos. (Agosto,2016)

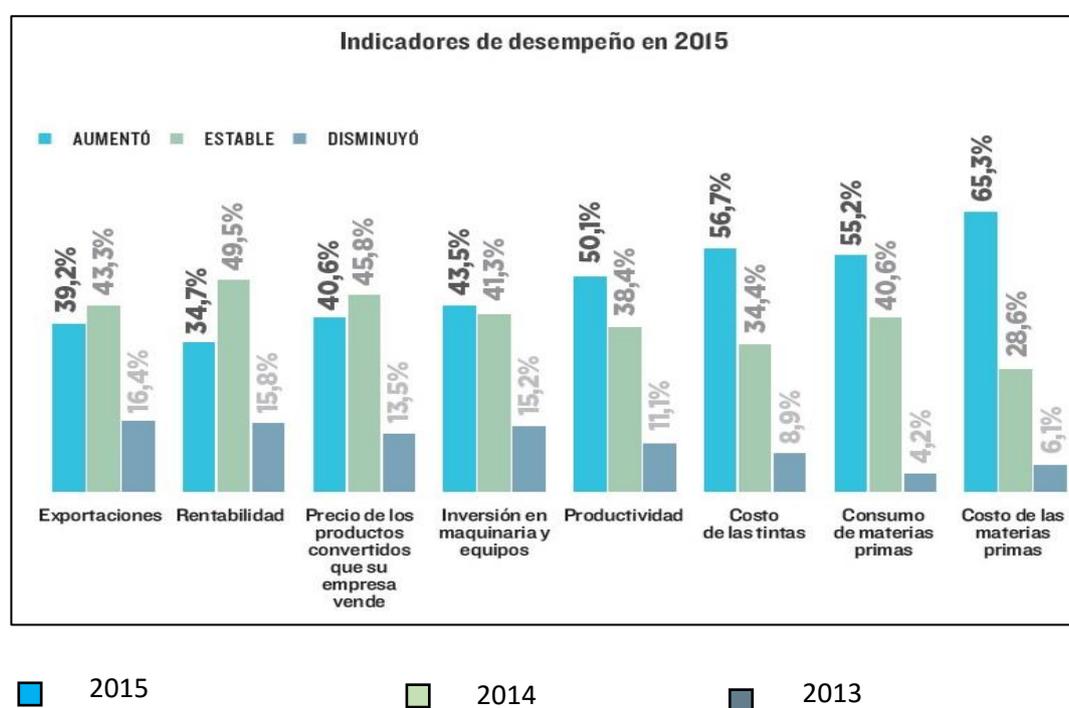
China y otros países del Sudeste Asiático se han convertido en la región de mayor crecimiento en la Industria de Plástico con un 49%, produciendo así casi la mitad de todos los plásticos fabricados en el mundo. Según cifras de la Revista Mundo Plástico “En el 2015, China obtuvo el 28% de la producción global de plásticos, el 33% de la producción mundial de máquinas para plásticos y la mayor parte de su procesamiento”. Mientras que las cifras Europa y Norteamérica indican un 18% y 19% de la producción mundial. En Oriente Próximo y Medio, así como en África una participación 7%, en Sudamérica, 4%, y en los antiguos estados de la CEI, 3%”; según datos estadísticos de PlasticEurope. (Agosto,2016)

Particularmente, en el segmento de bolsas plásticas aumentó su participación en el mercado alrededor del 2010, la demanda de bolsas de plástico ha crecido un 55% a nivel mundial y se estima que tendría un aumento hasta un 60% para el año 2020. Según en un informe realizado por la AMI Consulting “Las bolsas son un segmento significativo de los envases de polietileno en Europa, representando un poco más del 7% de la producción total de películas de polietileno”. (Agosto,2016)

Por otro lado; la Industria del Plástico en Latinoamérica, específicamente, de conversión de empaques flexibles ha tenido un

desempeño positivo en el mercado y se puede reflejar en una encuesta realizada a 100 directores de empresas de 13 países de la región, donde un porcentaje del 94% indicó que este año están teniendo un crecimiento en sus operaciones y utilidades respecto al 2015. Los avances que los fabricantes han logrado en términos de protección, funcionalidad, facilidad de apertura y atractivo que los empaques flexibles se conviertan en uno de los segmentos de mayor crecimiento en la industria de conversión e impresión. (Enero, 2016)

**Gráfico 1.** Industria Plástica en Latinoamérica 2015. Indicadores de desempeño 2015, 2014 y 2013



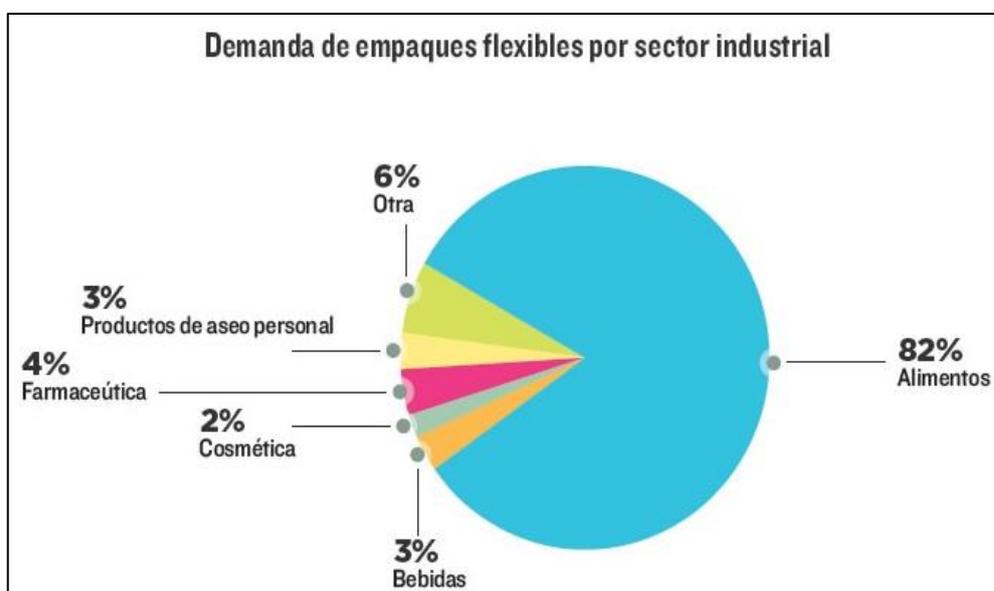
**Fuente:** Revista Empaque+Conversión, 2016

En el **Gráfico 1** podemos observar una comparación del año 2015 respecto al 2014 y 2013 en el cual vemos el desempeño desarrollado. Sin embargo los índices de exportación aún continúan siendo bajos para el potencial de este sector en el mercado; de hecho, apenas 3% de los empresarios encuestados reporta ventas a Estados Unidos o Canadá, y solamente 8% a otros países latinoamericanos.

En América Latina, según la Revista El Empaque+Conversión los sectores de alimentos, farmacéutico, de bebidas y de productos de aseo

personal lideran en el 2016 las compras de los empaques flexibles, que para la mayoría de los convertidores en un 87% representan su principal mercado, se puede visualizar en el **Gráfico 3**. (Enero, 2016)

**Gráfico 2.** Demanda de empaques flexibles por sector industrial, 2016.



**Fuente:** Revista Empaque+Conversión, 2016.

En Ecuador, la Industria Plástica agrupa a 600 empresas y genera un aproximado de 15 000 puestos de trabajo, el sector ha logrado un incremento en su producción en el año 2015. Según datos obtenidos por parte de la Asociación Ecuatoriana de plásticos (Aseplast), desde enero a setiembre del 2015 el sector importó un 21.83% más de materia prima, el cual fue el mismo que en el año 2014; se considera esta información como un indicador importante para reflejar el comportamiento de la Industria dado que la materia prima requerida para la producción es importada. (Noviembre, 2015)

En Colombia, la situación es similar. En el 2016, la Industria Plástica, específicamente el sector de empaques y envases representa aproximadamente el 50% del total de los productos plásticos colombianos. En una entrevista realizada al presidente de la Asociación Colombiana de Industrias Plásticas (Acoplásticos), Carlos Alberto Garay, manifestó que la Industria de Plástico en Colombia crece 7% en

promedio anualmente, esto nos indica un crecimiento garantizado en los próximos años. (Agosto,2016)

**En el ámbito nacional**, la Industria Plástica ocupa un lugar interesante en América Latina pues ha desarrollado durante la última década una evolución significativa pero un crecimiento un poco lento, respecto al mercado de envases y embalajes, la industria peruana ha mejorado mucho su nivel de producción.

En la Revista Ingeniería Plástica indica que, si bien el sector de plásticos en Perú no se encuentra al nivel de otras potencias de la región, como México o Brasil, ostenta un crecimiento sólido y pronunciado, 850 empresas de la industria plástica peruana emplean a más de 24 trabajadores y aportan 960 millones de dólares al Producto Bruto Interno de la nación. (2016)

**Cuadro 1.** Participación de mercado, Industrias plásticas en Latinoamérica

UNIDAD DE NEGOCIOS	PARTICIPACIÓN DE MERCADO <sup>(1)</sup>	PRINCIPALES COMPETIDORES
<b>ENVASES</b>		
Chile	36%	Envases del Pacifico S.A., BO Packaging S.A., Serplas S.A.
Argentina	12%	Petropack S.A., Converflex Argentina S.A., Celomat S.A.
Perú	37%	Emusa S.A., Trupal S.A., Paraíso S.A.C.
Colombia	10%	Flexo Spring S.A.S., Plastilene S.A., Minipak S.A.S.

**Fuente:** Memoria TechPack 2015

**En el ámbito empresarial**, el problema se centra en el área de Impresión de la empresa Contómetros Especiales S.A.C., localizado en la Av. Los Silicios s/n, distrito de Los Olivos, provincia de Lima; dedicada a la fabricación y comercialización de envases flexibles plásticos. De tal manera que se enuncia la siguiente problemática:

La competencia y la demanda exige una mejor calidad de sus productos por lo tanto una mejor calidad de sus procesos. Ambos conceptos podemos evaluarlos independientemente, puesto que según lo mencionado por Baldemar Motomochi (2010): “Es posible obtener alta calidad del producto de un proceso de baja calidad, solamente inspeccionando lo suficiente y rechazando lo suficiente de lo producido. Por supuesto, el costo aumenta en tal caso. Por otro lado, un proceso de alta calidad producirá productos de alta calidad a un menor costo simplemente porque existirán menos retrasos, menos retrabajo, menores pérdidas de esfuerzo humano, menor espacio utilizado, y menos material desperdiciado, (...).

Contómetros Especiales SAC cuenta con 24 años de experiencia en el mercado, siendo fundada en el año 1988, en el rubro de envases y envolturas. La empresa se inició en la fabricación de Contómetros (rollos de papel para cajas registradoras), innovando constantemente mediante el desarrollo de nuevos productos, tales como bolsas de papel, moldes de papel para panetones, y finalmente envases flexibles plásticas (Bolsas), así como láminas y mangas, sin impresión e impresas a full color. El objetivo de la empresa apunta en entregar productos de calidad en el plazo y cantidad comprometida, con el fin de cumplir los compromisos con los clientes. Esto es crítico para evitar atrasos en la planificación productiva o la necesidad de grandes stocks de seguridad, reflejándose en menores costos de operación. Para cumplir con esto, la empresa está en vías de la implementación de la gestión del nuevo sistema SAP y la Certificación ISO.

La mayor problemática de este tipo de industria es la exigencia del mercado de **fechas de entrega más cortas, procesos más rápidos y más variedad de productos en pequeños lotes**. Esto genera mayor cantidad de cambios de molde, tiempo en limpieza de máquina y piezas, cambios repentinos en la programación de producción para cumplir con las entregas a los clientes.

Las principales demoras se generan por los siguientes motivos:

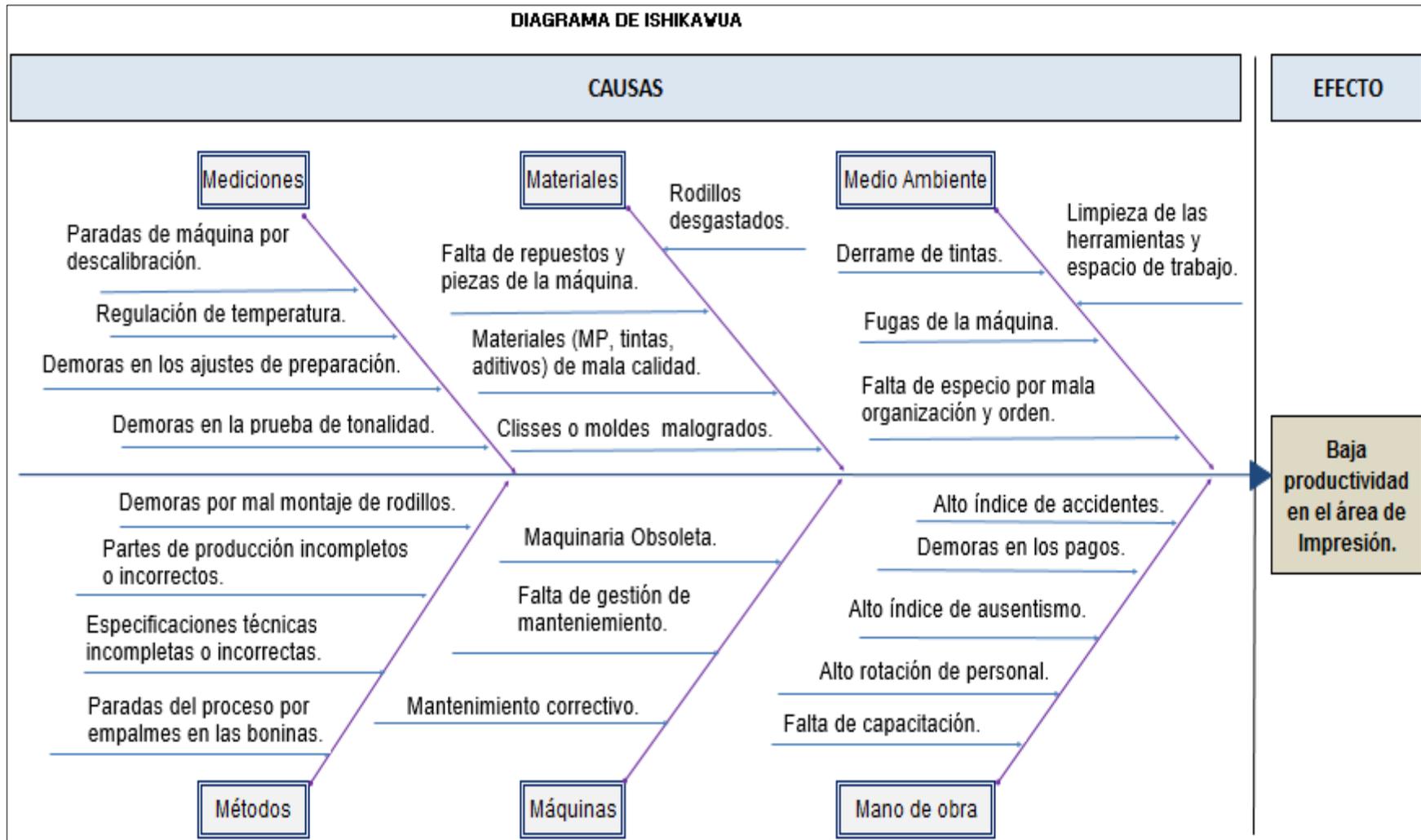
**Cuadro 2.** Lluvia de Ideas.

Problemas registrados en el área de Impresión (Mayo -Junio -Julio, 2016 )

Nro.	LLUVIA DE IDEAS
1	Maquinaria Obsoleta.
2	Paradas por fugas de la máquina.
3	Paradas por derrame de tintas.
4	Paradas por falta de una gestión de mantenimiento preventivo.
5	Demoras por prueba de tonalidad (Matizado).
6	Demoras por descalibración de la máquina.
7	Mal montaje de los rodillos.
8	Mal montaje de los clisses o moldes.
9	Limpieza de Clisses.
10	Limpieza Anilox y rodillos.
11	Cambio de cuchillas.
12	Materiales (mp, tintas y aditivos) de mala calidad.
13	Falta de respuestos y piezas de la máquina.
14	Rodillos desgastados.
15	Clisses malogrados por manipulación del operario.
16	Especificaciones técnicas incompletas o incorrectas.
17	Partes de producción incompletas o incorrectas.
18	Paradas del proceso por emplames en las bobinas.
19	Alto índice de accidentes.
20	Alto índice de ausentismo.
21	Desmotivación por demoras en los pagos.
22	Alta rotación de personal.
23	Falta de capacitación al personal.

Fuente. Elaboración propia

**Gráfico 3. Diagrama de Ishikawa.** Causas y Efecto de la problemática en el área de Impresión (2016)



Fuente. Elaboración propia

A continuación, se muestra las incidencias de problemas y sus frecuencias que se presentaron durante el período en el área de impresión se representan en el Diagrama de Pareto, reflejando gráficamente en porcentaje acumulado de factores reflejan el 80% de las incidencias con mayores problemas en el área de impresión y cuáles fueron las de menor incidencia (20%). Esta información se evidencia en los instrumentos Fichas de Observación que se adjunta como Anexos.

**Cuadro 3. Causas y frecuencias**

Problemas registrados en el área de Impresión (2016)

<b>Problemas registrados ( 2 Turnos)</b>	<b>Tiempos Muertos (min)</b>
<b>Demoras por ajustes de máquina.</b>	437
<b>Demoras por preparación de la máquina.</b>	643
<b>Demoras por cambio de moldes.</b>	744
<b>Demoras por falta y defecto de materiales.</b>	94
<b>Demoras por especificaciones incompletas o incorrectas.</b>	108
<b>Demoras por limpieza de espacio, piezas, moldes, rodillos.</b>	86
<b>Demoras por problemas con el recurso humano</b>	69
<b>Demoras por averías de la máquina.</b>	112

Fuente. Elaboración propia

De los datos obtenidos proporcionados por el área de impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C se sustenta la problemática expuesta, reflejado a través de la cantidad de minutos, se ordenan los datos de mayor a menor de las incidencias o problemas con mayor ponderación en el área de Impresión; después se calcula los porcentajes y se suman para obtener el porcentaje acumulado de cada una de las causas.

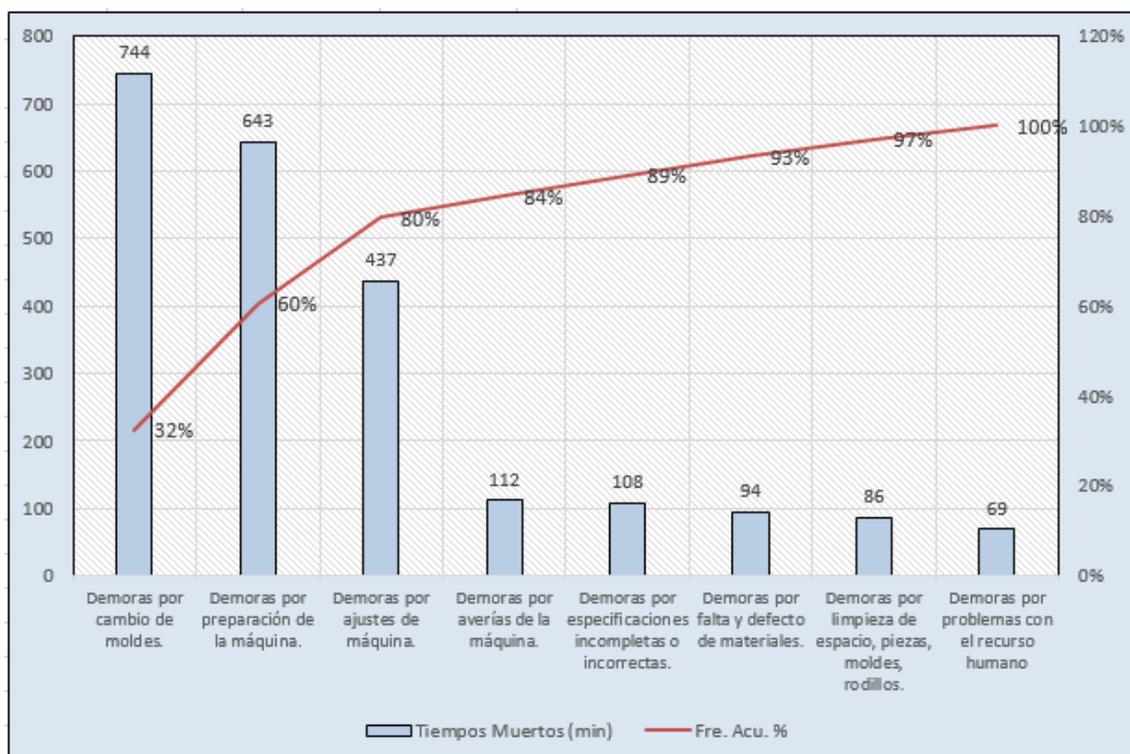
#### Cuadro 4. Causas y frecuencias

Problemas registrados en el área de Impresión (2016)

Problemas registrados ( 2 Turnos)	Tiempos Muertos (min)	Frecuencia %	Fre. Acu. %
Demoras por cambio de moldes.	744	32%	32%
Demoras por preparación de la máquina.	643	28%	60%
Demoras por ajustes de máquina.	437	19%	80%
Demoras por averías de la máquina.	112	5%	84%
Demoras por especificaciones incompletas o incorrectas.	108	5%	89%
Demoras por falta y defecto de materiales.	94	4%	93%
Demoras por limpieza de espacio, piezas, moldes, rodillos.	86	4%	97%
Demoras por problemas con el recurso humano	69	3%	100%

Fuente. Elaboración propia

Gráfico 4. Diagrama de Pareto



Fuente. Elaboración propia

En ese contexto, las actividades del proceso de Impresión de la empresa Contómetros Especiales S.A.C se ve afectado por deficiencias puntualmente en Demoras por cambios de molde y Demoras en la preparación de las máquinas impresoras, cuyas pérdidas se ven en los continuos retrasos de producción, largos plazos de entrega, gran cantidad de productos terminados en almacén y máquinas paradas, el hecho que la máquina se encuentre parada un cierto tiempo por causas no regulares, significa que la empresa ya está perdiendo dinero.

De tal manera, según la problemática expuesta se define la técnica de solución que es el SMED (Single Minute Exchange of Die) ya que su aplicación va dirigido directamente a reducir el tiempo de cambios de formato y preparación de máquina para la mejora de cualquier tipo de proceso. Solo a través del SMED, a comparación de otras herramientas o técnicas de mejoramiento de la calidad y aumento de la productividad, se puede alcanzar una producción más flexible, se puede responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda, crea condiciones para reducir los plazos de fabricación y mejora la calidad de los productos. A pesar de que muchos profesionales consideren que las actividades de preparación de la máquina y cambios de útiles son aspectos menores del proceso, con el estudio previo en el Diagrama de Pareto se puede observar que en esta compañía es el principal cuello de botella.

## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Variable independiente: Técnica SMED**

#### **Ámbito internacional**

Freddy Sarango y Jorge Abad presentan: "IMPLANTACIÓN DE SMED EN UN PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA EN LA EMPRESA EXPOPLAST C.A", tesis desarrollada en la ciudad de Guayaquil, 2001.

El objetivo es utilizar la teoría y técnicas del SMED para realizar las operaciones de cambios de trabajo en el área de impresión de la empresa Expoplast C.A en menos de diez minutos.

Previo a la aplicación del SMED fue necesario realizar un estudio de tiempos de las operaciones del proceso de impresión flexográfica, asimismo realizar una revisión de las demás áreas para evaluar el grado de dependencia y efecto que tenían las demoras registradas, de esa manera se informa las condiciones previas y como han estado funcionando sin la aplicación del SMED.

Luego se identifican las actividades internas y externas; para proceder a separarlos y se hace la conversión de las actividades internas en externas, este último punto fue fundamental para reducir drásticamente los tiempos de preparación de la maquinaria en cambios de trabajo.

Luego de la aplicación del SMED, los autores concluyeron de la siguiente manera (Sarango y Abad, 2001):

- Los beneficios de SMED se lograron alcanzar tras el análisis de las operaciones de preparación y la identificación de las cuatro etapas conceptuales.
- Al implementar el Sistema SMED se logró la reducción de aproximadamente del 75% del tiempo tomado como estándar, por lo que el tiempo estándar final para un cambio de trabajo quedo fijado 1 hora con 26 minutos, repercutiendo en un aumento en la capacidad instalada de la máquina de 605.3 kg y ventas de 1.210,600.00 dólares por cambio de trabajo, considerando un precio referencial de 2 dólares por kg de material impreso.
- La implantación del SMED en el proceso seleccionado se tomó como programa piloto y los resultados alcanzados permitieron la disminución del tamaño de los lotes y, por lo tanto, del tiempo de fabricación.
- Además, se posibilitó en un semestre reducir el nivel de inventarios en un 70% y aumentar la productividad de la máquina en un 144%. Con esto se otorgó mayor flexibilidad a la empresa para adaptar la producción de empaques impresos a las fluctuaciones y modificaciones de la demanda.

- El costo para la implantación del Sistema SMED fue de 918,960.00 dólares, esta inversión fue recuperada durante el primer mes de implantación y este gasto no se considera representativo en comparación con las ganancias futuras.

Ing. Ind. Andrés Alarcón, “IMPLEMENTACIÓN DE OEE Y SMED COMO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING E UNA EMPRESA DEL SECTOR PLÁSTICO”, tesis presentada para obtener el Título de Magister en Sistemas de Producción y Productividad a la Universidad de Guayaquil, 2014.

La investigación fue realizada en el área de termoformado de la empresa Plásticos del Litoral S.A donde se aplicaron técnicas de Lean Manufacturing para medir y hacer más eficiente la producción.

Entre sus objetivos indica proponer un modelo de cálculo de la productividad y planificar su divulgación e implementación, mediante el estudio del OEE; proponer una herramienta que defina las causas de la baja productividad con el uso del SMED.

El autor planteó en sus hipótesis obtener con la implementación un incremento de la productividad del 20% en relación al uso de la mano de obra y la obtención del producto terminado.

Las conclusiones del autor (Alarcón, 2014, p.124) fueron:

- Se encontró que los cambios de Molde son los que más inciden en la baja eficiencia. Por lo tanto, se aplicó el SMED para disminuir los tiempos perdidos.
- El SMED corrigió errores que se derivan de la falta de un procedimiento eficiente para realizar los cambios de trabajo, mediante la capacitación del personal involucrado a fin de evitar realizar tareas que no son necesarias, instruyéndolos en la preparación de actividades previas al cambio y no dejándolas para hacerlas en el último momento

- El OEE calculando el rendimiento anterior al uso de SMED como herramienta para cambio rápido arrojaba un valor de 28%, realizando todas las actividades de análisis y mejora dentro del trabajo de calibración de molde se consigue un incremento hasta llegar al 61.08%, teniendo 33.08% de incremento en la productividad.

La tesis "PROPUESTA DE UN PLAN PARA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA SMED EN EL ÁREA: CONSTRUCCIÓN DE LLANTAS DE CAMIÓN RADIAL DE LA EMPRESA CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A", presentada por David Vásquez para la obtención del Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca 2011.

En la investigación se realizó un estudio de los cambios de herramientas y materiales al momento de cambiar una producción y continuar con otra, con distintas especificaciones; en el área de Construcción de Llantas de Camión Radial en la empresa Continental Tire Andina S.A. En el procedimiento anterior se registró que ocasionaba pérdidas en la productividad y no permitía un correcto control de las actividades que realizaban los trabajadores.

Entre sus objetivos tenemos, elaborar un plan para la aplicación de la estrategia SMED en el área de estudio, para proveer al proceso documentos y herramientas necesarias para que los cambios que se realicen cumplan con estándares de tiempos menores y más eficientes.

El autor (Vásquez, 2011, p. 122) concluye de la siguiente manera:

- En el área de construcción, se empezaron a producir 12 tipos de llantas diariamente, mucho más que antes de la aplicación del SMED.
- Los cambios de materiales y set up de máquina en la SAV 1 y SAV 2 actualmente están representando el 15% del total del tiempo disponible para la producción esto quiere decir que durante un mes de producción en el que se disponen de 40,500 minutos para producir, los 6,075 minutos se están empleando en realizar cambios de materiales y set up de la máquina lo que significa que de 675 horas disponibles de producción, se emplean 101 horas para hacer cambios.

- Al aplicar la metodología SMED, lo logra la reducción del 15% al 12% del total del tiempo disponible para producción que se utilizaría para realizar cambios, es decir que con la aplicación se tardaría solo 4,860 minutos que equivale a 81 horas. Serían 20 horas menos en las que se pueden producir 251 llantas adicionales al mes.

Tesis “APLICACIÓN DE SMED PARA EL CAMBIO DE BOBINA DE SEMIELABORADO EN UNA MÁQUINA REBOBINADORA DE PAPEL HIGIÉNICO EN LA EMPRESA PAPELES NACIONALES S.A” presentado por Laura Rojas y Carlos Cortéz para obtener el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia 2014.

La investigación muestra la aplicación de una técnica de Manufactura Esbelta, puntualmente la técnica SMED a la máquina rebobinadora de papel higiénico de una de las líneas de conversión de la compañía, con el fin de disminuir el tiempo de cambio de bobina de semielaborado y por ende aumentar el tiempo productivo de la máquina y de la línea, de esta manera, dar respuesta a las exigencias del mercado actual con plazos de entrega más ajustados y lotes de producción más cortos.

El objetivo principal es aplicar la metodología SMED en el proceso de cambio de bobina de semielaborado de la máquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A.

El autor (Rojas y Cortéz, 2014) obtienen las siguientes conclusiones:

- Con la aplicación de la metodología Smed y el método de división del trabajo para el cambio de bobina de semielaborado en una máquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A se pudo reducir el tiempo de esta operación en un 32% (183 segundos con SMED versus 270 segundos sin SMED).
- El proyecto generó en total \$41.000.000 los cuales están divididos en los costos fijos que presentaba la máquina en el momento en que se encontraba detenida y en el aumento de cajas producidas en la línea de producción.

## **Ámbito nacional**

Edward Cano y Gustavo Rodríguez presentan “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA EL INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA KELKOS E.I.R.L”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada del Norte, Trujillo 2014.

El objetivo principal de la investigación es implementar la Buenas Prácticas de Manufactura y Mercadeo; esta manera se empezó con realizar la evaluación inicial de la empresa basado en el Checklist de Buenas Prácticas de Manufactura y Mercado, determinando los criterios más importantes que la empresa necesita fortalecer como es en las áreas de calidad y producción, donde se aplicaron las técnicas de mejora Lean Hijunka y SMED.

El autor (Cano y Rodríguez, 2014) obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Esto permitió un aumento de la capacidad de planta equivalente a 205 pares más.
- Se consiguió una mejor planeación de la producción logrando erradicar el costo de tercerización que ascendía S/. 11229.14.
- Los resultados de la propuesta se confirmaron con la aplicación del Checklist de BPMM consiguiendo una alza de 43% de cumplimiento de los criterios llegando a un 76%, este resultado coloca a la empresa como apta para ser validado en BPMM explicando que “Cuenta con documentos, esta implementado en un 60% a 65%”.
- Por otro lado, los indicadores de rentabilidad, margen bruto y margen neto de la utilidad, alcanzaron un incremento de 66.4% y 93.94% respectivamente, afirmando que la propuesta es rentable para la empresa.

Juan Carlos Eyzaguirre en su tesis “PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PERNOS EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA”, presentado en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Monterrico, Junio 2014. El estudio trata básicamente de proponer

una mejora en el proceso de fabricación de pernos mediante el uso de las herramientas de Manufactura.

El objetivo del estudio es analizar la situación actual de la empresa en estudio, proponer la implementación de las herramientas de manufactura que le permita mejorar la calidad de sus productos (5S's, SMED y Poka Yoke), reducir el tiempo de entrega y responder de manera rápida a las necesidades cambiantes del cliente, mejorar su competitividad en el mercado y la satisfacción del cliente.

De esta manera, el autor (Eyzaguirre, 2014) concluye:

- Se logró mejoras al convertir actividades de preparación interna tales como búsqueda, limpieza e inspección de matriz, transporte de matriz a prensa, transporte de matriz y ubicación en el rack, la reducción de tiempo fue de 20 min (62 % del tiempo tomado como estándar antes del SMED fijado en 32.25 minutos.).
- Se comprobó la interacción entre las tres técnicas, el SMED, Poka Yoke, y las 5's. y como logra la optimización del tiempo en la ejecución del Setup de las má
- quinas críticas del proceso; optimizando el tiempo disponible de producción de los equipos e incrementa la eficiencia.

Tesis "ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS REHIDRATANTES" presentado por Carla Alvarez y Paula de la Jara para obtener el Título de Ingeniera Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Octubre 2012. El objetivo principal es reducir el excesivo tiempo de paradas en la planta de producción, y los altos porcentajes de mermas de botellas, tapas y etiquetas.

Los métodos para la realización de actividades relacionadas al cambio de formato, y la falta de un control, respecto al excesivo tiempo de paradas en la planta de producción, el cual es de aproximadamente 30 horas mensuales, la herramienta utilizada para analizar el cambio de formato fue el SMED.

El autor concluye en (Álvarez y De la Jara, 2012):

- Hubo un incremento del tiempo para la elaboración de bebidas rehidratantes ya que habrá 6 horas disponibles de horas hombre y horas máquina para la producción, las cuales antes eran horas 95 improductivas o utilizadas para realizar las actividades del cambio de formato. Al traducir en cifras dicho impacto, el tiempo de recuperación en menos de dos meses del primer año de implementación, mientras el margen o beneficio percibido por el aumento de ventas supera largamente a los costos incurridos por la implementación de las mejoras; se calcula que dicho beneficio es de S/. 1'636,226.00 anuales.
- Al mejorar los métodos del cambio de formato, es factible implementar límites de control para las mermas de botellas, tapas, y etiquetas durante el proceso productivo. Esta propuesta permite la reducción de costos incurridos por el elevado porcentaje de mermas presentados en los lotes de producción para ambas presentaciones de bebidas rehidratantes; el ahorro por reducción de mermas es de 55%, 50%, y 48% para las botellas, tapas, y etiquetas, respectivamente.
- Las propuestas de mejora planteadas permiten un incremento en los indicadores de productividad y eficiencia global de la planta..

### **1.2.2 Variable dependiente: Productividad**

#### **Ámbito Internacional**

Tesis “APLICACIÓN DE SMED EN UNA LÍNEA DE EMPAQUES DE FARMACOS” por Oscar Minor López, para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Nacional Autónoma de México, Junio 2014. La investigación básicamente apunta a aumentar la fabricación de medicamentos de diferentes tipos, con la misma maquinaria que ya cuenta para aumentar la competitividad. Para ello se aplicó el método SMED, para que la empresa fabrique lotes más pequeños en un menos tiempo al reducir los tiempos muertos de las máquinas. El objetivo principal es reducir los tiempos de limpieza y ajustes en los cambios de formato menor en una línea de acondicionamiento de sólidos de la empresa de fármacos.

El autor (Minor, 2014, p.113) concluye de la siguiente manera:

- Los tiempos de cambio de formato menor en la línea de acondicionamiento que se estudió fueron reducidos en un 52.4% con lo que se demuestra la eficacia de la metodología SMED.
- En la aplicación de la metodología SMED se logró reducir los tiempos de cambio de producción en un 50%, lo que indica la posibilidad de conseguir tiempos más cortos en este proceso si se pone más énfasis en la capacitación del personal para la mejora continua.

### **Ámbito nacional**

Ernesto Ramos y Guillermo Vento presentan: “PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN SÓLIDOS PARA UN LABORATORIO FARMACEUTICO”, tesis para optar el título de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Mayo 2013.

El objetivo principal es mejorar la productividad del área de fabricación de sólidos en un laboratorio farmacéutico. El procedimiento consistió en desarrollar un análisis detallado de las distintas causas y restricciones que afectan el flujo de producción de sólidos, identificando las rutas críticas de fabricación y sus deficiencias; se utilizaron herramientas como el Balance de Cargas y Capacidades, la implementación del Sistema de Cribado en el proceso de secado del granulado, la adquisición de juegos de punzones buscando la máxima utilización de los equipos y la reducción del tiempo de limpieza a través del uso de la herramienta SMED.

El autor (Ramos y Vento, 2013, p. 84) indica que con las propuestas de mejora presentadas:

- Se logra una sinergia entre los procedimientos de mejora, que permiten el mejor aprovechamiento de los recursos.
- Reducción del tiempo de granulación de 27 a 10 horas.

- Incremento de la capacidad de fabricación de sólidos en 66´000,000 unidades anuales adicionales; a fin de cumplir con la demanda creciente del mercado.
- Asimismo se logró generar mayores beneficios económicos de S/.323,034.50 nuevos soles para la empresa.

Helly Humpire “ANALISIS Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD PARA REDUCIR LOS COSTOS EN UNA INDUSTRIA PAPELERA”, tesis presentada para obtener el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Autónoma de San Francisco, Arequipa 2015.

El estudio se realiza con el objetivo de reducir la merma en el proceso productivo de la empresa papelera arequipeña para el año 2016 ya que se observa que en esta empresa papelera existe deficiencia del aprovechamiento de papel terminado, produciendo gran cantidad de merma, perdida de energía y tiempo.

El autor concluye en (Humpire, 2015):

- Las pérdidas por cambios representan el 13% del total de pérdidas ocurridas en la línea. El empleo del cambio rápido (SMED) permitirá que el cambio de bobina que actualmente tiene una duración de 5.41 minutos se lleve a cabo en 3.27 minutos.

### **1.3 Teorías previas**

#### **1.3.1 Técnica SMED**

De acuerdo a Hernández y Vizán definen SMED: “es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina” (2013, p.42) Las preparaciones y cambios de útiles son desde esta perspectiva, el elemento más crítico del proceso. (Shingo,1985, p. 8)

De acuerdo a Del Vigo y Villanueva SMED se traduce “Por sus siglas en ingles Single Minute Exchange of Die como -cambio de una matriz en minutos de un solo dígito- En su aplicación atiende a una sistemática que nos permitirá

ahorrar tiempo en los cambios de herramientas en máquinas de fabricación.  
(2009, p.35)

Con la técnica SMED, según Del Vigo y Villanueva, los principales objetivos del SMED para la mejora de los procesos productivos:

- Aumento de la tasa de utilización de las máquinas y por lo tanto su O.E.E, pues se reducen drásticamente los tiempos que la máquina está parada, siempre y cuando el número de cambios de mantenga.
- Reducir el tamaño de los lotes.
- Reducir el nivel de existencias.
- Reducir el plazo y costos de fabricación.
- Mayor facilidad para realizar el programa de producción.

### **1.3.2 O.E.E (Overall Equipment Effectiveness)**

El O.E.E (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia Global de los equipos), según Del Vigo y Villanueva, es un parámetro de medida universal de eficiencia de los equipos que hace visible todas las actividades que no añaden valor a las máquinas. ("Mudas"). Se define como el cociente entre la producción realizada en un periodo de tiempo y la producción máxima realizable en el mismo periodo de tiempo, sin averías, sin paros, sin tiempos de cambio, a velocidad teórica máxima, sin fallas de calidad.

Hace un análisis de tres categorías de pérdidas:

- Disponibilidad
- Rendimiento
- Calidad

### **1.3.3 Implementación de la técnica SMED**

Para la implementación de la técnica SMED se debe seguir 5 etapas, según Francisco Espin (2013):

Etapa 1: Observar y medir.

Etapa 2: Identificar y separar las operaciones:

+ internas

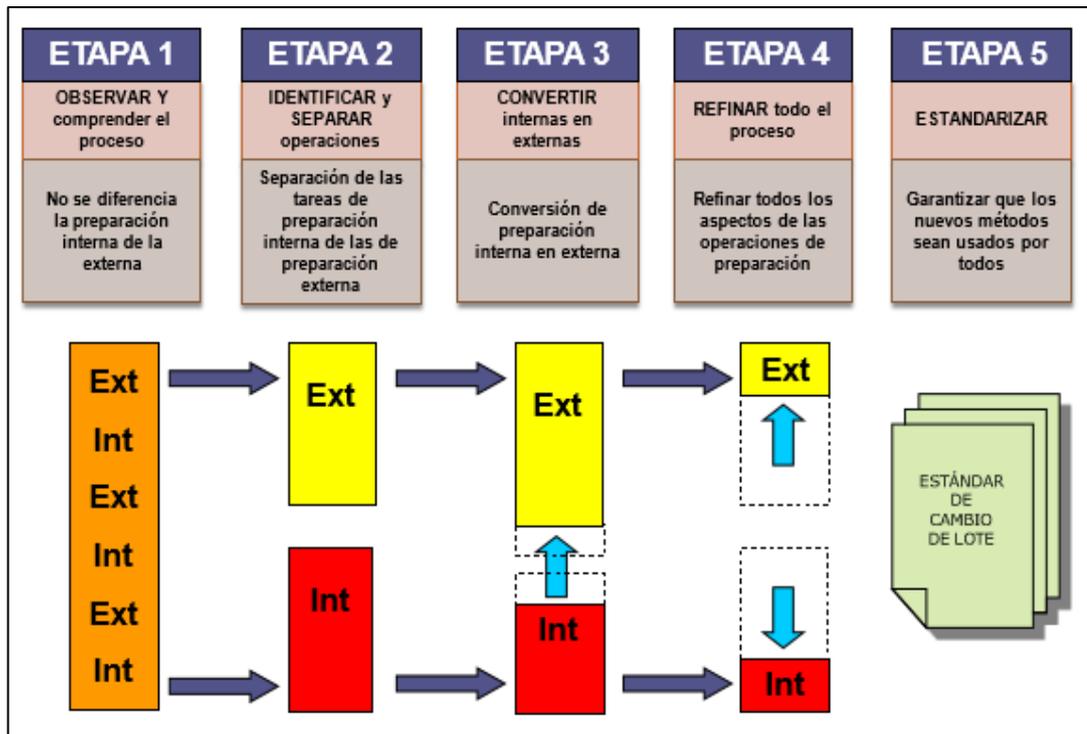
+ externas

Etapa 3: Convertir operaciones internas a externas.

Etapa 4: Refinar el proceso: Análisis de reducción de tiempos de las actividades internas y externas.

Etapa 5: Estandarizar los nuevos tiempos

Figura 1: Fases de la Implementación del SMED



Fuente: ESPIN, Francisco (2013)

La metodología del SMED implica analizar cada tarea que realiza el técnico y simplificarlos o eliminarlas si son repetitivas o no agregan valor al proceso productivo.

Pachuca, Hugo (2007) refiere: “La técnica de la aplicación del smed, tiene como principal objetivo realizar actividades mientras la maquinaria o equipo están trabajando para eliminar aquellas actividades (buscar, traer, ajustar, etc), que alargan el tiempo de cambio herramental”

Del paso “Etapa 2”, en la aplicación de la técnica del SMED, se especifica dos actividades a tener en cuenta:

- Operaciones Internas (OI): son todas las tareas que se pueden efectuar únicamente si la máquina se encuentra parada y apagada, ya que es necesario el cambio de herramientas o material. (Espin, 2013, p 7)

Indicadores:

$$\frac{\text{Número Real de Operaciones}}{\text{Número Estándar de Operaciones Internas}}$$

$$\frac{\text{Tiempo Real de Operaciones}}{\text{Tiempo Estándar de Operaciones Internas}}$$

- Operaciones Externas (OE), engloba a todas las tareas que se realizan cuando las máquinas estén funcionando, aprovechar aquel tiempo para realizar los cambios. (Espin, 2013, p 7)

Indicadores:

$$\frac{\text{Número Real de Operaciones}}{\text{Número Estándar de Operaciones Externas}}$$

$$\frac{\text{Tiempo Real de Operaciones}}{\text{Tiempo Estándar de Operaciones Externas}}$$

#### 1.3.4 Filosofía Just in time (JIT)

Lo expuesto por David Bernal (2015) indica que la filosofía del Justo a tiempo comenzó en el sistema de producción de la empresa Toyota, por el año 1976 buscando mejorar la flexibilidad de los procesos fabriles como respuesta al descenso del crecimiento económico de esos años debido a la segunda crisis mundial del petróleo en 1976.

Bernal explica que el Justo a tiempo implica producir sólo exactamente lo necesario para cumplir las metas pedidas por el cliente, producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando la necesidad de almacenaje.

### 1.3.5 Lean Manufacturing

Según Rajadell y Sánchez (2010, p.10) indica que el lean manufacturing tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, kanban, kaizen, heijunka, jidoka, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón.

Asimismo, los pilares del lean manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios

Mura, Muri, Muda son tres conceptos que conforman el Lean manufacturing, donde influye una en la otra. Según Garzás (2014) los define de la siguiente manera:

- Mura: Tiempos muertos, irregularidades, imprevistos, etc. Cuando el Mura no se controla se aumenta el Muri y por lo tanto aumenta el Muda.
- Muri: Sobrecargas, exceso, etc. Todo aquello que provoca cuellos de botella, específicamente la sobrecarga que genera presión innecesaria sobre las personas.
- Mudas: Desperdicios

De esta manera es necesario reconocer los Desperdicios más importantes que se generan en la industria para eliminarlos. Según Rajadell y Sánchez (2010, p. 31) los define de la siguiente manera:

#### **Despilfarro por “sobreproducción”**

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita, representa un consumo inútil de material, se incrementan los transportes internos y se llenan de stock los almacenes.

Características:

- Gran cantidad de stock.
- Flujo de producción no balanceado o nivelado.

- Presión sobre la producción para aumentar la utilización.
- No hay prisa para atacar los problemas de calidad.
- Tamaño grande de los lotes de fabricación.
- Excesivo material obsoleto.
- Necesidad de espacio extra para almacenaje.

Algunas causas posibles:

- Procesos no capaces.
- Pobre aplicación de la automatización.
- Tiempos de cambio y de preparación demasiado largos.
- Procesos poco fiables.
- Programación inestable.
- Respuesta a las previsiones, no a las demandas.
- Falta de comunicación.

Propuesta de respuesta para este tipo de despilfarro:

- Flujo pieza a pieza (lote unitario de producción).
- Plena implementación del sistema pull (kanban).
- *Operaciones simples de cambio de utillajes y herramientas (SMED), para reducir el tiempo necesario para tales operaciones.*
- Reducción de horas de trabajo de los operarios.
- Nivelación de la producción (utilización de las herramientas Heijunka).
- Revolución del concepto del inventario.
- Establecer un programa de estandarización de las operaciones para mantener la sincronía con el proceso de producción.

### **Despilfarro por “tiempo de espera” o “tiempo vacío”**

El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo

#### Características:

- El operario espera a que la máquina termine.
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente.
- Un operario espera a otro operario.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.
- Paradas no planificadas
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.
- Tiempo para ejecutar reproceso.

#### Algunas causas posibles:

- Métodos de trabajo poco consistentes.
- Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
- Desequilibrios de capacidad.
- Producción en grandes lotes.
- Pobre coordinación entre operarios y/o entre operarios y máquinas.
- Tiempos de preparación de máquina o cambios de utillajes complejos.
- Falta de maquinaria apropiada.
- Operaciones “caravana”: falta personal y los operarios procesan lotes en más de un puesto de trabajo.
- Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.

#### Propuesta de respuesta para este tipo de despilfarro:

- Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
- Layout específico de producto (fabricación en células en U).
- Poka-yoke (sistemas o procesos a prueba de errores).
- Autonomatización con un toque humano (Jidoka).
- *Cambio rápido de herramientas, plantillas, utillajes, moldes, troqueles, etc. (SMED).*
- Introducción de la formación en la propia línea de fabricación. Adiestramiento polivalente de operarios.
- Evaluar el sistema de entregas de proveedores.

- *Mejorar la mantención de la línea de acuerdo con la secuencia de montaje.*

### **Despilfarro por “transporte” y “movimientos innecesarios”**

El desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario.

Características:

- Los contenedores son demasiado grandes, pesados o, en definitiva, difíciles de manipular.
- Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales dentro del proceso.
- Las carretillas o traspaleas circulan vacías por la planta.

Algunas causas posibles:

- Layout mal diseñado. Deficiencias en la distribución en planta del proceso industrial
- Gran tamaño de los lotes y programas no uniformes.
- Tiempos de cambio o de preparación demasiado largos.
- Falta de organización en el puesto de trabajo.
- Excesivo stock intermedio.
- Pobre eficiencia de operarios y máquinas.

Propuesta de respuesta para este tipo de despilfarro:

- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
- Cambio gradual a la producción y distribución en flujo, para tener cada pieza de trabajo moviéndose a través de la cadena de procesos de forma que sean correctamente procesadas en el tiempo de ciclo fijado.

### **Despilfarro por “sobreproceso”**

El desperdicio por sobreproceso es el resultado de poner más valor añadido en el producto que el esperado o el valorado por el cliente, en otras palabras.

Características:

- No existe estandarización de las mejores técnicas o procedimientos.
- Maquinaria mal diseñada o capacidad calculada incorrectamente.
- Aprobaciones redundantes o procesos burocráticos inútiles.
- Excesiva información (que nadie utiliza y que no sirve para nada).
- Falta de especificaciones y ejemplos claros de trabajo.

Algunas causas posibles:

- Cambios de ingeniería sin cambios de proceso.
- Toma de decisiones a niveles inapropiados.
- Procedimientos y políticas no efectivos.
- Falta de información de los clientes con respecto a los requerimientos.

Propuesta de respuesta para este tipo de despilfarro:

- Diseño del proceso más apropiado mediante un flujo continuo de una unidad cada vez.
- *Análisis y revisión detallada de las operaciones y los procesos.*
- Mejora de plantillas empleando el concepto de la automatización humana.
- *Plena implementación de la estandarización de procesos.*

### **Despilfarro por exceso de inventario**

Los stocks son la forma de despilfarro más clara porque esconden ineficiencias y problemas crónicos. El despilfarro por stock es el resultado de tener mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material antes y

después del proceso indica que hay stock innecesario y que el flujo de producción no es continuo.

Características:

- Excesivos días con el producto acabado o semielaborado.
- Grandes costes de movimiento.
- Grandes costes de mantenimiento o posesión del stock.
- Excesivo equipo de manipulación (carretillas elevadoras, etc.).
- Excesivo espacio dedicado al almacén.
- Containers o cajas demasiado grandes.

Algunas causas posibles:

- Procesos con poca capacidad.
- Cuellos de botella no identificados o incontrolados.
- Tiempos de cambio de máquina.
- Tiempos de preparación de trabajos excesivamente largos.
- Previsiones de ventas erróneas.
- Retrabajo (volver a procesar algo por segunda vez) por defectos de calidad del producto.
- Problemas e ineficiencias ocultas.

### **Despilfarro por defectos**

El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida de productividad, porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez.

Características:

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Planificación inconsistente.
- Calidad cuestionable
- Flujo de proceso complejo.

- Recursos humanos adicionales para operaciones de inspección y repetición de trabajos.
- Espacio y herramientas extra para el retrabajo.
- Maquinaria poco fiable.
- Baja moral de los operarios.

Algunas causas posibles:

- Disposición de maquinaria inadecuada o ineficiente.
- Proveedores o procesos no capaces.
- Errores de los operarios.
- Entrenamiento y/o experiencia del operario inadecuada.
- Herramientas o utillajes inadecuados.
- Proceso productivo deficiente.

Propuesta de respuesta para este tipo de despilfarro:

- Automatización con toque humano (jidoka) y definición de la estandarización de las operaciones.
- Implantación de elementos de aviso o señales de alarma (andon).
- Poka-yoke (a prueba de errores).
- Incremento de la fiabilidad de las máquinas: implantación de un sistema de mantenimiento productivo.
- *Aseguramiento de la calidad en cada actividad, evitando el control al final del proceso.*
- Producción en flujo continuo para eliminar manipulaciones de las piezas de trabajo.
- Implementación de estándares (para el uso de máquinas, operaciones, control, gestión, compras, etc.), seguidos para asegurar la consistencia en la calidad del producto.
- Implementación de estándares en la metodología de la fabricación.
- *Establecimiento del control visual empleando herramientas tales como Kanban, 5S y Andon.*

### 1.3.5 Análisis ECSR

Según Eduardo Amaro (2006), las técnicas utilizadas para a observación y análisis permiten identificar problemas, realizar mejoras y estandarizar el trabajo, en este caso el análisis ECSR es una buena técnica de observación.

ELIMINAR: ¿Puede ser posible eliminar el paso o proceso?

COMBINAR: ¿Puede ser posible combinar el paso o proceso con otro paso o proceso?

REARREGLAR: ¿Puede ser posible rearreglar el paso o proceso con otro paso o proceso?

SIMPLIFICAR: ¿Puede ser posible simplificar el trabajo?

### 1.3.6 9' S

Las diversas técnicas tienen elementos de trabajo en común y, aunque no es obligatorio tener un orden predefinido para implementarlas, es recomendable iniciar la ejecución con las 9'S.

Según Álvarez (2012), el sistema de producción Toyota hace énfasis en el control visual, el cual se encuentra apoyado en las 9'S; asimismo, ésta es la primera técnica de mejoramiento continuo que los directivos deben desplegar a los miembros de sus equipos de trabajo de la empresa para su implementación.

En síntesis, se recomienda empezar a trabajar con las 9'S, porque esta técnica de producción genera el mayor impacto visual y alista el terreno para el montaje de técnicas más puntuales.

- Seiri (ordenar o clasificar)
- Seiton (organizar o limpiar)
- Seiso (limpieza o pulcritud)
- Seiketsu (bienestar personal o equilibrio)
- Shitsuke (disciplina)
- Shikari (constancia)
- Shitsukoku (compromiso)

- Seishoo (coordinación)
- Seido (estandarización)

### **1.3.7 Proceso de Impresión Flexográfica**

Según el Boletín del Proceso de Impresión Flexográfica. (2011), el proceso se realiza de la siguiente manera:

#### **PREPARAR LAS MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS INTERMEDIOS PARA LA IMPRESIÓN**

a) Interpretar las órdenes de producción para la planificación del trabajo con criterios de calidad y productividad.

- Las órdenes de producción se comprueban para contrastar que contienen la información técnica necesaria en lo relativo a calidad y productividad.
- Las órdenes de producción se verifican para garantizar su coherencia con los elementos del proceso: máquina, materiales y métodos.

b) Revisar la forma impresora para garantizar su calidad en la transferencia.

- La forma impresora se comprueba para asegurar la adecuación de su superficie en cuanto a los posicionamientos, trazados y medidas especificadas.
- La forma impresora se inspecciona para corregir los defectos que puedan alterar la transferencia superficial.

c) Preparar y controlar el soporte a imprimir para alimentar la máquina de impresión de forma que se garantice la continuidad de la tirada.

- La cantidad y calidad del soporte a imprimir se verifican para garantizar su conformidad con la orden de producción.
- El soporte a imprimir se transporta desde el almacén a la máquina siguiendo las normas de seguridad establecidas.

- El soporte a imprimir es manipulado y tratado según los métodos de trabajo establecidos para asegurar su entrada y paso por la máquina.
- d) Preparar las tintas y aditivos en tonos estándar y colores especiales según las especificaciones, muestras y soportes que se van a imprimir.
- La tinta se elige teniendo en cuenta el proceso de impresión, la máquina, el tipo de soporte y el acabado.
  - Las propiedades fisicoquímicas de las tintas de impresión (viscosidad, tiro, rigidez) se adecuan a las necesidades de producción, mediante las operaciones oportunas (batido, adición de reductores, de barnices o aceites).
  - Los tonos adecuados se obtienen mezclando las tintas según las especificaciones indicadas y realizando comprobaciones con el «pantone» o tablas de color.

#### REALIZAR EL MONTAJE DE CLICHÉS Y AJUSTAR LOS ELEMENTOS DEL PROCESO DE IMPRESIÓN EN FLEXOGRAFÍA

- e) Seleccionar y preparar los cilindros portaclichés, adhesivos y clichés o camisas grabadas para garantizar la calidad en el proceso de montaje de la forma flexográfica, según las especificaciones técnicas de la orden de trabajo.
- Los adhesivos se seleccionan según las especificaciones de la orden de trabajo, comprobando el grado de dureza, la adherencia y el espesor.
  - Los clichés o camisas grabadas se identifican por su color y correspondencia con el modelo a imprimir.
  - Los clichés o camisas grabadas se revisan comprobando la pegajosidad y acabado superficial así como la ausencia de defectos tales como golpes, arañazos, restos de tinta, polvo y otros.

- El espesor y el relieve de los clichés o camisas grabadas se mide en diversas zonas con el micrómetro comprobando que se ajusta a las especificaciones marcadas.
  - El cilindro portaclichés se controla verificando la limpieza y la ausencia de defectos en la superficie, asegurando el perfecto agarre de los adhesivos y la lisura del cilindro.
  - CR1.6 Los cilindros portaclichés se seleccionan según las especificaciones de la orden de trabajo, verificando su diámetro y longitud.
- f) Realizar el montaje de los clichés para conseguir el correcto registro y posicionamiento, según especificaciones establecidas en la orden de trabajo.
- El sentido correcto o posicionamiento de entrada en máquina se marca sobre el cliché según especificaciones de la orden de trabajo.
  - El cilindro portaclichés se carga en la máquina de montaje, regulando o adaptando los mecanismos de fijación.
  - Los dispositivos específicos de control de registro, tales como cámaras, visores y otros, se regulan facilitando el ajuste de los clichés y la calibración del sistema.
  - El adhesivo de montaje se pega en la superficie del cilindro asegurando su correcta adherencia y la ausencia de burbujas.
  - El cliché se fija al adhesivo del cilindro portaclichés mediante los dispositivos y las técnicas específicas de montaje asegurando la ausencia de burbujas y permitiendo el correcto posicionamiento o registro de las planchas.
  - Los bordes o zonas críticas del cliché se sellan con cintas adhesivas de sellado, siliconas térmicas u otros productos apropiados, evitando que se despeguen y se deterioren.

- Los cilindros con los clichés montados se envuelven con material opaco protegiéndolos de la luz ultravioleta, evitando su contaminación y mejorando su adhesión al respaldo adhesivo.
- Las operaciones de preparación y ajuste en el montaje de clichés se realizan aplicando las normas de seguridad especificadas en el plan de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

g) Preparar los mecanismos de entrada, paso por máquina, salida y tratamiento de los soportes, mediante operaciones mecánicas o electrónicas para acondicionar la superficie de los soportes para la impresión y permitir el correcto paso de los mismos por la máquina.

- Los elementos y mecanismos del sistema de alimentación tales como grupo neumático, cabezal de alimentación, elementos de transporte, portabobinas, cuerpos de tensión y otros, se verifican y adaptan a las necesidades del soporte a imprimir y a sus características físicas.
- La tensión aplicada al soporte se regula en función de las necesidades de impresión y de registro, mediante los mecanismos tensores destinados a tal fin.
- El dispositivo de guiado se adapta a las dimensiones del soporte consiguiendo el alineado correcto en la entrada de impresión.
- Los equipos de tratamiento de bobinas tales como tratamientos corona, de llama, de eliminación de electricidad estática u otros, se ajustan consiguiendo el acondicionamiento de la superficie del mismo para la impresión.
- Los rodillos, cintas transportadoras y otros elementos de paso del material se revisan y limpian para evitar daños en la superficie del soporte.
- Los mecanismos de tiro, cilindros de transferencia, pinzas u otros elementos de transporte de los soportes por las máquinas de flexografía se adaptan y regulan en función a las características físicas del mismo.

- Los elementos y mecanismos del sistema de salida, así como los de acabado, se preparan en función de la naturaleza del producto a imprimir y del acabado específico de la orden de trabajo.
- Las operaciones de preparación y ajuste en el montaje de clichés se realizan aplicando las normas de seguridad especificadas en el plan de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

h) Preparar los grupos de impresión, para conseguir la impresión según las especificaciones técnicas establecidas en la orden de trabajo.

- Los elementos de transmisión y entintado se limpian o sustituyen en los grupos o estaciones de impresión por medios mecánicos, electrónicos o manuales, según las necesidades del trabajo.
- Los rodillos anilox se seleccionan y se montan en máquina atendiendo a los criterios de calidad, lineatura de trama, máxima transferencia de tinta, máximo valor de densidad tonal e instrucciones de la orden de trabajo.
- Los elementos del grupo de entintado: tinteros, rodillos anilox, cuchillas o rasquetas se montan, ajustándolos a los elementos de alojamiento de la máquina, asegurando el correcto funcionamiento, atendiendo a las normativas de seguridad, garantizando la buena transferencia de tinta al rodillo portaclichés.
- Los cilindros portaclichés, en las máquinas de bobinas, se colocan y se aseguran en sus alojamientos con el orden determinado, según las especificaciones de la ficha técnica y de la orden de trabajo atendiendo a normas de seguridad y garantizando la ausencia de golpes en los mismos.
- El recubrimiento y el estado de los cilindros de presión se comprueba teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de la máquina y las necesidades de impresión.

- Las operaciones de preparación de los grupos de impresión se realizan aplicando las normas de seguridad especificadas en el plan de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.
- i) Ajustar los elementos que componen los grupos de impresión, mediante operaciones, mecánicas e informáticas, para conseguir una transferencia de tinta uniforme y constante al soporte.
- Las bombas de tinta, tinteros y cámaras de tinta se regulan manteniendo el flujo de tinta controlado, mediante los dispositivos mecánicos o neumáticos de la máquina.
  - El ángulo y la presión de la cuchilla de la rasqueta se regulan a lo largo de toda su superficie asegurando un entintado uniforme de manera que no raye el rodillo anilox ni se creen ráfagas en la impresión.
  - El paralelismo entre el rodillo anilox, cilindro portaclichés y cilindro de presión se regula mediante galgas u otros útiles, consiguiendo un contacto seguro y uniforme.
  - Las propiedades reológicas de la tinta se miden con los aparatos de medición adecuados: copa Ford, viscosímetro, termómetro y otros, anotando las mediciones en los documentos habilitados y verificando que los parámetros se mantienen según las necesidades del trabajo.
  - Las operaciones de ajuste de los elementos de los grupos de impresión se realizan aplicando las normas de seguridad especificadas en el plan de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.
- j) Realizar el mantenimiento de primer nivel de las máquinas y equipos de flexografía para su correcto funcionamiento siguiendo las instrucciones técnicas del fabricante y los protocolos de trabajo establecidos.

- El engrase periódico de los puntos dispuestos en las máquinas y equipos de flexografía se realiza según las instrucciones del fabricante y en los plazos establecidos por el mismo.
- El funcionamiento de los circuitos y filtros de los sistemas hidráulicos y neumáticos se verifica según las normas y plazos de mantenimiento establecidos.
- Los componentes de las máquinas y equipos de flexografía se limpian según los procedimientos establecidos en el plan de mantenimiento.
- El mantenimiento de primer nivel se realiza aplicando el plan de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental y registrando los datos requeridos en los procedimientos.
- Los dispositivos de seguridad de las máquinas de flexografía se comprueban y mantienen operativos según el plan de prevención de riesgos laborales vigente.
- El depósito de los residuos generados en las zonas establecidas se realiza atendiendo al plan de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental establecido por la empresa.

#### REALIZAR LA IMPRESIÓN EN FLEXOGRAFÍA

- K) Obtener las primeras muestras impresas, realizando la puesta en marcha de los grupos de impresión y otros dispositivos de la máquina flexográfica, para comprobar la calidad de la impresión según las especificaciones técnicas de la orden de trabajo.
- La tinta del anilox se transfiere al cliché con la mínima presión necesaria, mediante los manejadores o elementos electrónicos, consiguiendo un entintado uniforme y constante de las zonas de altorrelieve.

- La tinta del cliché se trasfiere al soporte con la mínima presión necesaria, mediante los manejadores o elementos electrónicos, consiguiendo una impresión uniforme y constante en el soporte.
  - El correcto entintado se realiza ajustando el paralelismo entre los rodillos anilox, cilindro portaclichés y cilindro de presión mediante los manejadores de aproximación de los ejes.
  - El registro de la impresión se obtiene haciendo coincidir las cruces de registro en superposición mediante el desplazamiento circunferencial y/o axial del cilindro portaclichés
  - El secado de la tinta entre cuerpos o estaciones de impresión se consigue mediante el control de los elementos mecánicos o electrónicos que actúan sobre la temperatura y extracción de aire, adecuándolo a las necesidades de impresión del soporte.
- l) Los primeros impresos se controlan comparándolos con las muestras autorizadas y especificaciones técnicas, observando las posibles deficiencias a corregir.
- La tonalidad e intensidad de color de los primeros impresos se verifica con los instrumentos ópticos de medición: densitómetros, colorímetros, espectrofotómetros, garantizando la validez respecto a la muestra autorizada y/o los parámetros definidos en la orden de trabajo.
  - Los parámetros de impresión tales como densidad, ganancia y otros, se miden con los instrumentos ópticos de medición: densitómetro, colorímetro, espectrofotómetro, expresándolos en sus unidades correspondientes comprobando que responden a la calidad requerida en la orden de trabajo o a las muestras autorizadas.
  - El manejo de la máquina se realiza aplicando las normas de seguridad especificadas en el plan de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

- Los residuos producidos en el puesto de trabajo se tratan de acuerdo al plan de protección ambiental vigente.

m) Modificar las variables del proceso según los resultados de las muestras impresas, a fin de conseguir la aceptación de la tirada.

- La corrección y ajuste de las variables del proceso se efectúan actuando sobre los elementos de la máquina, la tinta y soportes.
- El registro circunferencial de la impresión se corrige adelantando o retrasando la posición de los cilindros portaclichés, mediante los controles manuales, electrónicos o informáticos de que disponga la máquina.
- El registro transversal de la impresión se corrige desplazando lateralmente los rodillos portaclichés o variando los dispositivos de guiado de la banda, mediante los controles manuales, electrónicos o informáticos de que disponga la máquina.
- Los valores cromáticos de impresión: color, tono, intensidad y brillo, se modifican actuando sobre los componentes de la tinta, mediante la adición de diluyentes, barniz o concentrado de color.

n) Obtener el producto impreso, supervisando el proceso durante la tirada y coordinando su actividad con el equipo de trabajo, para garantizar la productividad y calidad establecidas en la orden de trabajo.

- El tratamiento de la superficie del soporte se controla a la entrada de máquina y cada empalme de la bobina si los hubiera, con los reactivos adecuados garantizando la calidad del tratamiento y la correcta fijación de la tinta.
- El registro de la impresión y las variables de color se controlan y se mantienen en los parámetros establecidos dentro de los márgenes de tolerancia.

- El flujo de tinta se mantiene estable mediante el control del circuito de alimentación, asegurando la demanda de tinta según necesidades del soporte a imprimir.
- El anclaje de la tinta en el soporte se comprueba con las técnicas y elementos de control adecuados, atendiendo a los criterios de seguridad, verificando que cumple con los parámetros establecidos.
- La tonalidad e intensidad de color de la impresión durante la tirada se controla con los instrumentos ópticos de medición: densitómetros, colorímetros, espectrofotómetros, manteniéndose la uniformidad durante la tirada.
- El control de calidad se realiza según la frecuencia establecida por la empresa y con los elementos de medición adecuados, según las instrucciones de la orden de trabajo, garantizando la calidad y uniformidad de los resultados a lo largo de la tirada y registrando dichos controles en los documentos habilitados por la empresa.
- Los materiales impresos se identifican mediante cartelas siguiendo las indicaciones de la orden de trabajo colocándose en las zonas establecidas, atendiendo al plan de seguridad de la empresa.
- Los datos relativos a la producción tales como cantidad de ejemplares impresos, tiempos de producción, máquina, tipo de parada, incidencias y otras, se registran en el documento habilitado por la empresa a fin de contribuir al control de los planes de producción y control de costes.
- El manejo de la máquina de flexografía se realiza aplicando las normas de seguridad especificadas en el plan de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.
- Los residuos producidos en el puesto de trabajo durante la tirada se tratan de acuerdo al plan de protección ambiental vigente.

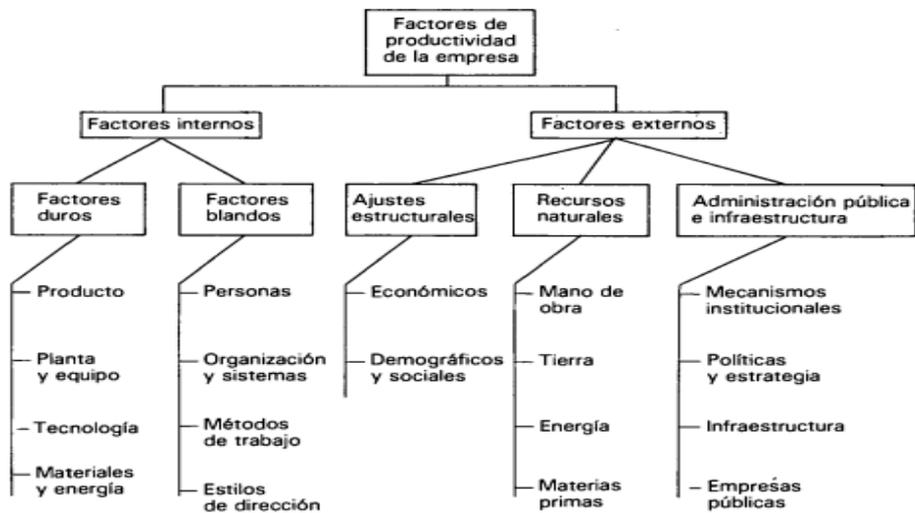
### 1.3.4 Productividad

Según una definición de Joseph Prokopenko (1989, p. 19), la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos — trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información — en la producción de diversos bienes y servicios.

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \text{Productividad.}$$

### FACTORES DE LA PRODUCTIVIDAD

Gráfico 5: Factores de la Productividad



Fuente: PROKOPENKO, Joseph (1989)

La Productividad Total se puede calcular de la siguiente manera según Prokopenko (1989, p.42):

$$Pt = \frac{Ot}{T + C + M + Q},$$

en la que  $Pt$  = productividad total

$Ot$  = output (producto) total

$T$  = factor trabajo

$C$  = factor capital

$M$  = factor materias primas y piezas compradas

$Q$  = insumo de otros bienes y servicios varios.

Mientras, Carlos Merlano (2010) nos dice que la Productividad va relacionada con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad y que gracias a ese sistema de calidad se puede prevenir los defectos de calidad sin que lleguen al usuario final, así la productividad va en relación a los estándares de producción, si se mejoraran estos estándares entonces habría un ahorro de recursos que se reflejarían en el aumento de la utilidad.

Medrano (2010) distingue dos tipos de productividad:

$$\textit{Productividad Real} = \frac{\textit{Producción real}}{\textit{Insumos Reales}}$$
$$\textit{Productividad Óptima} = \frac{\textit{Producción Meta}}{\textit{Recursos programados}}$$

### Eficiencia

La eficiencia, según Medrano (2010), mide el control que la empresa ejerce sobre los recursos (insumos) y puede definirse como, la relación existente entre el vector insumos (cantidad, calidad, espacio y tiempo) y el vector productos, durante el subproceso estructurado, de conversión de insumos en productos.

Indicador:

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{Recursos Programados}}{\textit{Recursos Utilizados}} \times 100$$

### Eficacia

La eficacia, según Medrano (2010), mide el control que la empresa ejerce sobre los resultados y puede definirse como, la relación existente entre el vector producto y el vector resultados, durante el subproceso de conversión de productos en resultados; esta relación se establece por la calidad del producto al presentar el máximo de defectos deseados y mínimo de indeseados. Reduciendo así los reprocesos, retrabajos y el desperdicio.

Indicador:

$$\textit{Eficacia} = \frac{\textit{Producción Real}}{\textit{Meta Programada}} \times 100$$

## 1.4 Formulación del problema

### 1.4.1 Problema general

¿De qué manera la implementación de la técnica SMED aumentaría la productividad del área Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2016?

### 1.4.2 Problemas específicos

¿De qué manera la implementación de la Técnica SMED aumenta la Eficacia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C?

¿De qué manera la implementación de la Técnica SMED aumenta la Eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C?

## 1.5 Justificación

### 1.5.1 Justificación Técnica

En un reciente análisis acerca de la productividad de la empresa, se pudo observar un mayor porcentaje de producción no conforme, en un 51% aproximadamente al área de Impresión respecto a las cinco áreas restantes, por motivos de golpeteo de impresión, especificaciones erróneas, derrame de tintas, impresión descentrada, entre otros.

**Cuadro 5.** No Conformidades Enero-Junio 2016

#### No Conformidades por ÁREA/MES

AREA/MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL	%
IMPRESIÓN	10	13	5	16	17	12	83	51.23%
EXTRUSIÓN	12	3	7	12	7	7	48	29.63%
SELLADO	3	2	0	7	2	3	17	10.49%
LAMINACIÓN	2	1	4	0	2	4	13	8.02%
CORTE	0	1	0	0	0	0	1	0.62%
							162	100.00%

**Fuente:** Elaboración Propia

Así mismo, la pérdida de material y exceso de merma que se produce en el área ha sido un 53% respecto al total de merma de la producción, dato obtenido en el periodo de Enero – Junio 2016, lo que genera pérdidas por reprocesos, devoluciones, entregas incompletas y fuera de tiempo.

Con la aplicación del SMED se obtendría la disminución en número de modelos fallados y principalmente la eliminación de tiempos de demora, una mejor organización del personal de área, mayor orden de herramientas y clientes más satisfechos, lo cual equivale a la mejora del proceso y la productividad tanto del área como de la empresa.

De esta manera mediante la simplificación de las actividades de cambio se puede obtener el mayor aprovechamiento de horas hombre – máquina y horas hombre.

**Cuadro 6.** No Conformidades de Impresión ( kg )Enero-Junio 2016

**Cantidad (kg) de No Conformidades**

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO		
<b>PRODUCCIÓN (kg)</b>	108972.2	114420.8	120141.9	126149	132456.4	139079.2		
<b>OBSERVADO (kg)</b>	3956.8	1959.4	3763.3	6036.2	240	3126.6		
<b>DESECHO (kg)</b>	589.3	87.4	76.4	720.5	81.5	874.5	2429.6	
<b>IMPRESIÓN</b>								
<b>OBSERVADO (kg)</b>	1790.2	3103.7	3763.87	2608.35	5378.2	1975.9		
<b>DESECHO (kg)</b>	417.3	45.1	64.5	428.4	20.2	74.5	1050	43.22%

\* La merma de impresión es el 43.22% del total de merma de toda la producción de Enero a Junio del 2016.

**Fuente:** Elaboración Propia

### 1.5.2 Justificación Económica

El beneficio económico con la aplicación de la técnica se reconocerá en la disminución de productos terminados rechazados y productos no conformes registrados por el área de Calidad, lo cual se verá reflejado en la disminución de reclamos y devoluciones de mercadería, por lo tanto, menores pérdidas de material, tiempo y dinero por reprocesos y reposiciones.

Asimismo, aumentaría la flexibilidad de producción de pequeños lotes, mayor y rápida atención de variedad de productos, otorgando fechas de entrega menores a los 30 días, la garantía de no aumentar los precios por producir cantidades mínimas a los 300 kg y la garantía de poder atender diferentes productos en procesos más rápidos. Todo en respuesta a las exigencias del cliente y del buen servicio.

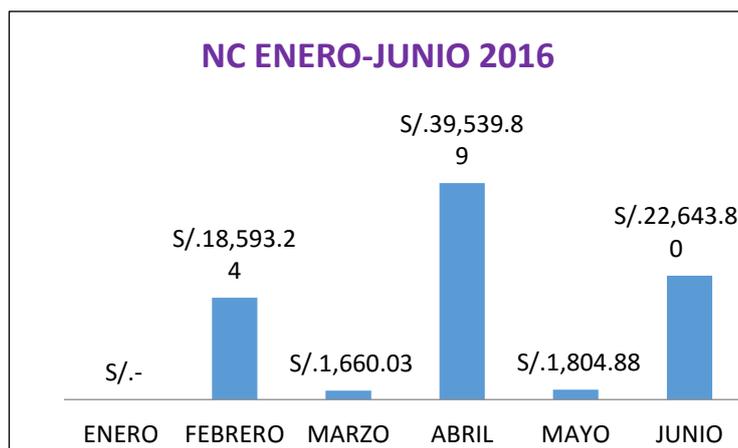
A pesar del crecimiento en la facturación actual del periodo de Enero- Junio 2016, es acelerado comparado con las notas de crédito generados en ese mismo periodo.

**Cuadro 7.** Facturación Anual 2015 - 2016

		FACTURACIÓN ANUAL		
SOLES				
MES/AÑO	2015	%	2016	
ENERO	S/. 1,237,784.80	31.5%	S/. 1,627,091.96	
FEBRERO	S/. 1,323,575.75	4.4%	S/. 1,381,367.55	
MARZO	S/. 1,596,443.45	9.5%	S/. 1,748,738.97	
ABRIL	S/. 1,233,564.00	71.4%	S/. 2,114,796.67	
MAYO	S/. 1,512,198.28	40.1%	S/. 2,119,197.82	
JUNIO	S/. 1,834,457.08	10.5%	S/. 2,026,804.01	
JULIO	S/. 1,652,483.43	7.4%	S/. 1,774,704.82	
AGOSTO	S/. 1,806,313.84	43.6%	S/. 2,593,730.54	
SEPTIEMBRE	S/. 2,204,890.18			
OCTUBRE	S/. 2,423,497.17			
NOVIEMBRE	S/. 2,326,695.68			
DICIEMBRE	S/. 2,491,601.74			
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 21,643,505.40</b>			
<b>VENTAS TOTALES HASTA JUNIO</b>		<b>2015</b>	<b>%</b>	<b>2016</b>
		S/. 8,738,023.36	26.09%	S/. 11,017,996.98

Fuente: Elaboración Propia

**Grafico 6.** Notas de Crédito. Enero-Junio 2016 – S/ .82,436.87



Fuente: Elaboración Propia

### 1.5.2 Justificación Social

El principal beneficio de la Técnica SMED es que logra estándarizar las actividades del proceso, permitiendo así que la capacitación de personal

nuevo al área pueda adaptarse rápidamente a las actividades. Además, esta técnica permite crear una cultura de mejora y aprendizaje continuo para los trabajadores, puesto que se logra concientizar acerca de la importancia de esta técnica para el aumento de la productividad y crecimiento de empresa.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

La implementación de la técnica SMED aumenta la productividad del área Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

### **1.6.2 Hipótesis específicos**

La implementación de la Técnica SMED aumenta la eficacia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

La implementación de la Técnica SMED aumenta la eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Determinar cómo la implementación de la técnica SMED aumenta la productividad del área Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

Determinar cómo la implementación de la Técnica SMED aumenta la eficacia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

Determinar cómo la implementación de la Técnica SMED aumenta la eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

## **II. MÉTODOS**

## **2.1 Diseño metodológico**

### **2.1.1 Tipo de estudio**

#### **La investigación básica o pura**

Tiene como finalidad la obtención y recopilación de información para ir construyendo una base de conocimiento que se va agregando a la información previa existente. (Sampieri, 2014)

Es decir, la investigación básica sólo es una recopilación de datos de diferentes fuentes para obtener una información más completa.

#### **La investigación aplicada**

Tiene como principal objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico. (Sampieri, 2014)

Por lo tanto, la siguiente investigación es de tipo aplicada, ya que se ha determinado una problemática específica, que es la baja Productividad del área de Impresión en la empresa COESAC, donde se hará un estudio y desarrollo de la técnica SMED para solucionar dicho problema.

### **2.1.2 Nivel de investigación**

En primer lugar nos planteamos la siguiente pregunta:

¿De qué depende que nuestro estudio se inicie como exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo?

Según Sampieri (2014) menciona: “Depende fundamentalmente de dos factores: el estado del conocimiento sobre el problema de investigación, mostrado por la revisión de la literatura, así como la perspectiva que se pretenda dar al estudio”.

Los niveles o alcances de la investigación según Sampieri (2014) son tipo:

#### **Exploratorio**

El objetivo de los estudios exploratorios es examinar un problema de investigación poco estudiado o no ha sido abordado anteriormente.

## **Descriptivo**

La finalidad de los estudios descriptivos es especificar las propiedades y las características del fenómeno que se está sometiendo a un estudio, sólo se pretende medir o recoger información sobre las variables de la investigación.

## **Correlacional**

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular.

## **Explicativo**

Los estudios explicativos están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables.

De lo mencionado, el alcance de la presente investigación es de tipo explicativo, ya que se está analizando las causas principales de la problemática de la investigación mediante el diagrama de Ishikahua, donde se puede visualizar cada punto que está generando pérdidas en el área de estudio.

### **2.1.3 Enfoque de la investigación**

Los enfoques pueden ser Cualitativo y Cuantitativo. El primero busca principalmente la “dispersión o expansión” de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo pretende “acotar” intencionalmente la información (medir con precisión las variables del estudio, tener “foco”).

#### **Enfoque cuantitativo**

Se utiliza para consolidar las creencias (formuladas de manera lógica en una teoría o un esquema teórico) y establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población.

## **Enfoque cualitativo**

Se utiliza para que el investigador se forme creencias propias sobre el fenómeno estudiado, como lo sería un grupo de personas únicas o un proceso particular.

De lo expuesto, se define que la investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se están utilizando indicadores (Eficacia y Eficiencia) para medir con exactitud las variables del estudio.

### **2.1.4 Diseño de investigación**

#### **No experimental**

En la investigación No experimental, principalmente no se manipulan las variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables, solo se pretende observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos.

#### **Experimental**

Se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador. Existen tres tipos de Investigación Experimental:

- Pre-experimental:
- Cuasi experimental
- Experimental Puro:

Según lo descrito, se determina que la presente investigación es de tipo Experimental, ya que manipularemos las variables independientes para analizar los efectos sobre la productividad del área de Impresión; donde específicamente definimos que es de tipo pre-experimental (Análisis longitudinal), ya que solo analizaremos la situación del área y la aplicación del SMED para mejorarlo.

## 2.2 Variables

### 2.2.1 Variable Independiente (SMED)

#### Definición conceptual

La Técnica SMED, de acuerdo a del Vigo y Villanueva: “Por sus siglas en ingles Single Minute Exchange of Die como -cambio de una matriz en minutos de un solo dígito- En su aplicación atiende a una sistemática que nos permitirá ahorrar tiempo en los cambios de herramientas en máquinas de fabricación”. (2009, p.35)

Definición operacional de la variable independiente – SMED

#### Dimensiones:

*Operaciones Internas (OI)*: son todas las tareas que se pueden efectuar únicamente si la máquina se encuentra parada y apagada, ya que es necesario el cambio de herramientas o material. (Espin, 2013, p 7)

#### Indicador:

DISPONIBILIDAD DE MÁQUINA

$$\frac{\textit{Tiempo de paradas de máquina}}{\textit{Tiempo de produccion real}} \times 100\%$$

*Operaciones Externas (OE)*: engloba a todas las tareas que se realizan cuando las máquinas estén funcionando, aprovechar aquel tiempo para realizar los cambios (Espin, 2013, p 7).

Indicadores:

DESPILFARRO POR TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

$$\frac{\textit{T. Operaciones repetitivas o sin valor}}{\textit{Tiempo de producción real}} \times 100\%$$

$$\frac{\textit{Cantidad de merma por operaciones repetitivas o sin valor}}{\textit{Tiempo de produccion real}} \times 10$$

## 2.2.2 Variable Dependiente (Productividad)

### Definición conceptual

Según una definición de Joseph Prokopenko (1989, p. 19), la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla.

### Definición operacional de la variable dependiente - Productividad

Dimensiones:

**Eficiencia:** La eficiencia, según Medrano (2010), mide el control que la empresa ejerce sobre los recursos (insumos) y puede definirse como, la relación existente entre el vector insumos (cantidad, calidad, espacio y tiempo) y el vector productos, durante el subproceso estructurado, de conversión de insumos en productos.

Indicador:

OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO OPERATIVO

$$\frac{\textit{Tiempo teórico de producción}}{\textit{T. de producción real + T. de cambio de formato}}$$

**Eficacia:** La eficacia, según Medrano (2010), mide el control que la empresa ejerce sobre los resultados y puede definirse como, la relación existente entre el vector producto y el vector resultados, durante el subproceso de conversión de productos en resultados; esta relación se establece por la calidad del producto al presentar el máximo de defectos deseados y mínimo de indeseados. Reduciendo así los reprocesos, retrabajos y el desperdicio.

Indicador:

FLEXIBILIDAD DE PRODUCCIÓN

$$\frac{\textit{Total de lotes producidos}}{\textit{Producción programada}}$$

### 2.2.3 Matriz de Coherencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICA E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<b>Problema general:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable Independiente:</b>	<b>Variable Independiente:</b>	<b>Técnica:</b>	<b>Población, muestra y muestreo</b>
¿De qué manera la implementación de la técnica SMED aumentaría la productividad del área Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2017?	Determinar cómo la implementación de la técnica SMED aumenta la productividad del área Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C., Los Olivos, 2017.	La implementación de la técnica SMED aumenta la productividad del área Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2017.	<b>Técnica SMED:</b>	<b>Técnica SMED:</b>	Observación	<b>Población:</b> Producción de bobinas de plástico (kg) en un periodo de 30 días. <b>Muestra:</b> Producción de bobinas de plástico (kg) en un periodo de 30 días. <b>Muestreo:</b> No aplica
			Dimensión 1: Operaciones Internas	Disponibilidad de la máquina		
			Dimensión 2: Operaciones Externas	Despilfarro por tiempos improductivos		
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicos:</b>	<b>Variable Dependiente:</b>	<b>Variable Dependiente:</b>	<b>Instrumentos:</b>	<b>Método de investigación</b>
¿De qué manera la implementación de la Técnica SMED aumenta la Eficacia del área de Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2017?	Determinar cómo la implementación de la Técnica SMED aumenta la eficacia del área de Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2017.	La implementación de la Técnica SMED aumenta la eficacia del área de Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2017.	<b>PRODUCTIVIDAD:</b>	<b>PRODUCTIVIDAD:</b>	Fichas de observación Programación de Impresión diaria Lista de verificación de Impresión Control de producción de Impresión Ficha de inspección de Impresión Mapa de procesos Diagrama de flujo de procesos Parte de producción e impresión	<b>Tipo de estudio:</b> Aplicada <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo <b>Enfoque de la investigación:</b> Cuantitativo <b>Diseño de la investigación:</b> Pre-experimental
			Dimensión 1: Eficiencia	Optimización del tiempo operativo		
¿De qué manera la implementación de la Técnica SMED aumenta la Eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2017?	Determinar cómo la implementación de la Técnica SMED aumenta la eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2017.	La implementación de la Técnica SMED aumenta la eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2017.	Dimensión 2: Eficacia	Flexibilidad de la máquina		

Fuente. Elaboración propia

## 2.2.4 Matriz de Operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índex (Fórmula)	Escala
TECNICA SMED	La Técnica SMED, de acuerdo a del Vigo y Villanueva (2009, p.35): "Por sus siglas en ingles Single Minute Exchange of Die como -cambio de una matriz en minutos de un solo dígito- Su aplicación permitirá ahorrar tiempo en los cambios de herramientas en máquinas de fabricación	Medición de tiempos de cambios herramientales de las operaciones intemas y externas del proceso	Operaciones Internas	Disponibilidad de la máquina	DM: $\frac{\text{Tiempo de paradas de máquina}}{\text{Tiempo de producción}} \times 100$	Razón
			Operaciones Externas	Despilfarro por tiempos improductivos	TI: $\frac{\text{Tiempo de operaciones repetitivas o sin valor}}{\text{Tiempo de producción}} \times 100$	Razón
MO: $\frac{\text{Cantidad de merma por actividades repetitivas o sin valor}}{\text{Producción real}} \times 100$						
PRODUCTIVIDAD	Según una definición de Joseph Prokopenko (1989, p. 19), la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla.	La relación producción-Insumo en un periodo de tiempo específico, tomando en cuenta la calidad requerida.	Eficiencia	Optimización del tiempo operativo	RTO: $\frac{\text{Tiempo teórico de producción}}{\text{T. de producción real} + \text{T. cambio de formato}}$	Índice
			Eficacia	Flexibilidad de producción	FP: $\frac{\text{Total de Lotes producidos}}{\text{Producción programada}}$	índice

Fuente. Elaboración propia

## 2.3 Población y muestra

### **Población**

La población viene a ser la producción total de bobinas de plástico (PEBD, PEAD, PPP, BOPP, POLYESTER, CAST) durante 30 días (=N) donde se realizará el desarrollo del proyecto.

La población, es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (Sampieri, 2014, pág.. 207)

### **Muestra**

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Es decir, que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. (Sampieri, 2014, pág.. 207)

### **Muestreo**

Entre los métodos de muestreo, los más conocidos son Probabilístico y No Probabilístico. Según Hernández Sampieri: Elegir entre una muestra probabilística o una no probabilística depende de los objetivos del estudio, del esquema de investigación y de la contribución que se piensa en hacer con ella. (2010, p.208)

En las muestras probabilísticas, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de muestreo/análisis. (2010, p.208)

En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de causas relacionadas con las características de la investigación o el procedimiento de la toma de decisiones del investigador” (2010, p.209)

De lo anterior y en concordancia con nuestros objetivos, concluimos que la muestra del estudio es igual a la población. Es decir, no aplica muestreo.

n = N= Producción total de bobinas de plástico durante 30 días (kgs)

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica**

Las técnicas de recolección de datos son procedimientos que permiten obtener información válida y confiable para la investigación. De acuerdo a Urbano y Yuri, en su libro Técnicas de la Investigación menciona: “La función principal de las técnicas de recolección de información es la observación y registro de fenómenos empíricos, a partir de los cuales se generan modelos conceptuales (en la lógica cualitativa) o contrastarla con el modelo teórico adoptado (en la lógica cuantitativa)” (2014, p.29)

En el presente proyecto se utilizará la técnica de la observación a cada uno de los agentes que intervienen en el método de trabajo en el área de Impresión. Se realizan observaciones durante un cierto tiempo; esto para captar los acontecimientos de los procesos. (GÓMEZ, 2004, p.100 [39]).

### **Instrumentos**

El instrumento es el mecanismo o dispositivo que usa el investigador para generar información, según Urbano y Yuri, permiten ampliar la capacidad perceptiva del investigador, actuar como estímulo de fuente de información facilitando el registro de los hechos observados” (2014, p.31)

Los instrumentos de medición, por ser de enfoque cuantitativo, que facilitaran la generación de datos son:

- Fichas de Observación

Las fichas de observación se utilizarán para registrar la toma de tiempos de las operaciones internas y externas del proceso de Impresión, lo cual son datos que se obtendrán del contacto directo entre el observador y el proceso observado.

- Programación de Impresión diaria

El reporte diario de la programación de impresión es realizado por el área de Planeamiento de Producción, donde se registra el orden y urgencia que deben ser atendidos en el proceso de Impresión; así mismo, se derivan los trabajos a la máquina que corresponde. De esta manera, este reporte nos

servirá de instrumento para la recopilación de información acerca de la cantidad de trabajos pendientes y un indicador cumplimiento de esta programación.

- Lista de verificación de impresión

Esta lista de verificación se realiza al comienzo de cada jornada, es decir dos veces al día con el cambio de turno, para revisar si la documentación requerida de cada trabajo está correcta y se encuentra lista al empezar el proceso. De igual modo, si están los materiales en el lugar de trabajo y las condiciones para el arranque de máquina son óptimas.

- Parte de producción de impresión

Este documento es elaborado por el responsable del Planeamiento de Producción, lo cual corresponde a la orden de producción entregada al Maquinista de cada máquina de impresión, donde se detallan los siguientes datos importantes: Cliente, Nombre del producto, Tipo de producto, Medidas específicas, Información técnica de producción y Cantidad.

- Control de producción de impresión

En este control del proceso de impresión se podrá revisar el cumplimiento de cada trabajo, datos como la cantidad de material resultante y el tiempo de producción. Así mismo, los sucesos ocurridos durante la producción que hayan generado paradas y el tiempo.

- Ficha de inspección de impresión

Esta ficha de inspección permite revisar si el trabajo realizado ha cumplido con los estándares de calidad, si parte de esta producción está siendo observada por el área de calidad para un reproceso por ser merma o requiere una separación.

- Actas de reuniones del área

Estos documentos son registros de las reuniones realizadas con los trabajadores por motivos de capacitación, entrenamiento o inducción.

- Mapa de procesos

El mapa de procesos es la representación gráfica de los procesos que están presentes en una organización, mostrando la relación entre ellos y sus relaciones con el exterior (ZARATIEGUI, 1999 “La Gestión por Procesos” citado por Pérez T. J. 2015, p.24-25 [40]).

- Diagrama de Flujo de procesos (DOP, DAP)

Flujo de proceso describe la información, clientes, empleados, equipos o materiales, a través de un proceso para comprender la manera en la que interactúan sus elementos para producir un resultado. Lo más común, es que con este diagrama, se identifiquen las operaciones que son esenciales para el éxito y aquellas en las que se producen fallas con más frecuencia. (KRAJEWSKI & LEE, 2000, citado por Pérez T. J. 2015 p.24-25 [42]).

## **2.5 Confiabilidad y validez**

La confiabilidad y validez de la investigación dependerá de la información que se obtenga por medio de los instrumentos de recolección, a la vez estos deben estar estrechamente direccionados con las variable y dimensiones.

### **Confiabilidad**

Respecto a la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales, la confiabilidad es la consistencia que tiene el instrumento” (Bernal, 2006)

La información obtenida en el proyecto es totalmente confiable por ser datos reales y verídicos de la misma empresa en estudio.

### **Validez**

Según definición de Sampieri (2014), la validez indica el grado en que el instrumento fue capaz de generar las conclusiones necesarias en la investigación y si dichos instrumentos logran medir precisamente lo esperado. Se presente tres tipos de Validez:

La validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Es el grado en el que la medición representa al concepto o variable medida. En este caso,

anteriormente se consideraba dentro de este grupo la validación por Juicio de Expertos. (Sampieri, 2014)

La validez de constructo es probablemente la más importante, sobre todo desde una perspectiva científica, y se refiere a qué tan bien un instrumento representa y mide un concepto teórico. (Sampieri, 2014)

La validez de criterio de un instrumento de medición se establece al comparar sus resultados con los de algún criterio externo que pretende medir lo mismo. (Sampieri, 2014)

La validez de un instrumento de medición se evalúa sobre la base de todos los tipos de evidencia. Cuanta mayor evidencia de validez de contenido, de validez de criterio y de validez de constructo tenga un instrumento de medición, éste se acercará más a representar las variables que pretende medir. (Sampieri, 2014)

Los instrumentos elegidos y presentados en la investigación serán puestos a calificación del Juicio de Expertos para obtener la validación de la investigación, el cual comprende varias evaluaciones y puntos de vista de profesionales expertos en la línea de investigación designados por la Facultad, siendo profesores y asesores profesionales concedores de los temas de estudio de investigación, los cuales validarán los instrumentos.

## **2.6 Métodos de análisis de datos**

Los datos obtenidos, digitados y tabulados serán analizados con el software SPSS. Se aplicará la estadística descriptiva para la variable independiente (SMED) y la estadística inferencial a la variable dependiente (Productividad).

“La estadística descriptiva describe los datos o los valores obtenidas para cada variable, apoyándose de la distribución de frecuencias, medida de tendencia central, medidas de variabilidad y/o graficas de puntuaciones Z” (Sampieri, 2010, p.287)

“La estadística inferencial sirve para estimar parámetros y probar hipótesis, se basa en la distribución muestral, valiéndose del análisis paramétrico,

análisis no paramétrico (Chi cuadrada, coeficientes de Spearman y Kendall, T Student) o el análisis multivariados” (Sampieri, 2010, p.293)

## 2.7 Desarrollo de la propuesta

### 2.7.1 Situación actual

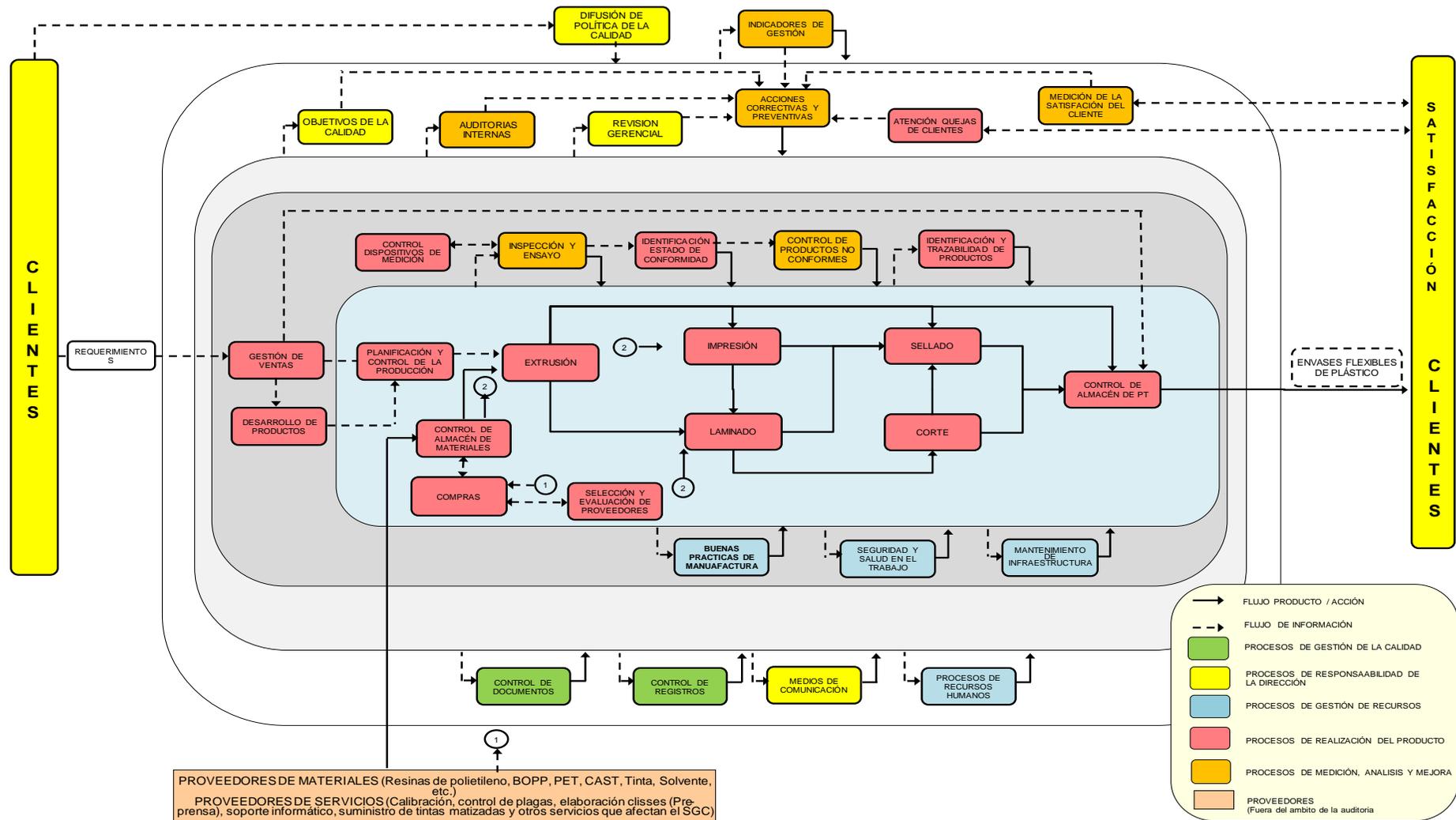
Para complementar las realidades observadas y comprender mejor la problemática a estudiar se recopiló información importante para el análisis.

**Cuadro 10.** Área de Impresión

<b>Tipo de proceso:</b>	Por lotes		
<b>Procesos productivos:</b>	Extrusión, Impresión, Laminación, Sellado, Corte		
<b>Tipo de impresión:</b>	Flexográfica		
<b>Cantidad de maq. Impr.:</b>	3 máquinas.		
<b>Colores x Maq.:</b>			
1 y 2 colores	6 colores	8 colores	
			
<b>Nombre de la Maq.:</b>			
Impresora Yuleco	Impresora Carnevali	Impresora Multipres	
<b>Capacidad de producción de la Maq.:</b>			
3500 mtrs /h	6000 mtrs /h	10000 mtrs /h	

Fuente: Elaboración propia

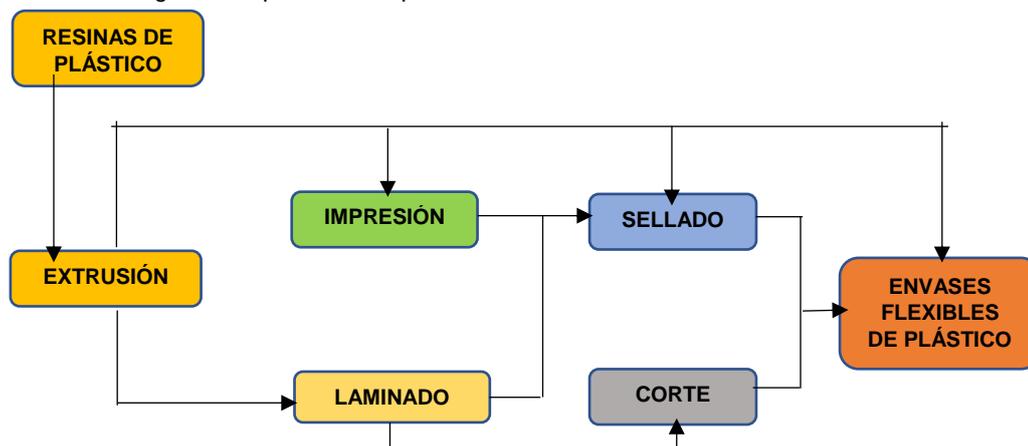
**Gráfico 7. Diagrama de procesos de la gestión de la calidad - COESAC**



**Fuente.** Elaborado por el Representante de la dirección del SGC: Rubén Aliaga

Del gráfico anterior, se puede observar el Sistema de Gestión de calidad propuesto por el área de dirección y el cual se ha llevado a cabo desde Enero del 2016; de esta manera la empresa se encuentra en vías de desarrollo para la mejora de cada uno de sus procesos de producción (Extrusión, Impresión, Laminación, Sellado y Corte).

**Gráfico 8.** Diagrama de procesos de producción - COESAC



**Fuente.** Elaboración propia

La programación de impresión se realiza tomando en cuenta la fecha de ingreso del pedido, origen del material (Del proceso de extrusión o De stock), el estado del pedido (Estándar, Nuevo o Modificado), el rodillo a utilizarse, tipo de material y el tipo de impresión (Interna y Externa).

**Cuadro 9.** Lista de rodillos y materiales

RODILLOS				TIPO DE MATERIAL
IMP01_02	IMP_03	IMP_04		
202	427	320	350	PEBD CRISTAL
226	451	330	360	PEBD BLANCO
233	470	350	380	PEBD COLOR
252	502	360	400	PEAD CRISTAL
259	521	410	420	PEAD BLANCO
267	552	460	440	PEAD COLOR
277	578	480	500	BOPP CIRSTAL
290	603	510	520	CAST CRISTAL
303	622	560	540	PPP CRISTAL
307	654	600	580	
321	673	670	620	
328	705		700	
339	768			
353	806			
382	991			
393				
419				

**Fuente.** Elaboración propia

La política de la empresa es ajustarse a la demanda del cliente mediante la producción de lo que requiere, en la cantidad y en el momento que lo necesita (flexibilidad) y por lo tanto, si es necesario acumular stock para cubrir las variaciones en los pedidos y satisfacer las necesidades de los clientes, se considera importante mantener un inventario capaz de sostener la demanda.

Según las condiciones de venta:

- Fecha de entrega: 15 a 20 día útiles

Actualmente el Lead time es un plazo de 15 a 20 días aproximadamente, la cual llega a aumentar en épocas festivas como el “Día de la Madre”, “Fiestas Patrias” y “Navidad” donde puede llegar hasta 30 a 45 días los plazos de entrega.

*(La cantidad de días resulta excesiva para los clientes por lo cual muchas veces la empresa no es competitiva en el mercado por sus largas fechas de entrega Como se menciona anteriormente, el Lead Time suele incrementarse en épocas específicas donde se solicita a todos los clientes realizar sus pedidos con una anticipación de 30 días.)*

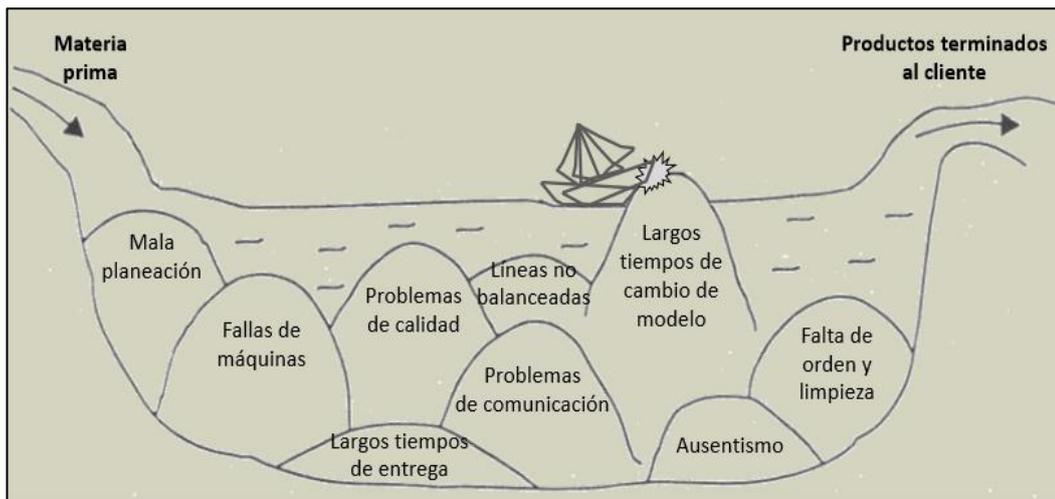
- Cantidad mínima de producción: 300 kg

*(Una cantidad menor a lo establecido como mínima de producción corresponde a la producción de pequeños lotes el cual genera mayor cantidad de cambios de molde, tiempo en limpieza de máquina y piezas, cambios repentinos en la programación de producción para cumplir con las entregas a los clientes, y a todo ello agregar el estado obsoleto de la maquinaria con la que cuenta la empresa, ya que el tiempo de preparación de la máquina cada vez se hace más larga, los ajustes de máquina para regulación, calibración entre otros, cada vez aumentan más y la aplicación continua de un mantenimiento correctivo por aparición de averías como fugas y derrames de tinta. De tal manera que incurra finalmente en el aumento de los costos de producción por factor tiempo y despilfarro de materiales.)*

- Cantidad de entrega: 10% más o 10% menos de lo requerido por el cliente.

*(Definitivamente esta condición respecto a la cantidad de entrega genera grandes cantidades de stock el cual suele ser material que el cliente no necesita y lo acepta de alguna manera obligada o se produce, pero el cliente solo lleva lo solicitado sin pagar lo que queda en el almacén.)*

**Figura 2.** Excesivo stock oculta los verdaderos problemas de la empresa.



**Figura.** Excesivo stock oculta los verdaderos problemas de la empresa.

Con el propósito de mantener un nivel de productividad adecuado, la programación de la producción se enfoca en realizar el menor número posible de cambios para evitar tiempos perdidos. Por lo general se trata de hacer grandes corridas con producciones de lotes de gran tamaño, con la idea de mejorar la eficiencia del proceso.

La variedad de productos dificulta la fabricación de los mismos, porque muchos necesitan pasar por las mismas operaciones (que involucran las mismas máquinas). Por esto muchas empresas agrupan ordenes de ventas de similares productos para elaborar los mismos en gran cantidad y reducir los trastornos en la producción.

¿Esto es lo mejor?

¿Producción en lote grande o chico?

Ventajas de la producción en grandes lotes:

- Comprar por cantidad.
- Reducir los problemas de la planificación.
- Preparar la máquina para un producto en particular pocas veces al mes.

Desventajas de la producción en grandes lotes:

- Mala respuesta al cliente.
- Atrasos en las entregas.
- Necesidad de grandes niveles de inventarios.
- Capital inmovilizado.
- Ocultar los problemas.

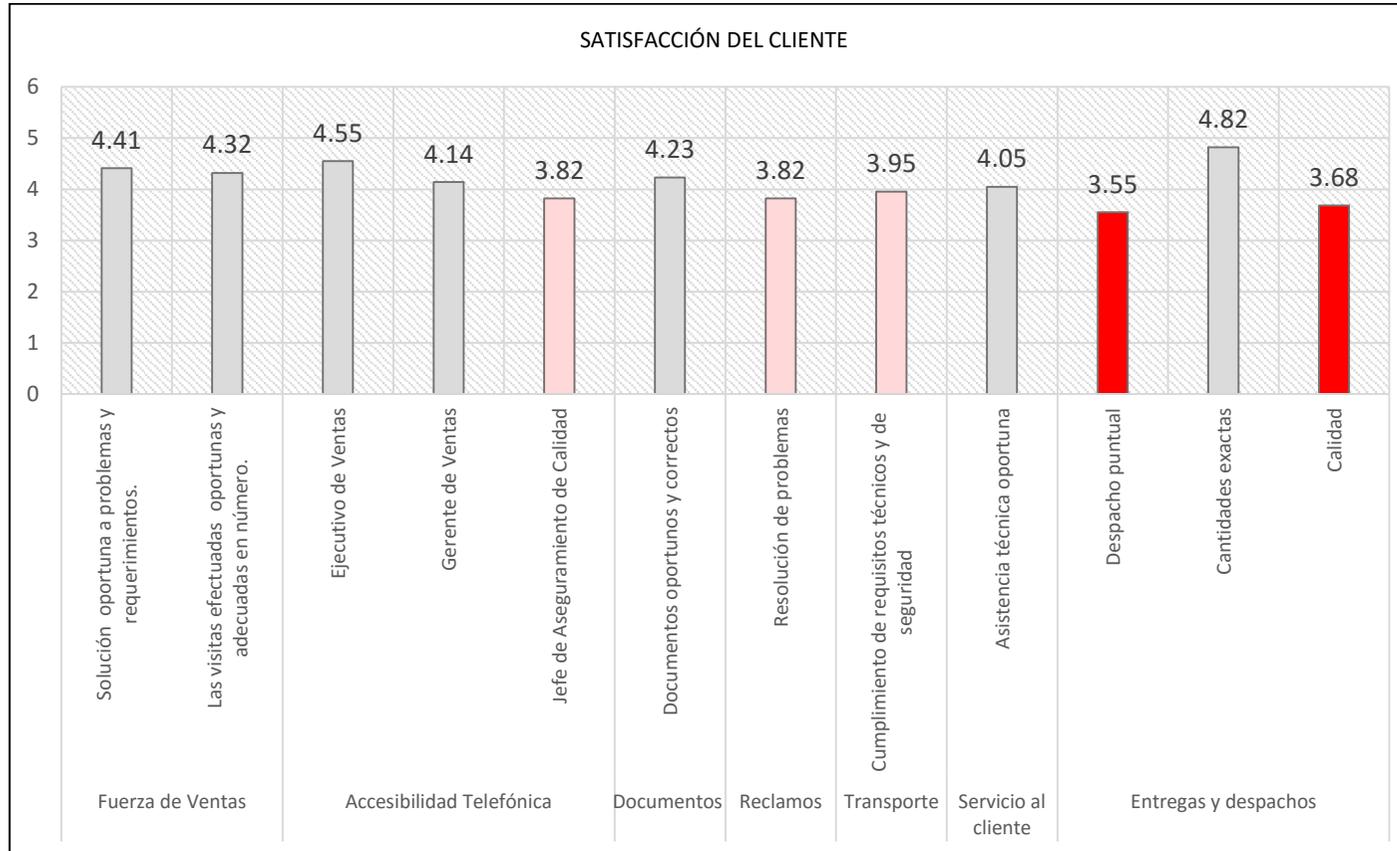
Se puede entender que los cambios de trabajo cuestan dinero por el tiempo que toma llevarlos a cabo, por esta razón la planificación de la producción intenta reducirlos al máximo sin embargo Shingeo Shingo de Toyota encontró que se pueden producir lotes pequeños sin incurrir en sobrecostos.

Normalmente en la industria de plásticos un cambio puede tomar horas antes del SMED; técnica de mejora propuesta y solo unos minutos después de la aplicación de la técnica. Se debe considerar que el tiempo de cambio no se reduce con el fin de producir más sino para reinvertir el tiempo ahorrado en cambios más rápidos para reducir el tamaño de los lotes y lograr mejor atención a los clientes, es decir generar más ingresos para la empresa.

A continuación, se presentan algunos estudios previos realizado para complementar el análisis más profundo de la situación antes de la mejora propuesta.

Respecto a la Calidad del Servicio, se propuso realizar un breve análisis de la satisfacción del cliente mediante una encuesta realizada con la finalidad de identificar los puntos críticos de la empresa.

**Gráfico 9.** Evaluación de Satisfacción del Cliente, Junio 2016



PUNTOS CRÍTICOS		
Entregas y Despachos	Despacho Puntual	3.55
	Calidad	3.68
Reclamos	Resolución de Problemas	3.82
Accesibilidad Telefónica	Jefe de Aseguramiento de la Calidad	3.82
Transporte	Requisitos técnicos	3.95

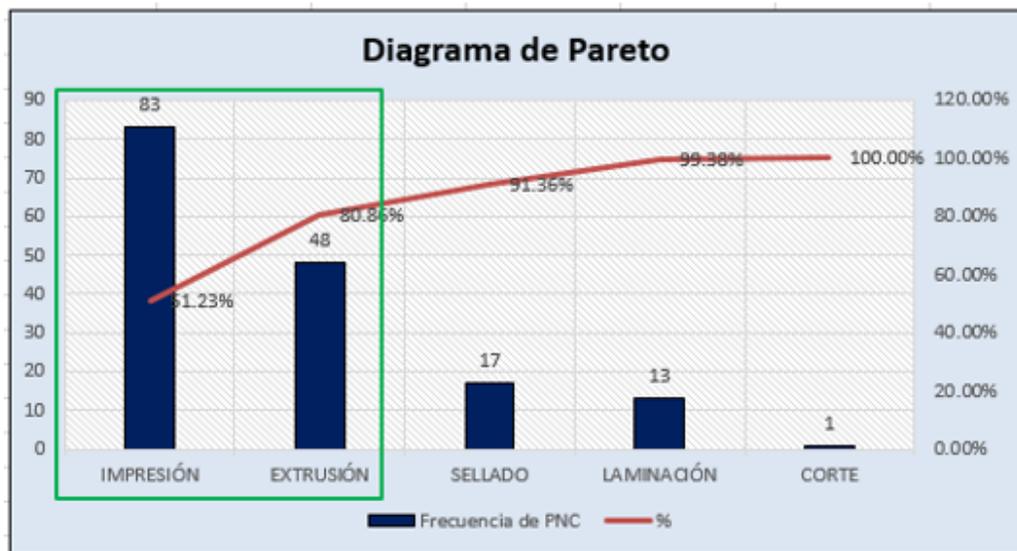
Se realizó una encuesta para evaluar la Satisfacción del cliente respecto a nuestro producto y servicio, para analizar los puntos críticos a mejorar. La encuesta constó de 10 preguntas, las cuales fueron segmentadas; en las respuestas se utilizó la Escala de Likert (Desde el 1 = "Totalmente en desacuerdo" al 5 = "Totalmente de acuerdo"). Los puntos críticos resultaron en el segmento de ENTREGAS Y DESPACHOS específicamente en DESPACHO PUNTUAL y CALIDAD.

Respecto a la Calidad del Producto, se realizó un análisis de la cantidad de productos No Conformes en cada área de Producción para detectar el área con mayor presentación de Productos No Conformes.

**Gráfico 10.** Diagrama de Pareto del área de mayor cantidad de productos no conformes.

**No Conformidades por ÁREA/MES**

AREA/MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	FRECUENCIA	FREC. ACUM.	FREC. %	FREC. ACU. %
IMPRESIÓN	10	13	5	16	17	12	83	83	51.23%	51.23%
EXTRUSIÓN	12	3	7	12	7	7	48	131	29.63%	80.86%
SELLADO	3	2	0	7	2	3	17	148	10.49%	91.36%
LAMINACIÓN	2	1	4	0	2	4	13	161	8.02%	99.38%
CORTE	0	1	0	0	0	0	1	162	0.62%	100.00%
							162		100%	



El siguiente Diagrama de Pareto muestra el análisis realizado en las cinco áreas de Producción, respecto a la frecuencia de Productos No Conformes (PNC) registrados por Control de Calidad durante los meses de Enero a Junio del presente año (2016). Podemos observar que mejorando los procesos de Extrusión e Impresión, podremos disminuir la cantidad de Productos No conformes en un 80.86%.

**Fuente:** Elaboración propia

Del análisis anterior podemos visualizar las áreas críticas en calidad: Extrusión e Impresión, de esta manera en el siguiente cuadro podemos observar el porcentaje de merma obtenida en cada área respecto al total de merma de toda la producción.

**Cuadro 12.** % de merma de cada área crítica

**Cantidad (kg) de No Conformidades**

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
<b>PRODUCCIÓN (kg)</b>	108972.2	114420.8	120141.9	126149	132456.4	139079.2	
<b>OBSERVADO (kg)</b>	3956.8	1959.4	3763.3	6036.2	240	3126.6	
<b>DESECHO (kg)</b>	589.3	87.4	76.4	720.5	81.5	874.5	2429.6

<b>IMPRESIÓN</b>							
<b>OBSERVADO (kg)</b>	1790.2	3103.7	3763.87	2608.35	5378.2	1975.9	
<b>DESECHO (kg)</b>	417.3	45.1	64.5	428.4	20.2	74.5	1050 43.22%

\* La merma de impresión es el 43.22% del total de merma de toda la producción de Enero a Junio del 2016.

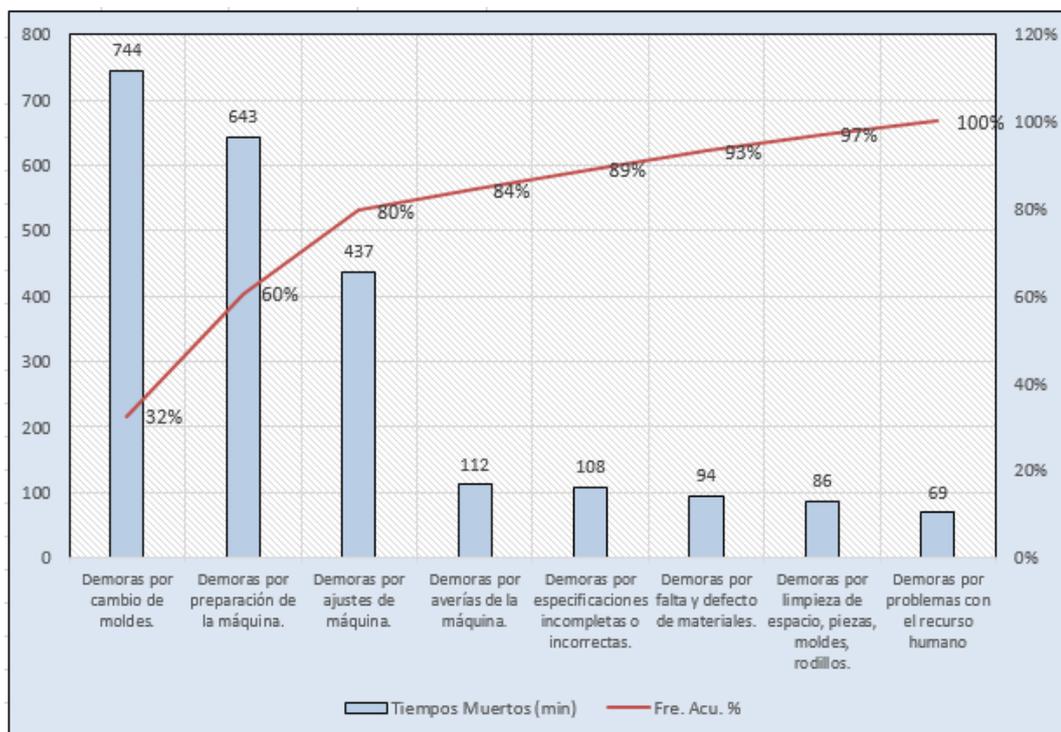
<b>EXTRUSIÓN</b>							
<b>OBSERVADO (kg)</b>	2215.9	310	3069.4	4539.7	3110.1	3920.7	
<b>DESECHO (kg)</b>	113.2	96	0	12.5	0	626.4	848.14 34.91%

\* La merma de extrusión es el 34.91% del total de merma de toda la producción de Enero a Junio del 2016.

Fuente: Elaboración propia

Según el Diagrama de Pareto presentado al principio de la investigación respecto a las problemáticas que enfrenta el área de impresión de la empresa, podemos observar que las actividades del proceso de Impresión de la empresa se ve afectado por deficiencias puntualmente en Demoras en la preparación de las máquinas impresoras, Demoras en los ajustes de la máquina durante el proceso y Demoras por cambios de molde, cuyas pérdidas se ven en los continuos retrasos de producción, largos plazos de entrega, gran cantidad de productos terminados en almacén y máquinas paradas.

**Gráfico 6. Diagrama de Pareto**



**Fuente: Elaboración propia**

A continuación, se muestra en el siguiente Diagrama de Operaciones el Proceso de Impresión desde la preparación de la máquina y alistamiento para empezar el trabajo, hasta los ajustes realizados durante el proceso y obtener las primeras muestras impresas.

Asimismo, se tomaron los tiempos de las Demoras mencionadas como principales problemáticas en el área de Impresión, así como los tiempos y causas en los que las máquinas impresoras permanecen paradas.



En el siguiente cuadro se muestra el tiempo promedio que se toman para cada operación del proceso.

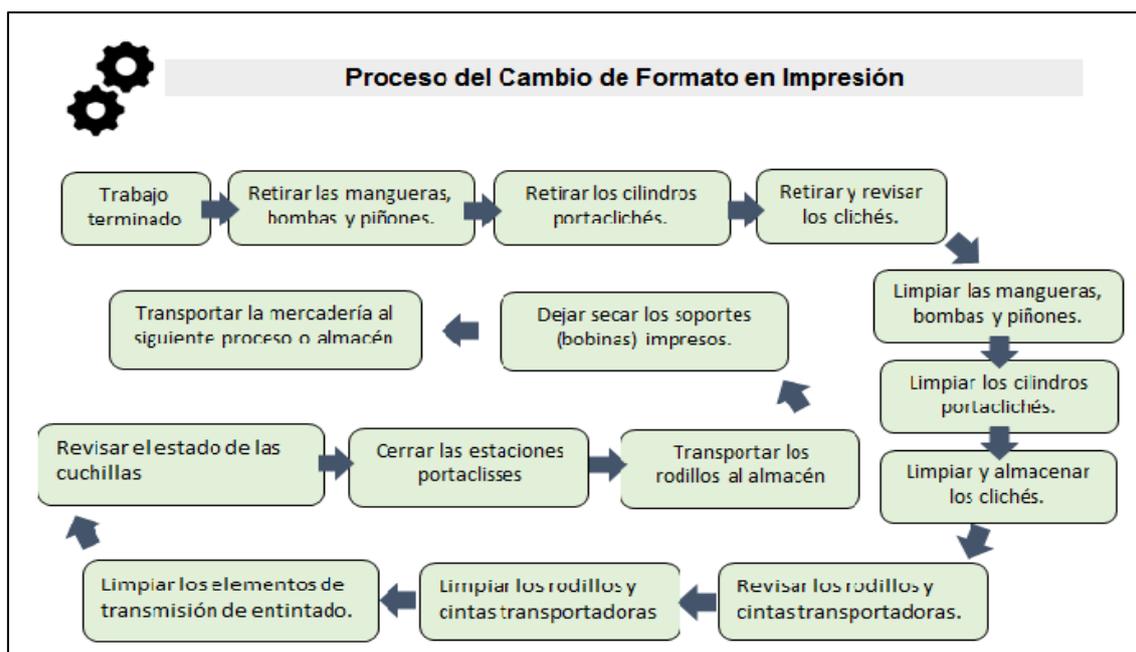
**Cuadro 13.** Toma de tiempos de las paradas de máquina

OPERACIONES/TIEMPOS	PREPARACIÓN DE MÁQUINA	AJUSTES DURANTE EL PROCESO
Preparación de arranque de máquina.	<b>8 min</b>	
Revisión de la orden de producción.	<b>3 min</b>	
Selección y matizado de tintas.	<b>10 min</b>	
Selección y preparación de los aditivos.	<b>5 min</b>	
Inspeccionar la calidad de los materiales.	<b>10 min</b>	
Selección y preparación del cilindro portacliché.	<b>5 min</b>	
Montaje del cilindro portacliché a la máquina.	<b>10 min</b>	
Selección y preparación del cliché.	<b>8 min</b>	
Montaje del cliché a la máquina.	<b>8 min</b>	
Regulación de mecanismos de fijación.		<b>5 min</b>
Ajuste de calibración del sistema.		<b>3 min</b>
Selección y preparación del adhesivo		<b>5 min</b>
Se coloca el adhesivo de montaje en el cilindro.		<b>5 min</b>
Ajuste de los equipos de tratamiento de la bobina.		<b>3 min</b>
Ajuste de los mecanismos de tiro, cilindros de transferencia, piezas y cuchillas		<b>4 min</b>
Montaje del rodillo Anilox.		<b>8 min</b>
Revisar en control de las bombas de tinta.		<b>3 min</b>
Impresión de las primeras muestras.		<b>4 min</b>
Control de la impresión obtenida con la muestra autorizada.		<b>8 min</b>
Verificar tonalidad, intensidad y parámetros de impresión.		<b>3 min</b>
Modificar las variables del proceso según lo obtenido.		<b>3 min</b>
<b>TOTAL</b>	<b>67 min</b>	<b>56 min</b>

Fuente. Elaboración propia

## PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO

**Gráfico 12.** Proceso del Cambio de Formato en Impresión



**Fuente.** Elaboración propia

## TIEMPO DEL PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO

En el siguiente cuadro se muestra el tiempo promedio que se toman para cada operación del proceso.

**Cuadro 14..** Proceso del Cambio de Formato en Impresión

OPERACIONES / TIEMPO	CAMBIO DE FORMATO
Retirar las mangueras, bombas y piñones.	5 min
Retirar los cilindros portaclichés.	5 min
Retirar y revisar los clichés.	8 min
Limpiar las mangueras, bombas y piñones.	10 min
Limpiar los cilindros portaclichés.	8 min
Limpiar y almacenar los clichés.	10 min
Revisar los rodillos y cintas transportadoras.	5 min
Limpiar los rodillos y cintas transportadoras.	10 min
Limpiar los elementos de transmisión de entintado.	10 min
Revisar el estado de las cuchillas.	3 min
Cerrar las estaciones portaclichés.	5 min
Transportar los rodillos al almacén.	5 min

Dejar secar los soportes impresos.	<b>8 min</b>
Transportar la mercadería al siguiente proceso o almacén.	<b>3 min</b>
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>

Fuente: Elaboración propia

## PARADAS DE MÁQUINA EN IMPRESIÓN

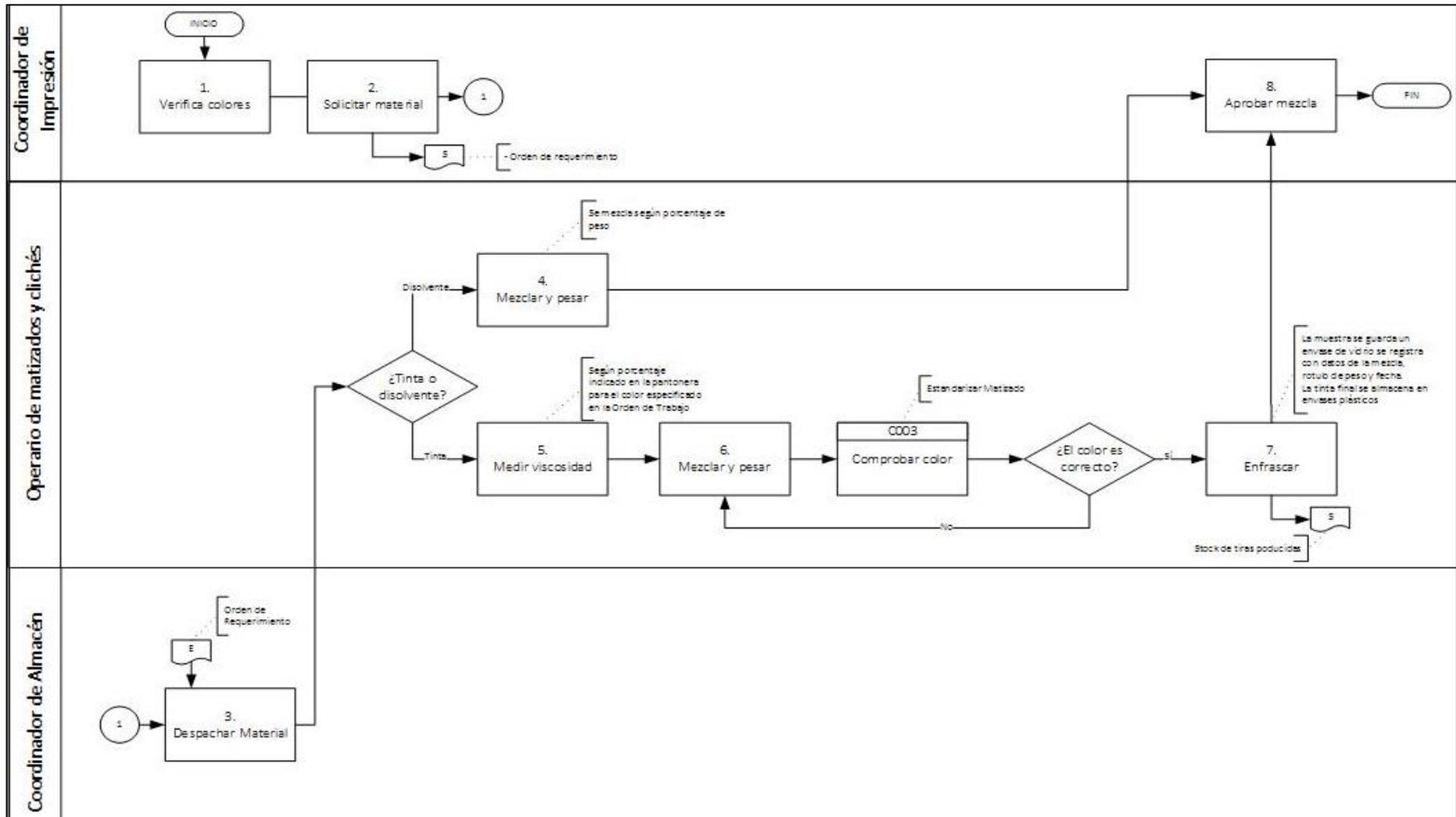
El siguiente cuadro se realizó una toma de tiempos de las paradas de máquina registrado en los Reportes de Control de la Producción durante 1 semana en los dos turnos.

**Cuadro 15.** Paradas de la máquina

REPORTE DE IMPRESIÓN: PARADAS DE MÁQUINA			
Motivos de Parada	IMPRESORA 1_2	IMPRESORA 3	IMPRESORA 4
	Tiempo (bmin)	Tiempo (min)	Tiempo (min)
Aprobación cliente	80	240	300
Mantenimiento	0	220	360
Maquinaria-Falle	150	195	480
Materiales-Defecto	30	120	200
Materiales-Falta	260	282	322
Programación	300	0	0
Pre-prensa-Montaje	302	317	466
Aprobación Interna	225	274	291
Limpieza Anilox	363	482	473
Tintas-Falta	0	165	180
Tintas-Matizado	206	286	299
Limpieza de Clisses	330	487	520
Cambio de cuchillas	265	390	480
Cambio anilox	280	365	420

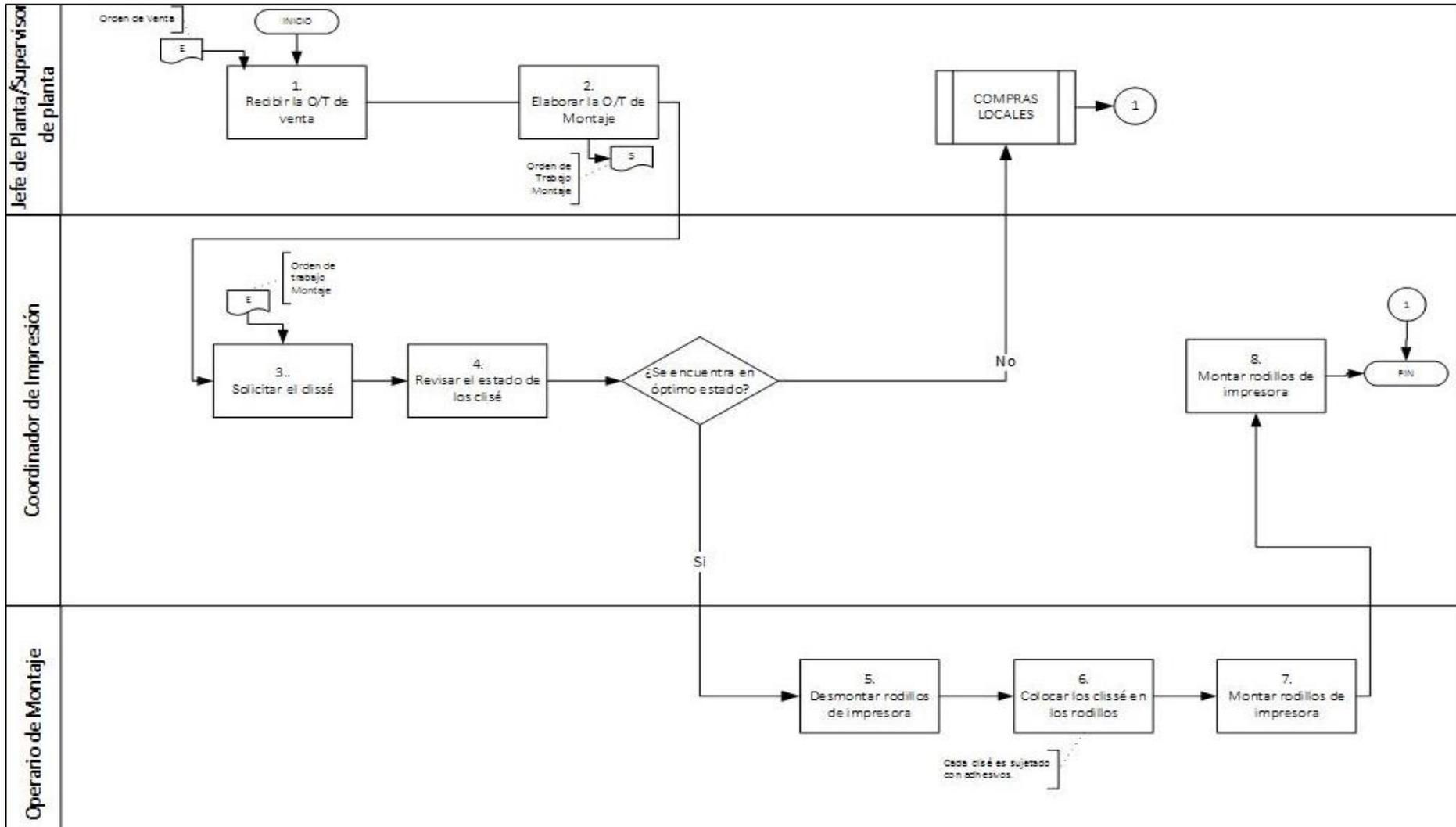
Fuente. Elaboración propia

Gráfico 13. Diagrama del proceso de matizado



Fuente: Elaborado por el Representante de la dirección del SGC: Rubén Aliaga

Gráfico 14. Diagrama del proceso de montaje



Fuente: Elaborado por el Representante de la dirección del SGC: Rubén Aliaga

**Cuadro 16.** Inspecciones realizadas en el proceso de impresión

ETAPA DE PROCESO	PUNTO DE INSPECCION /	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS DE INSPECCION /	FRECUENCIA DE MUESTREO	METODO DE INSPECCION	ESPECIFICACIÓN	RESPONSABLE DE INSPECCION	REGISTRO	ACCION CORRECTORA	
IMPRESIÓN	CONDICIONES DE MAQUINA	Bobina Manga g. Lamina	Temperatura (°C)	1 veces por producto y por turno	Comparación de instrumento con el estándar		Maquinista de Impresión	SGC-R-PR-IM-002 Control de proceso de impresión	Regular T <sup>o</sup>	
			Tensión desembobinado (psi)						Regular Presión	
			Tensión embobinada (psi)						Regular Presión	
			Velocidad (m/min)						Regular velocidad	
			Chiller (°C)						Regular T <sup>o</sup>	
			Viscosidad (seg)	Cada 30 min	Cronometro				Regular viscosidad	
IMPRESIÓN	A la salida de máquina Impresión	Bobina Manga g. Lamina	Largo de repetición (mm)	Inicio de producción / 2 veces por producto	Cinta Flexométrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones de Producto Terminado.</li> </ul>	Maquinista de Impresión	SGC-R-PR-IM-002 Control de proceso de impresión	Regulación máquina	
			Ancho (mm)							
			Distancia fotocélula al corte (mm)							
			Sentido de embobinado /Ubicación fotocélula							Listado Estándar de Producción
			Diseño de textos							Standard de color
			Adherencia de tinta		SGC-I-CC-00-034					SGC-I-CC-00-034
			Color y apariencia de impresión		100%					
IMPRESION	A la salida de máquina Impresión	Bobinas Impresas	Ancho de corte	Todas las bobinas	Cinta Flexométrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones de Producto Terminado</li> <li>Listado Estándar de Producción</li> </ul>	Supervisor de Control de Calidad	SGC-R-CC-IM-001	SGC-R-CC-00-008 Registro de Productos No	
			Largo de repetición							
			Distancia de Fotocélula al corte (*)							
			Gramaje de tinta		SGC-I-CC-00-004					Especificaciones de

ETAPA DE PROCESO	PUNTO DE INSPECCION /	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS DE INSPECCION /	FRECUENCIA DE MUESTREO	METODO DE INSPECCION	ESPECIFICACIÓN	RESPONSABLE DE INSPECCION	REGISTRO	ACCION CORRECTORA
			Gramaje total		SGC-I-CC-00-035	Producto Terminado		Reporte de Inspección de Impresión	Conformes
			Adherencia de tinta		SGC-I-CC-00-034	SGC-I-CC-00-034			
			Coefficiente de Fricción		SGC-I-CC-00-014	Especificaciones de Producto Terminado			
			Diseño y textos			Estándar de color			
			Color y apariencia de Impresión			Estándar de color			
			Impresión			Estándar de color			
			Sentido de embobinado/ Ubicación de fotocélula			Listado de Estándar de producción			

(\*) SOLO PARA BOBINA CON FOTOCELULAS.

## **2.7.2 Propuesta de mejora**

Existen distintas técnicas o herramientas para la optimización de los procesos en una empresa para la mejora de la competitividad y el aumento de su productividad.

Las problemáticas de la empresa se centran básicamente en la Reducción de tiempos de las actividades improductivas del proceso de Impresión; en este caso una de las posibles alternativas de solución es la aplicación de un estudio del trabajo para evaluar de manera sistemática los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan.

### **Estudio del trabajo**

Sin embargo, se conoce específicamente cuales son las actividades que están significando retrasos, así como demoras en el proceso de Impresión (Demoras por Preparación y ajustes de máquina, Demoras por cambio de formatos o moldes).

### **SMED**

La técnica de aplicación propuesta es el SMED (Single Minute Exchange of Die) que en español significa “Cambio de una matriz en minutos de un solo dígito”, ya que según las teorías previas y trabajos previos revisados al principio de la investigación permitirá disminuir el tiempo de cambio de formato y preparación de la máquina, por ende, aumentar el tiempo productivo de la máquina y de la línea.

### **¿Por qué esa herramienta?**

Debido a su enfoque en la:

- a) Identificación y eliminación de actividades que no generan valor a los procesos.
- b) Reducción y optimización de tiempos de alistamiento.

Las metas particularmente de la técnica SMED son las siguientes:

- Crear la posibilidad de producir mediante lotes más pequeños
- Reducir la cantidad de inventario
- Mejorar la calidad del producto
- Reducir desperdicios (tiempo, movimientos y material)
- Incrementar la flexibilidad en la producción
- Reducir tiempos de entrega de productos
- Reducir costos

Los puntos más importantes que permitirán a la empresa en estudio al aumento de la eficiencia y eficacia de la línea de impresión son: Producción de lotes más pequeños, mejorar la cantidad del producto, reducir desperdicios e incrementar la flexibilidad de la producción. De esta manera se podrá aprovechar la máxima capacidad de producción del proceso de impresión incrementando su productividad.

Los principales beneficios de la aplicación del SMED serán:

- **Flexibilidad**

La empresa podrá adaptar su producción a las necesidades del cliente sin excesos de inventarios y de igual forma se libera espacios en la planta.

- **Rápida entrega**

La producción de lotes pequeños se traduce en el lead time y en el tiempo de espera del cliente. Definitivamente, el tiempo de entrega se podrá disminuir significativamente con la aplicación de esta técnica.

- **Mejor calidad**

Menor almacenamiento de inventario significa menos cantidad de defectos relacionados con el almacenamiento. SMED también reduce los defectos al reducir la cantidad de errores en la preparación y alistamiento.

- **Alta productividad**

Cuando los cambios de referencias se hacen más cortos, la disponibilidad del equipo aumenta y su productividad

El cronograma de la implementación de la mejora se presenta en el siguiente Diagrama de Gantt.



El presupuesto de la mejora se plantea de la siguiente manera:

**Cuadro 18.** Presupuesto de la implementación

CONCEPTOS	PRESUPUESTO										TOTAL
	AÑO 2016				AÑO 2017						
	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
3.Capacitación											
3.1.Capacitación del SGC					S/. 50						
3.2.Capacitación de las 9's					S/. 50						
3.3.Capacitación de la técnica SMED					S/. 50						
4.Aplicación (Ordenar limpiar y organizar)											
4.1.Reemplazar materiales dañados						S/.3,000					
4.2.Rodillos						S/.5,000					
4.3.Cuchillas						S/.1,000					
Mantenimiento de máquinas							S/.210				S/ 9150
5.Aplicación de la técnica SMED											
6.Recurso humano											
6.1.El investigador	S/.1,000	S/.1,000	S/.1,000	S/.1,000	S/.1,000	S/.1,000	S/.1,000	S/.1,000	S/.1,000	S/.1,000	
6.2.Jefe de Producción	S/.3,000	S/.3,000	S/.3,000	S/.3,000	S/.3,000	S/.3,000	S/.3,000	S/.3,000	S/.3,000	S/.3,000	
6.3.Jefe de Pre-prensa (Diseño)	S/.2,500	S/.2,500	S/.2,500	S/.2,500	S/.2,500	S/.2,500	S/.2,500	S/.2,500	S/.2,500	S/.2,500	
6.4.Supervisores (3)	S/.6,000	S/.6,000	S/.6,000	S/.6,000	S/.6,000	S/.6,000	S/.6,000	S/.6,000	S/.6,000	S/.6,000	HE
6.5.Capacitador (SGC)	S/ 2300	S/.2,300	S/.2,300	S/.2,300	S/.2,300	S/.2,300	S/.2,300	S/.2,300	S/.2,300	S/.2,300	S/3500
<b>TOTAL</b>											S/ 12650

Fuente. Elaboración propia

### 2.7.3 Implementación de la propuesta

#### Fase I. Capacitación del SGC

En esta fase se inició con reuniones previas tanto de la Gerencia como de los encargados y colaboradores de las áreas de impresión involucrados para identificar las problemática, objetivos y actividades. Se identificó todos los procesos con problemas a mejorar mediante el Diagrama de Ishikawa, y Diagrama de Pareto, considerando aspectos críticos de éxito puntuales a mejorar, identificándose para este caso puntual de estudio de investigación el Tiempo de preparación y ajustes de la máquina, y el Tiempo de cambio de formato.

#### Formación de círculos de calidad

Seguidamente se realizó una lista de participantes involucrados en la mejora de procesos en la empresa y los participantes de estas áreas asumieron el compromiso desde la más alta autoridad (Gerencia) y de todos los trabajadores de la necesidad de realizar un cambio positivo en la empresa.

En el presente cuadro se visualiza la lista de los involucrados en el estudio:

**Cuadro 19.** Área de Impresión

<b>Jefe de Producción:</b>	1
<b>Planeamiento de Producción:</b>	1
<b>Supervisor de Impresión</b>	2
<b>Jefe de Calidad:</b>	1
<b>Asistentes de Calidad:</b>	4
<b>Jefe de Pre-prensa:</b>	1
<b>Matizador (Dos turnos):</b>	2
<b>Maquinistas (Dos turnos):</b>	3
<b>Ayudantes (Dos turnos):</b>	3
<b>Total</b>	17

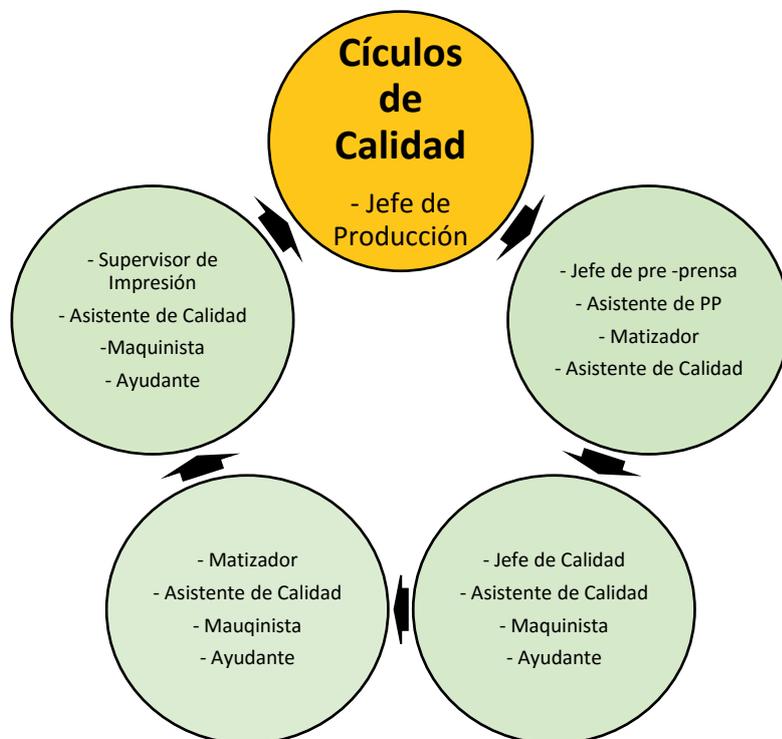
Fuente. Elaboración propia

Cada uno de los participantes fue preguntado sobre aquellos procesos con deficiencias, los cuales tanto los encargados del área de producción, calidad, prensa y pre-prensa, así como maquinistas, supervisores y colaboradores de impresión explicaron aquellos aspectos y factores de problemas internos en el área.

Una vez conocidos los aspectos de mayor problemática en el proceso de impresión, los problemas críticos eran el Tiempo de preparación y ajustes de la máquina, y el Tiempo de cambio de formato, como aquellos procesos que necesitan puntualmente de mejora. De esta manera luego de realizar un análisis de objetivos estratégicos se comunicaron los objetivos lograr a todos los participantes y se establecieron los objetivos como sigue:

1. Mejorar el promedio de Tiempo de preparación de 3 horas a 1 hora.
2. Mejorar el promedio de Tiempo de ajustes de máquina de 3 horas a 1 hora.
3. Mejorar el promedio de Tiempo de cambio de formato de 6 horas a 2 hora.

**Gráfico 15.** Círculos de calidad



**Fuente.** Elaboración propia

## **TOMA DE TIEMPOS**

En las reuniones realizadas con los grupos de trabajo se procedió al levantamiento de información de las actividades y operaciones de todo el proceso de impresión.

**Cuadro 20.** Diagrama de análisis del proceso de impresión. Tipo de desperdicio. Tipo de actividad.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS															
PROCESO: IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA DE BOBINAS DE PLÁSTICO															
MÉTODO:															
<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <span><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">✖</span> ACTUAL</span> <span><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">□</span> PROPUESTO</span> </div>															
ACTIVIDADES	DAP					TIPO DE DESPERDICIO					ACTIVIDAD				
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE	SOBREPDUCCIÓN	TRANSPORTE	INVENTARIO	ESPERA	REPROCESO	DEFECTOS	MOVIMIENTOS	REPETITIVO	SIN VALOR	AGREGA VALOR
Preparación de arranque de máquina.	●														●
Revisión de la orden de producción.		●						●						●	
Selección y matizado de tintas.	●										●	●	●		
Selección y preparación de los aditivos.	●										●	●	●		
Inspeccionar la calidad de los materiales.		●						●						●	
Selección y preparación del cilindro portacliché.	●										●	●	●		
Montaje del cilindro portacliché a la máquina.	●														●
Selección y preparación del cliché.	●										●	●	●		
Montaje del cliché a la máquina.	●														●
Regulación de mecanismos de fijación.				●				●				●	●		
Ajuste de calibración del sistema.				●				●				●	●		
Selección y preparación del adhesivo	●										●	●	●		
Se coloca el adhesivo de montaje en el cilindro.	●														●
Ajuste de los equipos de tratamiento de la bobina.				●				●						●	
Ajuste de los mecanismos de tiro, cilindros de transferencia, piezas y cuchillas				●											●
Montaje del rodillo Anilox.	●														●
Revisar en control de las bombas de tinta.		●													●
Impresión de las primeras muestras.	●														●
Control de la impresión obtenida con la muestra autorizada.				●											●
Verificar tonalidad, intensidad y parámetros de impresión.				●											●
Modificar las variables del proceso según lo obtenido.	●														●
Retirar las mangueras, bombas y piñones.	●							●						●	
Retirar los cilindros portaclichés.	●							●						●	
Retirar y revisar los clichés.	●							●						●	
Limpiar las mangueras, bombas y piñones.	●							●						●	
Limpiar los cilindros portaclichés.	●							●						●	
Limpiar los clichés.	●							●							●
Tranpostar los clisses al almacén.		●				●							●		
Almacenar los clisses.				●							●		●		
Revisar los rodillos y cintas transportadoras.	●							●						●	
Limpiar los rodillos y cintas transportadoras.	●							●						●	
Limpiar los elementos de transmisión de entintado.	●							●						●	
Revisar el estado de las cuchillas.				●							●			●	
Cerrar las estaciones portaclichés.	●													●	
Transportar los rodillos al almacén.		●				●								●	
Almacenar los rodillos.				●							●		●		
Dejar secar los soportes impresos.				●											●
Transportar la mercadería al siguiente proceso o almacén.													●		
TOTAL	22	3	5	6	2										

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, se plasmó el análisis de estas actividades en un DAP (Diagrama de análisis de procesos) para identificar a qué tipo de desperdicio pertenece y si la actividad es repetitiva o no agrega valor al proceso o producto final. A continuación, se realizó la toma de tiempos de estas actividades por un periodo de 30 días utilizando los instrumentos establecidos (Fichas de observación) para medir los indicadores antes de la implementación.

**Cuadro 2].** Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED

REPORTE DE IMPRESIÓN: TIEMPO DE PARADAS DE MÁQUINA								
DÍA	IMPRESORA 1_2		IMPRESORA 3		IMPRESORA 4		TOTAL MENSUAL	
	T. PROD	T. PARADAS	T. PROD	T. PARADAS	T. PROD	T. PARADAS	T. PROD (A)	T. PARADAS (B)
Día 1	1440	123	1440	169	1440	147	1440	439
Día 2	1440	170	1440	172	1440	168	1440	510
Día 3	1440	159	1440	193	1440	148	1440	500
Día 4	1440	170	1440	183	1440	175	1440	528
Día 5	1440	165	1440	174	1440	163	1440	502
Día 6	1440	176	1440	194	1440	147	1440	517
Día 7	1440	142	1440	162	1440	153	1440	457
Día 8	1440	145	1440	173	1440	168	1440	486
Día 9	1440	172	1440	167	1440	162	1440	501
Día 10	1440	162	1440	152	1440	165	1440	479
Día 11	1440	165	1440	174	1440	187	1440	526
Día 12	1440	173	1440	168	1440	160	1440	501
Día 13	1440	145	1440	172	1440	192	1440	509
Día 14	1440	183	1440	164	1440	182	1440	529
Día 15	1440	186	1440	143	1440	175	1440	504
Día 16	1440	178	1440	180	1440	169	1440	527
Día 17	1440	183	1440	186	1440	179	1440	548
Día 18	1440	170	1440	180	1440	182	1440	532
Día 19	1440	184	1440	175	1440	175	1440	534
Día 20	1440	164	1440	162	1440	182	1440	508
Día 21	1440	183	1440	179	1440	177	1440	539
Día 22	1440	173	1440	156	1440	172	1440	501
Día 23	1440	174	1440	182	1440	162	1440	518
Día 24	1440	162	1440	172	1440	175	1440	509
Día 25	1440	184	1440	143	1440	183	1440	510
Día 26	1440	172	1440	172	1440	175	1440	519
Día 27	1440	186	1440	184	1440	163	1440	533
Día 28	1440	178	1440	183	1440	172	1440	533
Día 29	1440	162	1440	169	1440	185	1440	516
Día 30	1440	166	1440	182	1440	163	1440	511
<b>TOTAL MES</b>							43200	15326
<b>Indicador_Imp B/A</b>	PARADAS / PRODUCCIÓN						35%	

Fuente. Elaboración propia

Se registraron las paradas durante el proceso de impresión en un periodo de 30 días; de este cuadro se interpreta que el 35% del tiempo de producción corresponde al tiempo de las paradas de máquina.

**Cuadro 22.** Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED

REPORTE DE IMPRESIÓN: DESPILFARRO POR TIEMPOS IMPRODUCTIVOS								
DÍA	IMPRESORA 1_2		IMPRESORA 3		IMPRESORA 4		TOTAL MENSUAL	
	T. PROD	T.A.I	T. PROD	146	T. PROD	T.A.I	T. PROD (A)	T.A.I (B)
Día 1	1440	148	1440	125	1440	123	1440	396
Día 2	1440	137	1440	145	1440	149	1440	431
Día 3	1440	128	1440	137	1440	136	1440	401
Día 4	1440	155	1440	148	1440	142	1440	445
Día 5	1440	147	1440	130	1440	137	1440	414
Día 6	1440	139	1440	139	1440	134	1440	412
Día 7	1440	144	1440	153	1440	157	1440	454
Día 8	1440	145	1440	132	1440	148	1440	425
Día 9	1440	135	1440	141	1440	157	1440	433
Día 10	1440	148	1440	155	1440	139	1440	442
Día 11	1440	139	1440	142	1440	134	1440	415
Día 12	1440	144	1440	145	1440	145	1440	434
Día 13	1440	127	1440	139	1440	135	1440	401
Día 14	1440	136	1440	141	1440	148	1440	425
Día 15	1440	149	1440	148	1440	152	1440	449
Día 16	1440	145	1440	140	1440	137	1440	422
Día 17	1440	139	1440	139	1440	145	1440	423
Día 18	1440	141	1440	152	1440	139	1440	432
Día 19	1440	132	1440	145	1440	141	1440	418
Día 20	1440	140	1440	135	1440	152	1440	427
Día 21	1440	145	1440	148	1440	140	1440	433
Día 22	1440	142	1440	146	1440	138	1440	426
Día 23	1440	148	1440	134	1440	122	1440	404
Día 24	1440	154	1440	156	1440	145	1440	455
Día 25	1440	136	1440	123	1440	158	1440	417
Día 26	1440	145	1440	140	1440	114	1440	399
Día 27	1440	139	1440	138	1440	145	1440	422
Día 28	1440	141	1440	133	1440	135	1440	409
Día 29	1440	156	1440	148	1440	148	1440	452
Día 30	1440	140	1440	135	1440	162	1440	437
<b>TOTAL MES</b>	T.A.I (Tiempo de actividades improductivas) / PRODUCCIÓN						43200	12753
<b>Indicador_Imp B/A</b>							30%	

Fuente. Elaboración propia

De este cuadro se interpreta que el 30% del tiempo de producción corresponde al tiempo de actividades improductivas durante el proceso.

**Cuadro 23.** Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED

REPORTE DE IMPRESIÓN: DESPILFARRO POR TIEMPOS IMPRODUCTIVOS								
DÍA	IMPRESORA 1_2		IMPRESORA 3		IMPRESORA 4		TOTAL MENSUAL	
	PRODUCIDO	MERMA	PRODUCIDO	MERMA	PRODUCIDO	MERMA	PRODUCIDO	MERMA
Día 1	980	108	1120	184	947	87	3047	379
Día 2	835	118	1178	159	1120	118	3133	395
Día 3	972	122	972	172	1083	184	3027	478
Día 4	840	95	981	184	1192	159	3013	438
Día 5	1053	120	1045	118	1053	172	3151	410
Día 6	969	112	1120	117	969	85	3058	314
Día 7	1089	158	1178	108	1157	118	3424	384
Día 8	1072	162	1168	118	1239	106	3479	386
Día 9	971	108	1072	122	1189	93	3232	323
Día 10	983	118	1162	95	1273	123	3418	336
Día 11	995	122	1157	120	1124	108	3276	350
Día 12	1063	273	1239	112	971	118	3273	503
Día 13	1178	298	1189	137	983	122	3350	557
Día 14	996	112	1273	162	995	95	3264	369
Día 15	847	92	1194	184	1120	120	3161	396
Día 16	938	89	964	82	1178	112	3080	283
Día 17	899	108	1053	139	1168	158	3120	405
Día 18	988	118	1267	184	847	162	3102	464
Día 19	835	122	969	118	1053	102	2857	342
Día 20	972	95	1157	127	969	87	3098	309
Día 21	840	120	1239	162	1157	108	3236	390
Día 22	1053	112	1189	122	1172	118	3414	352
Día 23	969	158	1273	108	1189	122	3431	388
Día 24	1157	162	840	93	1053	184	3050	439
Día 25	1239	167	1053	122	969	93	3261	382
Día 26	1189	172	969	95	1128	172	3286	439
Día 27	964	273	1157	120	1239	184	3360	577
Día 28	1142	266	980	112	1189	118	3311	496
Día 29	981	176	1036	138	1273	109	3290	423
Día 30	1024	125	1273	105	980	92	3277	322
<b>TOTAL MES</b>							96479	12029
<b>Indicador_Imp B/A</b>	MERMA / PRODUCIDO						12%	

**Fuente.** Elaboración propia

De este cuadro se interpreta que el 12% del total de producción corresponde a la merma obtenida durante el proceso por ac. improductivas.

## Fase II. Capacitación de las 9'S

En la siguiente fase se procede al entrenamiento necesario a los Círculos de calidad para la aplicación de cada paso de las 9'S en el área de Impresión.

**Cuadro 24.** Filosofía 9'S

<b>Aplicado a:</b>	<b>Japonés:</b>	<b>Español:</b>
Clasificación	Seiri	Las cosas
Orden	Seiton	
Limpieza	Seiso	
Control Visual	Seiketsu	Con uno mismo
Disciplina	Shitsuke	
Constancia	Shikari	
Compromiso	Shitsukoku	
Coordinación	Seisho	En la empresa
Estandarización	Seido	

**Fuente.** Elaboración propia

### Aplicación de las 9'S

**Seiri:** Separar o clasificar

Durante el proceso de Separar, se habilitarán espacios con una serie de tarjetas de colores que servirán para identificar el lugar en el que se deben colocar los objetos en función del destino asignado.

De esta manera será fácil, identificar alguna área de oportunidad o mejora en el manejo de la operación.

- No debe haber bobinas colocadas alrededor del área de impresión.
  - Contar con un lay-out adecuado para el flujo de productos, con el objetivo de evitar confusiones y errores.
- Los beneficios que trae consigo la aplicación de la primera S son:
- Se libera espacio en estanterías, mesas, almacenes, etc.
  - Reducción de movimientos innecesarios de materiales durante la realización de la actividad laboral.

- Mejora de la seguridad laboral al no encontrarse objetos por pasillos, escaleras y zona de trabajo.
- Facilita la visualización y por tanto la búsqueda de elementos.
- Se evita comprar elementos ya existentes.

### **Seiton: organizar**

En este punto, procedemos a organizar el ambiente de trabajo. Tras haber realizado la fase de Separar, este nuevo paso consiste en mantener las herramientas y elementos necesarios para el trabajo en condiciones de fácil utilización y acceso.

En este caso el criterio que se emplea para organizar los objetos es la frecuencia de uso, de modo que los objetos que más se empleen estarán más cerca y accesibles al trabajador, dejando los menos empleados en lugares más alejados. Una buena forma para conseguir un orden correcto es adaptar los siguientes pasos a las características del área estudiada:

- Habilitar espacios para el almacenamiento: manteniendo el criterio de la frecuencia de uso para ordenar, también se debe tener en cuenta que el acceso a los objetos debe ser simple y seguro.
- Fijar un lugar para cada objeto: tras conocer la frecuencia de uso de cada objeto, se fija el lugar en el que debe estar. También se tendrá en cuenta su forma, peso y ergonomía.
- Identificación de los lugares de almacenamiento: ya sean etiquetas para tableros de herramientas o zonas delimitadas en el suelo, la finalidad de esto es que la ubicación de cada objeto esté clara. De este modo cualquier persona podrá encontrar los objetos sin tener que perder tiempo en buscarlos.
- Identificación de los objetos: cada objeto llevará una identificación que lo asociará a un lugar de almacenamiento. Esto permitirá que a simple vista se puede comprobar si un objeto está colocado en el lugar adecuado.
- Mantener siempre el orden: todas las personas que integran el grupo de trabajo deben mantener en buenas condiciones de uso el área, tratando

en grupo cualquier problema de desorden que se pueda dar. Las ventajas que se consiguen con esta segunda S son:

- Se reducen las pérdidas de tiempo debidas a la búsqueda de objetos por los almacenes, eliminando tiempos improductivos.
- Reducción de los tiempos de preparación de máquinas.
- Permite detectar rápidamente la ausencia o defecto de algún ítem.

### **Seiso: limpieza o pulcritud**

Este paso consiste en mantener en óptimas condiciones de uso las máquinas, herramientas, documentos, mesas de trabajo, estanterías, suelos, paredes, etc. Va más allá de la limpieza en sí, y se adentra en la prevención de la generación de suciedad y residuos. Al igual que en las dos fases anteriores, participarán todos los miembros del grupo de trabajo, para identificar las fuentes generadores de esta suciedad que pueden repercutir en la calidad, la producción y la seguridad.

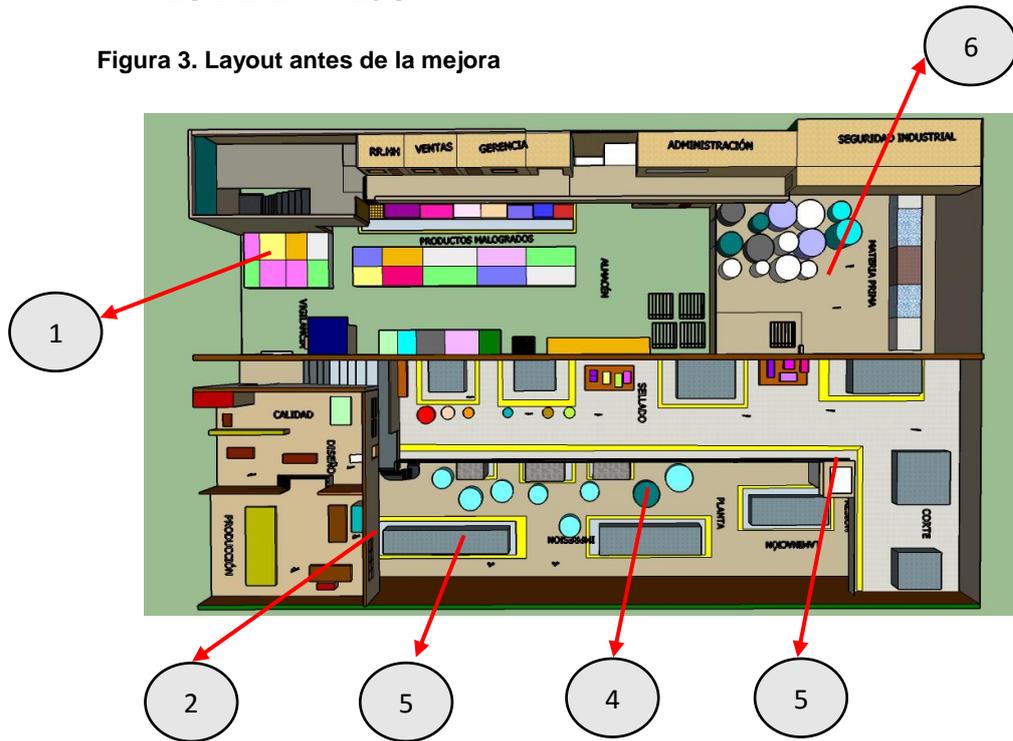
Al terminar la jornada laboral cada trabajador debe dejar despejado y limpio su puesto de trabajo. Habrá que identificar las fuentes de suciedad, los lugares de difícil acceso para la recogida de desperdicios, los arreglos temporales que minimizan la suciedad y los materiales defectuosos que se almacenan por distintas partes del lugar de trabajo.

Con la aplicación de este paso se obtienen los siguientes beneficios:

- Mejora el ambiente de trabajo y la imagen que se llevan las visitas de la fábrica.
- Se reduce la posibilidad de accidentes.
- Evitar que el agua se quede estancada en lugares de trabajo
- Colocar basureros con tapadera e identificados
- Evitar que el producto se ensucie y deteriore debido al polvo o insectos.
- Mantener los equipos de trabajo limpios, con esto se logra mantenerlos en buen estado.

## ANTES DE LA MEJORA

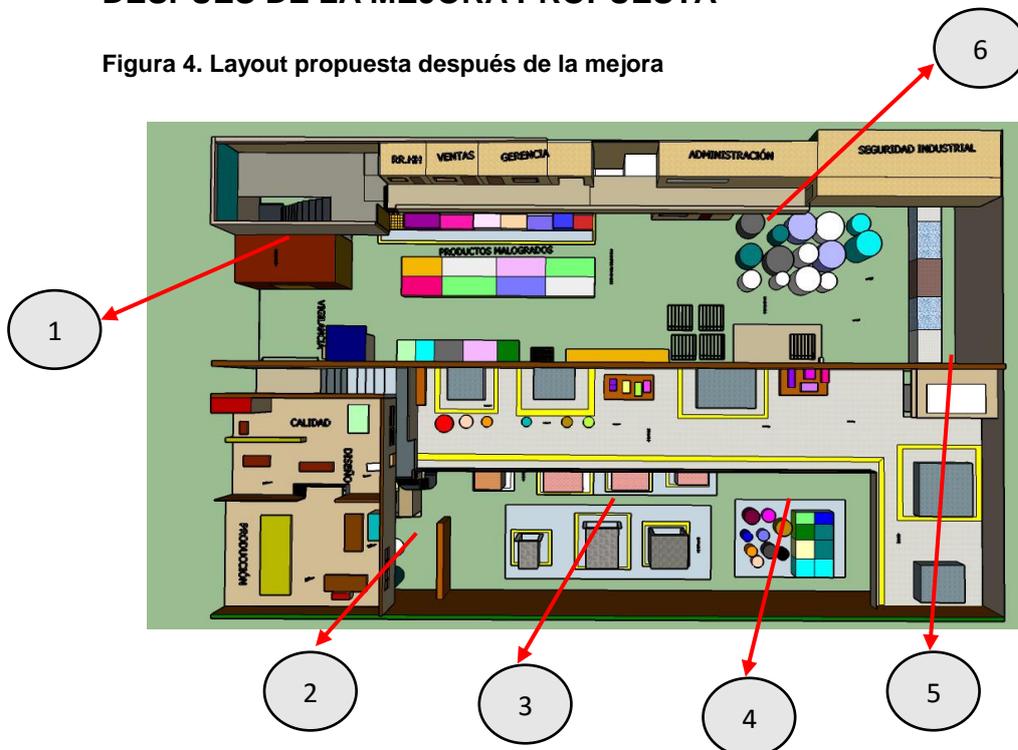
Figura 3. Layout antes de la mejora



Fuente 6. Elaboración propia

## DESPUÉS DE LA MEJORA PROPUESTA

Figura 4. Layout propuesta después de la mejora



Fuente. Elaboración propia

## Limpieza y orden del Almacén de Clises

### ANTES DE LA MEJORA

Figura 5. Almacén de clises



Fuente. Elaboración propia

Figura 6. Almacén de clises



Fuente. Elaboración propia

### DESPUÉS DE LA MEJORA PROPUESTA

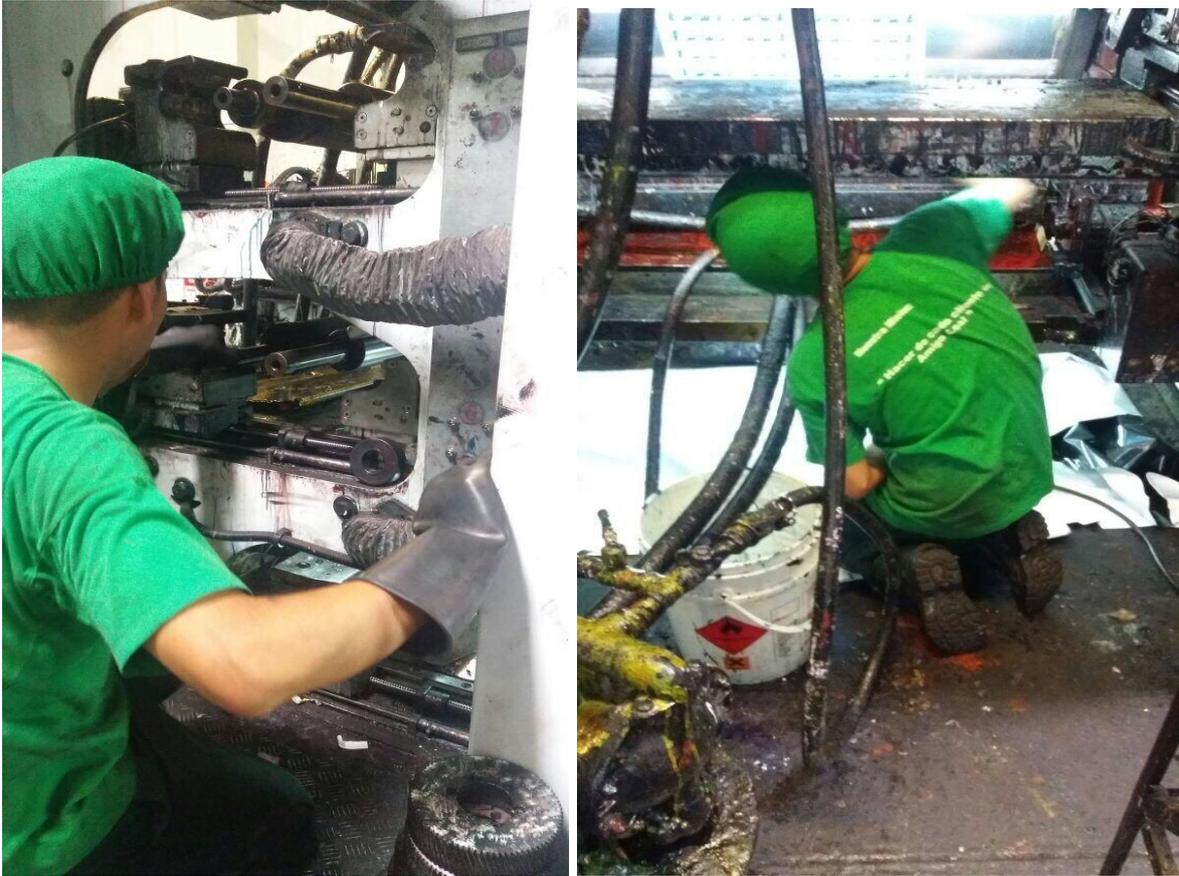
Figura 7. Almacén de clises



Fuente. Elaboración propia

## LIMPIEZA DE LA MÁQUINA Y HERRAMIENTAS

Figura 8. Limpieza del área de Impresión



Fuente. Elaboración propia

Figura 9. Layout propuesta después de la mejora



Fuente. Elaboración propia

### **Seiketsu: bienestar personal o equilibrio**

Se debe incentivar una cultura de “Cuidar el ambiente de trabajo” como un factor principal para resguardar el bienestar personal de cada trabajador, y para ello se debe colocar como una de las responsabilidades en sus funciones la aplicación de la tres primeras S, es decir, mantener en orden y limpio su lugar de trabajo y herramientas al alcance para realizar adecuadamente sus operaciones.

### **Shitsuke: disciplina**

En este punto es importante entender que es el propio trabajador el que se va a encargar de mantener los logros obtenidos con la implementación, sin tener la necesidad de que haya nadie controlando su trabajo. Esto se consigue involucrando al trabajador desde el comienzo del proceso en la toma de decisiones y llegando a acuerdos de compromiso en su conducta.

Sin embargo, se propone aplicar una auditoría como herramienta de control y supervisión que contribuye a fomentar la creación de una cultura dirigida a mantener una disciplina constante en la aplicación del sistema (calidad/control) de la organización. El control de registros y procesos permite descubrir fallas en las estructuras o potenciales debilidades existentes. Este paso es posiblemente la más importante, ya que va a permitir que las medidas adoptadas perduren en el tiempo. Se consiguen afianzar los nuevos hábitos de trabajo y actuar con disciplina para que no se vuelva a la situación previa a la implementación de las 5S, pues este paso no consiste en trabajar más, sino en trabajar mejor.

La Autodisciplina se practica si se cumplen los siguientes puntos:

- Enviar los desperdicios materiales a sus lugares correspondientes.
- Devolver herramientas y equipos a sus lugares después de ser usados.
- Mantener limpias las áreas comunes y de trabajo.
- Explicar y hacer cumplir las normas a las personas que trabajen en el área sean o no miembros del grupo de trabajo.
- Cumplir las normas de trabajo de otras áreas.

- Tratar en grupo los problemas de incumplimiento de las normas acordadas entre todos.

**Shikari: constancia**

Esta auditoría mencionada, se tratan de revisiones periódicas del área que verifican el cumplimiento de cada una de las “S” anteriores. Con éstas también se consiguen que no decaiga la intensidad en las acciones con el tiempo y que las personas no se rindan en la búsqueda de la mejora continua. Para la auditoría se empleará una lista de chequeo y se revisarán una serie de indicadores establecidos de modo que las comprobaciones se hagan de manera metódica y ordenada. Estas auditorías se harán en principio de manera semanal, pasando a ser mensuales conforme se vaya comprobando el buen funcionamiento del área.

**Shitsukoku: compromiso**

El compromiso de cada uno de los integrantes del área para practicar constantemente los procedimientos establecidos. El cual se requiere la firma de compromiso y asistencia a cada una de las reuniones, asesorías y capacitación brindada en los círculos de calidad.

**Seishoo: coordinación**

La coordinación entre los grupos de trabajo será importante ya que permitirá dirigir los objetivos personales a los objetivos de grupo y por lo tanto como área, todo ello se realizará en las reuniones de los Círculos de Calidad.

**Seido: estandarización**

La estandarización de estos nuevos procedimientos, plasmados en documentos de un nuevo Manual de procedimientos del proceso de impresión, permitirá que la capacitación para nuevo personal que ingrese al área sea menos compleja y más rápida. Se logrará el involucramiento del personal hacia la mejora como área y empresa.

### Fase III. Capacitación de la técnica SMED

La metodología del SMED implica analizar cada tarea que realiza el técnico y simplificarlos o eliminarlas si son repetitivas o no agregan valor al proceso productivo.

#### Identificación de operaciones internas y externas

**Cuadro 25.** Identificación de actividades internas y externas

RESPONSABLE		ACTIVIDADES	TIPO	
MAQUINISTA	AYUDANTE		INTERNAS	EXTERNAS
X		Preparación de arranque de máquina.	X	
X		Revisión de la orden de producción.	X	
X		Selección y matizado de tintas.	X	
	X	Selección y preparación de los aditivos.	X	
	X	Inspeccionar la calidad de los materiales.	X	
	X	Selección y preparación del cilindro portacliché.	X	
X		Montaje del cilindro portacliché a la máquina.	X	
	X	Selección y preparación del adhesivo	X	
	X	Se coloca el adhesivo de montaje en el cilindro.	X	
	X	Selección y preparación del cliché.	X	
X		Montaje del cliché a la máquina.	X	
X		Montaje del rodillo Anilox.	X	
X		Regulación de mecanismos de fijación.		X
X		Ajuste de calibración del sistema.		X
X		Ajuste de los equipos de tratamiento de la bobina.		X
X		Ajuste de los mecanismos de tiro, cilindros de transferencia, piezas y cuchillas		X
	X	Revisar en control de las bombas de tinta.		X
X		Impresión de las primeras muestras.		X
X		Control de la impresión obtenida con la muestra autorizada.		X
X		Verificar tonalidad, intensidad y parámetros de impresión.		X
X		Modificar las variables del proceso según lo obtenido.		X
	X	Retirar las mangueras, bombas y piñones.	X	
	X	Retirar los cilindros portaclichés.	X	
X		Retirar y revisar los clichés.	X	
	X	Limpiar las mangueras, bombas y piñones.	X	
	X	Limpiar los cilindros portaclichés.	X	
X		Limpiar los clichés.	X	
	X	Tranpostar los clisses al almacén.	X	
	X	Almacenar los clisses.	X	
	X	Revisar los rodillos y cintas transportadoras.	X	
	X	Limpiar los rodillos y cintas transportadoras.	X	
	X	Limpiar los elementos de transmisión de entintado.	X	
	X	Revisar el estado de las cuchillas.	X	
	X	Cerrar las estaciones portaclichés.	X	
	X	Transportar los rodillos al almacén.	X	
	X	Almacenar los rodillos.	X	
	X	Dejar secar los soportes impresos.	X	
	X	Transportar la mercadería al siguiente proceso o almacén.	X	

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, el segundo paso requiere realizar la separación de las actividades internas y externas, para determinar la posibilidad de convertir actividades internas a externas.

**Cuadro 26.** Separación de operaciones internas y externas

ACTIVIDADES INTERNAS	T. PROMEDIO		ACTIVIDADES EXTERNAS
Preparación de arranque de máquina.	30 min	20 min	Regulación de mecanismos de fijación.
Revisión de la orden de producción.	10 min	25 min	Ajuste de calibración del sistema.
Selección y matizado de tintas.	45 min	15 min	Ajuste de los equipos de tratamiento de la bobina.
Selección y preparación de los aditivos.	30 min	20 min	Ajuste de los mecanismos de tiro, cilindros de transferencia, piezas y cuchillas
Inspeccionar la calidad de los materiales.	10 min	10 min	Revisar en control de las bombas de tinta.
Selección y preparación del cilindro portacliché.	15 min	5 min	Impresión de las primeras muestras.
Montaje del cilindro portacliché a la máquina.	30 min	10 min	Control de la impresión obtenida con la muestra autorizada.
Selección y preparación del adhesivo	15 min	30 min	Verificar tonalidad, intensidad y parámetros de impresión.
Se coloca el adhesivo de montaje en el cilindro.	20 min	15 min	Modificar las variables del proceso según lo obtenido.
Selección y preparación del cliché.	20 min		
Montaje del cliché a la máquina.	20 min		
Montaje del rodillo Anilox.	20 min		
Retirar las mangueras, bombas y piñones.	20 min		
Retirar los cilindros portaclichés.	15 min		
Retirar y revisar los clichés.	20 min		
Limpiar las mangueras, bombas y piñones.	45 min		
Limpiar los cilindros portaclichés.	45 min		
Limpiar los clichés.	15 min		
Tranpostar los clisses al almacén.	5 min		
Almacenar los clisses.	10 min		
Revisar los rodillos y cintas transportadoras.	20 min		
Limpiar los rodillos y cintas transportadoras.	50 min		
Limpiar los elementos de transmisión de entintado.	50 min		
Revisar el estado de las cuchillas.	15 min		
Cerrar las estaciones portaclichés.	20 min		
Transportar los rodillos al almacén.	5 min		
Almacenar los rodillos.	10 min		
Dejar secar los soportes impresos.	60 min		
Transportar la mercadería al siguiente proceso o almacén.	20 min		

**Fuente.** Elaboración propia

## Análisis ECSR

Después de reconocer y separar las actividades internas y externas, se procede a realizar un análisis ECSR, el cual básicamente consistió en analizar cada actividad del DAP, y determinar qué tipo de acción se tomará para su mejora.

**Cuadro 27.** DAP después de la mejora

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS									
PROCESO: IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA DE BOBINAS DE PLÁSTICO									
MÉTODO:									
	<input type="checkbox"/>	ACTUAL		<input checked="" type="checkbox"/>	PROPUESTO				
ACTIVIDADES	DAP					ANÁLISIS ECRS			
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE	ELIMINAR	COMBINAR	REARREGLAR	SIMPLIFICAR
Preparación de arranque de máquina.	●								
Revisión de la orden de producción.			●						●
Selección y matizado de tintas.	●							●	
Selección y preparación de los aditivos.	●							●	
Inspeccionar la calidad de los materiales.			●			●			
Selección y preparación del cilindro portacliché.	●					●		●	
Montaje del cilindro portacliché a la máquina.	●								
Selección y preparación del cliché.	●							●	
Montaje del cliché a la máquina.	●								
Regulación de mecanismos de fijación.				●			●		
Ajuste de calibración del sistema.				●			●		
Selección y preparación del adhesivo	●							●	
Se coloca el adhesivo de montaje en el cilindro.	●								
Ajuste de los equipos de tratamiento de la bobina.				●		●			
Ajuste de los mecanismos de tiro, cilindros de transferencia, piezas y cuchillas				●					
Montaje del rodillo Anilox.	●								
Revisar en control de las bombas de tinta.			●			●			
Impresión de las primeras muestras.	●								
Control de la impresión obtenida con la muestra autorizada.				●					
Verificar tonalidad, intensidad y parámetros de impresión.				●					
Modificar las variables del proceso según lo obtenido.				●					
Retirar las mangueras, bombas y piñones.	●								●
Retirar los cilindros portaclichés.	●								●
Retirar y revisar los clichés.	●								●
Limpiar las mangueras, bombas y piñones.	●								●
Limpiar los cilindros portaclichés.	●								●
Limpiar los clichés.	●								●
Tranpostar los clisses al almacén.		●				●			
Almacenar los clisses.					●	●			
Revisar los rodillos y cintas transportadoras.	●						●		
Limpiar los rodillos y cintas transportadoras.	●						●		
Limpiar los elementos de transmisión de entintado.	●								●
Revisar el estado de las cuchillas.			●			●			
Cerrar las estaciones portaclichés.	●								
Transportar los rodillos al almacén.		●					●		
Almacenar los rodillos.					●		●		
Dejar secar los soportes impresos.			●						
Transportar la mercadería al siguiente proceso o almacén.		●				●			
TOTAL	22	3	5	6	2				

Fuente. Elaboración propia

El siguiente paso, después de la determinación de las acciones a tomar con cada actividad improductiva se procede a realizar los cambios propuestos.

**Cuadro 28.** Identificación de actividades internas y externas que se deberán, eliminar, combinar, reaarreglar o simplificar.

ACTIVIDADES INTERNAS	T. PROMEDIO		ACTIVIDADES EXTERNAS
Preparación de arranque de máquina.	30 min	20 min	Regulación de mecanismos de fijación.
Revisión de la orden de producción.	10 min	25 min	Ajuste de calibración del sistema.
Selección y matizado de tintas.	45 min	15 min	Ajuste de los equipos de tratamiento de la bobina.
Selección y preparación de los aditivos.	30 min	20 min	Ajuste de los mecanismos de tiro, cilindros de transferencia, piezas y cuchillas
Inspeccionar la calidad de los materiales.	10 min	10 min	Revisar en control de las bombas de tinta.
Selección y preparación del cilindro portacliché.	15 min	5 min	Impresión de las primeras muestras.
Montaje del cilindro portacliché a la máquina.	30 min	10 min	Control de la impresión obtenida con la muestra autorizada.
Selección y preparación del adhesivo	15 min	30 min	Verificar tonalidad, intensidad y parámetros de impresión.
Se coloca el adhesivo de montaje en el cilindro.	20 min	15 min	Modificar las variables del proceso según lo obtenido.
Selección y preparación del cliché.	20 min		
Montaje del cliché a la máquina.	20 min		
Montaje del rodillo Anilox.	20 min		
Retirar las mangueras, bombas y piñones.	20 min		
Retirar los cilindros portaclichés.	15 min		
Retirar y revisar los clichés.	20 min		
Limpiar las mangueras, bombas y piñones.	45 min		
Limpiar los cilindros portaclichés.	45 min		
Limpiar los clichés.	15 min		
Tranpostar los clisses al almacén.	5 min		
Almacenar los clisses.	10 min		
Revisar los rodillos y cintas transportadoras.	20 min		
Limpiar los rodillos y cintas transportadoras.	50 min		
Limpiar los elementos de transmisión de entintado.	50 min		
Revisar el estado de las cuchillas.	15 min		
Cerrar las estaciones portaclichés.	20 min		
Transportar los rodillos al almacén.	5 min		
Almacenar los rodillos.	10 min		
Dejar secar los soportes impresos.	60 min		
Transportar la mercadería al siguiente proceso o almacén.	20 min		

#### Fase IV. Redefinir el proceso

El siguiente cuadro presenta la conversión de algunas actividades internas a externas, así como la eliminación de actividades improductivas innecesarias y la simplificación de otras actividades.

**Cuadro 29.** Actividades redefinidas.

ACTIVIDADES INTERNAS	T. PROMEDIO		ACTIVIDADES EXTERNAS
Preparación de arranque de máquina.	30 min	10 min	Regulación de mecanismos de fijación y ajuste de calibración del sistema.
Revisión de la orden de producción.	5 min	20 min	Ajuste de los mecanismos de tiro, cilindros de transferencia, piezas y cuchillas
Matizado de tintas.	20 min	5 min	Impresión de las primeras muestras.
Preparación de los aditivos.	10 min	10 min	Control de la impresión obtenida con la muestra autorizada.
Preparación del cilindro portacliché.	10 min	30 min	Verificar tonalidad, intensidad y parámetros de impresión.
Montaje del cilindro portacliché a la máquina.	30 min	15 min	Modificar las variables del proceso según lo obtenido.
Preparación del adhesivo	10 min	15 min	Limpiar los cilindros portaclichés.
Se coloca el adhesivo de montaje en el cilindro.	20 min	10 min	Limpiar los clichés.
Preparación del cliché.	10 min	10 min	Revisar los rodillos y cintas transportadoras.
Montaje del cliché a la máquina.	20 min	15 min	Limpiar los rodillos y cintas transportadoras.
Montaje del rodillo Anilox.	20 min	15 min	Limpiar los elementos de transmisión de entintado.
Retirar las mangueras, bombas y piñones.	10 min	15 min	Limpiar las mangueras, bombas y piñones.
Retirar los cilindros portaclichés.	10 min		
Retirar y revisar los clichés.	10 min		
Limpiar las mangueras, bombas y piñones.	15 min		
Cerrar las estaciones portaclichés.	20 min		
Dejar secar los soportes impresos.	60 min		

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se realizó la toma de tiempos de estas actividades por un periodo de 30 días después de la implementación de la mejora propuesta, utilizando los instrumentos establecidos (Fichas de observación) para medir los indicadores antes de la implementación.

**Cuadro 30.** Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED

REPORTE DE IMPRESIÓN: TIEMPO DE PARADAS DE MÁQUINA								
DÍA	IMPRESORA 1_2		IMPRESORA 3		IMPRESORA 4		TOTAL MENSUAL	
	T. PROD	T. PARADAS	T. PROD	T. PARADAS	T. PROD	T. PARADAS	T. PROD (A)	T. PARADAS (B)
Día 1	1440	136	1440	122	1440	125	1440	383
Día 2	1440	145	1440	132	1440	136	1440	413
Día 3	1440	129	1440	139	1440	149	1440	417
Día 4	1440	132	1440	132	1440	120	1440	384
Día 5	1440	136	1440	143	1440	142	1440	421
Día 6	1440	127	1440	124	1440	135	1440	386
Día 7	1440	138	1440	137	1440	145	1440	420
Día 8	1440	127	1440	132	1440	137	1440	396
Día 9	1440	132	1440	141	1440	125	1440	398
Día 10	1440	153	1440	139	1440	139	1440	431
Día 11	1440	132	1440	128	1440	147	1440	407
Día 12	1440	145	1440	134	1440	138	1440	417
Día 13	1440	129	1440	126	1440	122	1440	377
Día 14	1440	132	1440	122	1440	125	1440	379
Día 15	1440	143	1440	135	1440	131	1440	409
Día 16	1440	124	1440	145	1440	137	1440	406
Día 17	1440	125	1440	132	1440	140	1440	397
Día 18	1440	139	1440	153	1440	128	1440	420
Día 19	1440	132	1440	126	1440	172	1440	430
Día 20	1440	153	1440	132	1440	152	1440	437
Día 21	1440	122	1440	125	1440	145	1440	392
Día 22	1440	145	1440	139	1440	149	1440	433
Día 23	1440	139	1440	132	1440	132	1440	403
Día 24	1440	132	1440	120	1440	153	1440	405
Día 25	1440	143	1440	128	1440	124	1440	395
Día 26	1440	128	1440	135	1440	136	1440	399
Día 27	1440	132	1440	128	1440	128	1440	388
Día 28	1440	125	1440	153	1440	125	1440	403
Día 29	1440	132	1440	137	1440	139	1440	408
Día 30	1440	128	1440	143	1440	145	1440	416
<b>TOTAL MES</b>							43200	12170
<b>Indicador_Imp B/A</b>	PARADAS / PRODUCCIÓN						28%	

Fuente. Elaboración propia

Se registraron las paradas durante el proceso de impresión en un periodo de 30 días; del cuadro anterior se interpreta que el 28% del tiempo de producción corresponde al tiempo de las paradas de máquina.

**Cuadro 31.** Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED

**REPORTE DE IMPRESIÓN: DESPILFARRO POR TIEMPOS IMPRODUCTIVOS**

DÍA	IMPRESORA 1_2		IMPRESORA 3		IMPRESORA 4		TOTAL MENSUAL	
	T. PROD	T.A.I	T. PROD	T.A.I	T. PROD	T.A.I	T. PROD (A)	T.A.I (B)
Día 1	1440	128	1440	125	1440	123	1440	376
Día 2	1440	122	1440	115	1440	112	1440	349
Día 3	1440	118	1440	112	1440	120	1440	350
Día 4	1440	125	1440	115	1440	125	1440	365
Día 5	1440	120	1440	120	1440	128	1440	368
Día 6	1440	115	1440	115	1440	115	1440	345
Día 7	1440	114	1440	118	1440	127	1440	359
Día 8	1440	103	1440	118	1440	118	1440	339
Día 9	1440	120	1440	120	1440	120	1440	360
Día 10	1440	115	1440	112	1440	115	1440	342
Día 11	1440	112	1440	115	1440	112	1440	339
Día 12	1440	115	1440	120	1440	115	1440	350
Día 13	1440	120	1440	115	1440	120	1440	355
Día 14	1440	115	1440	118	1440	115	1440	348
Día 15	1440	118	1440	118	1440	118	1440	354
Día 16	1440	120	1440	120	1440	120	1440	360
Día 17	1440	115	1440	115	1440	125	1440	355
Día 18	1440	128	1440	127	1440	122	1440	377
Día 19	1440	129	1440	118	1440	118	1440	365
Día 20	1440	125	1440	125	1440	125	1440	375
Día 21	1440	120	1440	120	1440	120	1440	360
Día 22	1440	115	1440	115	1440	125	1440	355
Día 23	1440	117	1440	122	1440	122	1440	361
Día 24	1440	124	1440	129	1440	129	1440	382
Día 25	1440	102	1440	123	1440	125	1440	350
Día 26	1440	115	1440	120	1440	120	1440	355
Día 27	1440	112	1440	115	1440	115	1440	342
Día 28	1440	106	1440	120	1440	117	1440	343
Día 29	1440	118	1440	118	1440	118	1440	354
Día 30	1440	112	1440	115	1440	122	1440	349
<b>TOTAL MES</b>							43200	10682
<b>Indicador_Imp B/A</b>	T.A.I (Tiempo de actividades improductivas) / PRODUCCIÓN						25%	

Fuente. Elaboración propia

Se registraron los tiempos y merma obtenida por actividades improductivas, durante el proceso de impresión; del cuadro anterior se interpreta que el 25% del tiempo de producción corresponde al tiempo de actividades improductivas y el 7% de la producción total corresponde a la merma.

**Cuadro 32 .** Ficha de observación: Variable Independiente, Técnica SMED

**REPORTE DE IMPRESIÓN: DESPILFARRO POR TIEMPOS IMPRODUCTIVOS**

DÍA	IMPRESORA 1_2		IMPRESORA 3		IMPRESORA 4		TOTAL MENSUAL	
	PRODUCIDO	MERMA	PRODUCIDO	MERMA	PRODUCIDO	MERMA	PRODUCIDO ( A)	MERMA (B)
Día 1	1289	102	1498	117	1582	107	4369	326
Día 2	1253	82	1178	159	1239	118	3670	359
Día 3	1324	94	1273	104	1326	113	3923	311
Día 4	1276	107	1233	112	1157	98	3666	317
Día 5	1429	112	1045	118	1239	106	3713	336
Día 6	1392	102	1120	117	1425	85	3937	304
Día 7	1523	96	1178	108	1538	94	4239	298
Día 8	1276	82	1168	102	1511	107	3955	291
Día 9	1157	94	1293	82	1426	122	3876	298
Día 10	1285	107	1382	94	1157	107	3824	308
Día 11	1521	111	1157	107	1299	92	3977	310
Día 12	1276	79	1542	94	1543	114	4361	287
Día 13	1382	92	1428	107	1239	102	4049	301
Día 14	1311	114	1273	93	1528	96	4112	303
Día 15	1239	94	1532	85	1245	82	4016	261
Día 16	1167	106	1510	96	1178	94	3855	296
Día 17	1262	91	1372	114	1492	98	4126	303
Día 18	1328	87	1249	94	1239	103	3816	284
Día 19	1239	89	1467	107	1437	43	4143	239
Día 20	1524	82	1428	122	1393	94	4345	298
Día 21	1622	94	1623	102	1239	107	4484	303
Día 22	1239	107	1426	82	1327	122	3992	311
Día 23	1334	112	1157	94	1422	43	3913	249
Día 24	1562	97	1239	107	1239	81	4040	285
Día 25	1273	83	1322	112	1524	103	4119	298
Día 26	1298	72	1263	84	1622	95	4183	251
Día 27	1492	89	1632	93	1239	82	4363	264
Día 28	1239	105	1382	102	1321	99	3942	306
Día 29	1189	87	1036	76	1273	106	3498	269
Día 30	1593	96	1273	81	1062	92	3928	269
<b>TOTAL MES</b>							120434	8835
<b>Indicador_Imp B/A</b>	MERMA / PRODUCIDO						7%	

Fuente. Elaboración propia

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Análisis Descriptivo

Se analiza los resultados obtenidos del antes y el después. Se especificarán los primeros resultados obtenidos al aplicar la Metodología de Investigación.

**Variable Independiente: Técnica SMED**

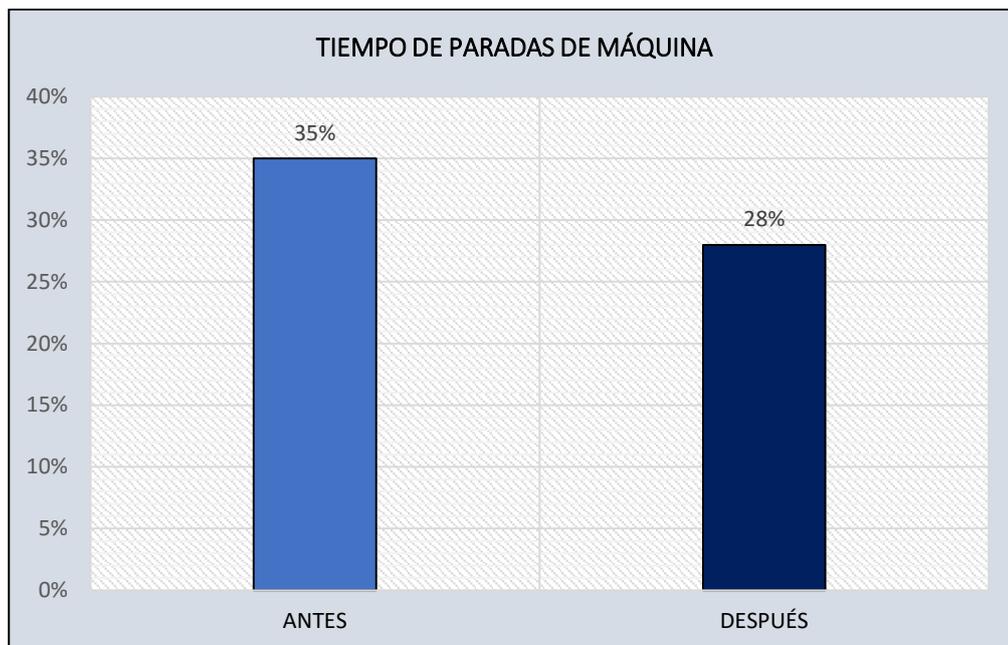
**DIMENSIÓN 1:**

Operaciones Externas

**INDICADOR 1:**

Tiempo de Paradas de Máquina

**Gráfico 16.** Tiempo de paradas de máquina / tiempo de producción real



**Fuente.** Elaboración propia

Antes de la implementación, considerando las 12 horas de cada turno de trabajo durante los 7 días de la semana se tiene un tiempo total de producción de 43200 minutos durante todo el mes, se obtuvo que 15,326 eran minutos perdidos por paradas de máquina, el cual correspondía a un 35% del tiempo total de producción.

Después de la implementación se puede observar que la cantidad de minutos por paradas de máquina disminuye a un 28% del tiempo total de producción,

correspondiente a solo 12,170 minutos de paradas con las mejoras realizadas. Para este cálculo se consideró el mismo tiempo de producción.

## DIMENSIÓN 2:

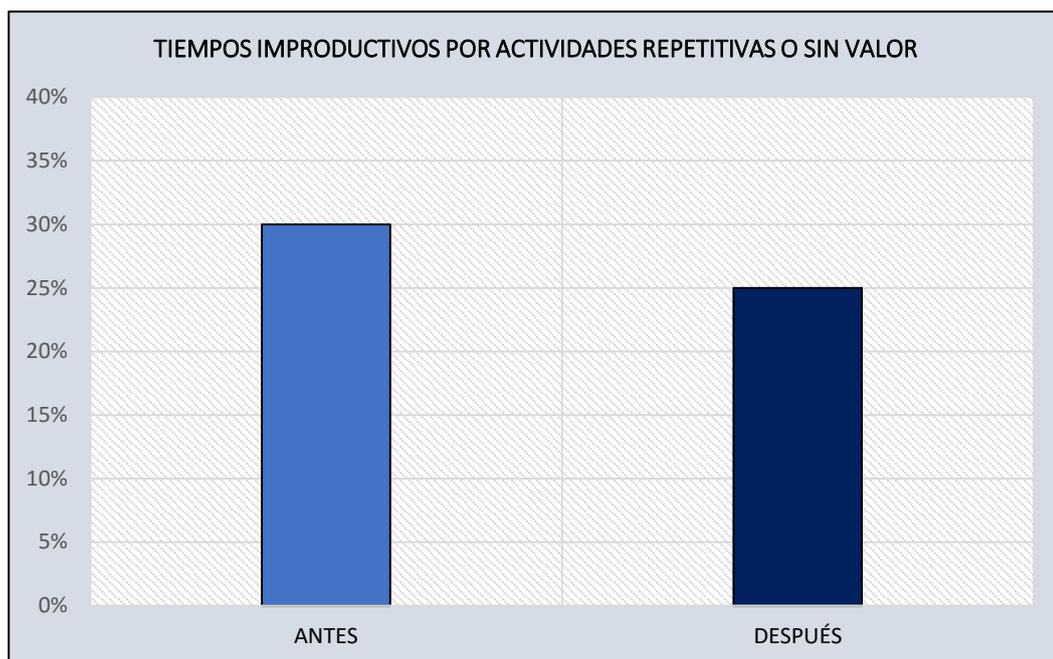
Operaciones Internas

## INDICADOR 2:

Despilfarro por Tiempos Improductivos

## TIEMPO

**Gráfico 17.** Tiempo de actividades improductivas/ tiempo de producción real



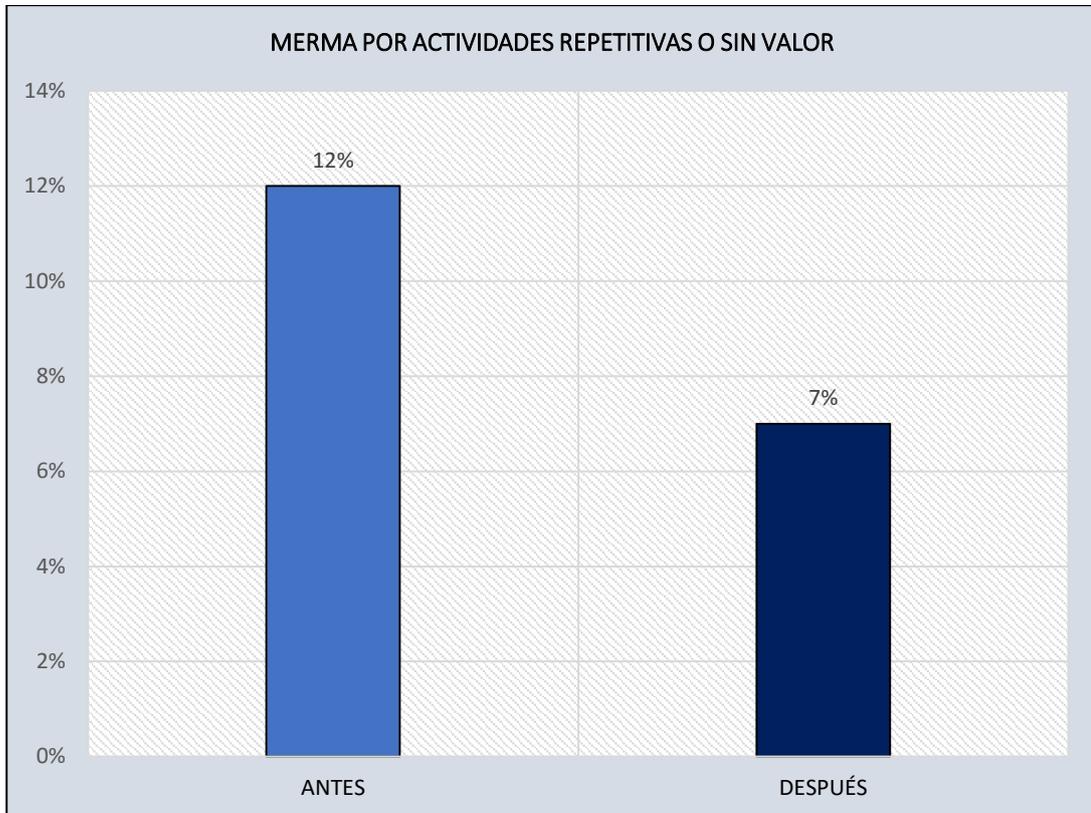
**Fuente.** Elaboración propia

Antes de la implementación, considerando las 12 horas de cada turno de trabajo durante los 7 días de la semana se tiene un tiempo total de producción de 43200 minutos durante todo el mes, se obtuvo que 12,753 eran minutos perdidos por paradas de máquina, el cual correspondía a un 30% del tiempo total de producción.

Después de la implementación se puede observar que la cantidad de minutos por actividades improductivas disminuye a un 25% del tiempo total de producción, correspondiente a solo 10682 minutos con las mejoras realizadas. Para este cálculo se consideró el mismo tiempo de producción.

## MERMA

**Gráfico 18.** Tiempo de paradas de máquina / tiempo de producción real



**Fuente.** Elaboración propia

Antes de la implementación, considerando las 12 horas de cada turno de trabajo durante los 7 días de la semana se tiene un tiempo total de producción de 43200 minutos durante todo el mes, se obtuvo una producción total de 96, 479 kg, del cual 12009 kg corresponde a la cantidad de merma resultante del proceso de impresión.

De esta manera, interpretamos en el gráfico como el 12% del total de la producción del mes es solo merma.

Después de la implementación se puede observar que la cantidad de merma resultante del proceso disminuye a un 7% del total de producción, correspondiente a solo 8,835 kg con las mejoras realizadas. Para este cálculo se consideró el mismo tiempo de producción.

**Cuadro 33.** Cuadro de la base de datos antes de la implementación.

ENERO															
FECHA	Día	a		b		c			d				e	f	Productividad (e*f)
		Producción Programada		Producción Real (lotes)		Tiempo teórico de producción			Tiempo de Producción						
		#	kg	#	kg	Tiempo programado	Tiempo de cambio de formato	Tiempo de Producción Real	Tiempo de OI	Tiempo de OE	Tiempo de cambio de formato				
M	4/1/17	1	4	1200	2	600	720	840	892	439	396	700	0.98	0.50	0.49
J	5/1/17	2	4	1200	2	600	720	840	840	510	431	941	0.88	0.50	0.44
V	6/1/17	3	4	1200	3	900	720	840	840	500	401	901	0.90	0.75	0.67
S	7/1/17	4	4	1200	2	600	720	840	910	528	445	700	0.97	0.50	0.48
L	9/1/17	5	4	1200	3	900	720	840	910	502	414	916	0.85	0.75	0.64
M	10/1/17	6	4	1200	3	900	720	840	778	517	412	929	0.91	0.75	0.69
M	11/1/17	7	4	1200	3	900	720	840	778	457	454	911	0.92	0.75	0.69
J	12/1/17	8	4	1200	3	900	720	840	778	486	425	911	0.92	0.75	0.69
V	13/1/17	9	4	1200	3	1050	720	840	920	501	433	934	0.84	0.75	0.63
S	14/1/17	10	4	1200	3	1050	720	840	778	479	442	921	0.92	0.75	0.69
L	16/1/17	11	4	1200	3	1050	720	840	778	526	415	941	0.91	0.75	0.68
M	17/1/17	12	4	1200	3	1050	720	840	778	501	434	935	0.91	0.75	0.68
M	18/1/17	13	4	1200	2	700	720	840	778	509	401	910	0.92	0.50	0.46
J	19/1/17	14	4	1200	2	700	720	840	892	529	425	954	0.85	0.50	0.42
V	20/1/17	15	4	1200	3	1050	720	840	840	504	449	953	0.87	0.75	0.65
S	21/1/17	16	4	1200	3	1050	720	840	840	527	422	949	0.87	0.75	0.65
L	23/1/17	17	4	1200	2	700	720	840	778	548	423	971	0.89	0.50	0.45
M	24/1/17	18	4	1200	3	1050	720	840	778	532	432	964	0.90	0.75	0.67
M	25/1/17	19	4	1200	2	700	720	840	778	534	418	952	0.90	0.50	0.45
J	26/1/17	20	4	1200	3	1050	720	840	892	508	427	935	0.85	0.75	0.64
V	27/1/17	21	4	1200	3	1050	720	840	840	539	433	972	0.86	0.75	0.65
S	28/1/17	22	4	1200	3	1050	720	840	840	501	426	927	0.88	0.75	0.66
L	30/1/17	23	4	1200	2	700	720	840	870	518	404	922	0.87	0.50	0.44
M	31/1/17	24	4	1200	3	1050	720	840	930	509	455	964	0.82	0.75	0.62
M	1/2/17	25	4	1200	3	1050	720	840	778	510	417	927	0.91	0.75	0.69
J	2/2/17	26	4	1200	3	1050	720	840	880	519	399	918	0.87	0.75	0.65
V	3/2/17	27	4	1200	2	700	720	840	778	533	422	955	0.90	0.50	0.45
S	4/2/17	28	4	1200	3	1050	720	840	778	533	409	942	0.91	0.75	0.68
L	6/2/17	29	4	1200	2	700	720	840	778	516	452	968	0.89	0.50	0.45
M	7/2/17	30	4	1200	2	700	720	840	778	511	437	948	0.90	0.50	0.45
			4		2.63								0.89	0.66	0.59

Fuente. Elaboración propia

**Cuadro 34.** Cuadro de la base de datos después de la implementación

ABRIL															
FECHA	Día	a		b		c		d				e	f	Productividad (e*f)	
		Producción Programada		Producción Real (lotes)		Tiempo teórico de producción		Tiempo de Producción							
		#	kg	#	kg	Tiempo programado	Tiempo de cambio de formato	Tiempo de Producción Real	Tiempo de OI	Tiempo de OE	Tiempo de cambio de formato				
L	3/4/17	1	5 2000	5	1600	900	900	1060	383	376	759	0.99	1.00	0.99	
M	4/4/17	2	5 2100	6	1920	900	900	1080	413	349	762	0.98	1.20	1.17	
M	5/4/17	3	5 2150	5	1600	900	900	1080	417	350	767	0.97	1.00	0.97	
J	6/4/17	4	5 1900	5	1600	900	900	1080	384	365	749	0.98	1.00	0.98	
V	7/4/17	5	5 2050	4	1280	900	900	1100	421	368	789	0.95	0.80	0.76	
S	8/4/17	6	5 2000	5	1600	900	900	1080	386	345	731	0.99	1.00	0.99	
L	10/4/17	7	5 2100	4	1280	900	900	1080	420	359	779	0.97	0.80	0.77	
M	11/4/17	8	5 2150	4	1280	900	900	1100	396	339	735	0.98	0.80	0.78	
M	12/4/17	9	5 2000	4	1280	900	900	1080	398	360	758	0.98	0.80	0.78	
J	13/4/17	10	5 2000	6	1920	900	900	1080	431	342	773	0.97	1.20	1.17	
V	14/4/17	11	5 2000	5	1600	900	900	1100	407	339	746	0.98	1.00	0.98	
S	15/4/17	12	5 2100	5	1600	900	900	1080	417	350	767	0.97	1.00	0.97	
L	17/4/17	13	5 2150	4	1280	900	900	1100	377	355	732	0.98	0.80	0.79	
M	18/4/17	14	5 1800	5	1600	900	900	1080	379	348	727	1.00	1.00	1.00	
M	19/4/17	15	5 2100	4	1280	900	900	1100	409	354	763	0.97	0.80	0.77	
J	20/4/17	16	5 2050	5	1600	900	900	1080	406	360	766	0.98	1.00	0.98	
V	21/4/17	17	5 1950	6	1920	900	900	1100	397	355	752	0.97	1.20	1.17	
S	22/4/17	18	5 2000	4	1280	900	900	1080	420	377	797	0.96	0.80	0.77	
L	24/4/17	19	5 2000	6	1920	900	900	1100	430	365	795	0.95	1.20	1.14	
M	25/4/17	20	5 2150	5	1600	900	900	1100	437	375	812	0.94	1.00	0.94	
M	26/4/17	21	5 1650	4	1280	900	900	1080	392	360	752	0.98	0.80	0.79	
J	27/4/17	22	5 2000	4	1280	900	900	1080	433	355	788	0.96	0.80	0.77	
V	28/4/17	23	5 1900	5	1600	900	900	1080	403	361	764	0.98	1.00	0.98	
S	29/4/17	24	5 2000	5	1600	900	900	1080	405	382	787	0.96	1.00	0.96	
L	2/5/17	25	5 2100	4	1280	900	900	1080	395	350	745	0.99	0.80	0.79	
M	3/5/17	26	5 1850	4	1280	900	900	1095	399	355	754	0.97	0.80	0.78	
M	4/5/17	27	5 1750	6	1920	900	900	1110	388	342	730	0.98	1.20	1.17	
J	5/5/17	28	5 2000	6	1920	900	900	1075	403	343	746	0.99	1.20	1.19	
V	6/5/17	29	5 2000	5	1600	900	900	1080	408	354	762	0.98	1.00	0.98	
S	7/5/17	30	5 1850	4	1280	900	900	1080	416	349	765	0.98	0.80	0.78	
			5.00		4.80							0.97	0.96	0.94	

**Fuente.** Elaboración propia

### 3.2. Análisis Inferencial

La estadística inferencial sirve para estimar parámetros y probar hipótesis.

#### 3.2.1. Análisis de la hipótesis general

H<sub>a</sub>: La implementación de la técnica SMED aumenta la productividad del área Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk. En caso la cantidad de datos sea > 30 se usaría el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Así mismo, para la aplicación de la prueba correcta

Paramétrico – Paramétrico = Prueba de T Student

Paramétrico – No Paramétrico = Prueba de Wilcoxon

No Paramétrico – No Paramétrico = Wilcoxon

**Cuadro 35.** Prueba de normalidad de Productividad con Shapiro Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	,261	30	,000	,772	30	,000
PRODUCTIVIDAD DESPUES	,238	30	,000	,846	30	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia

Del cuadro, se puede verificar que la significancia de las productividades, antes es 0.000 y después 0.001, dado que la productividad antes es menor

que 0.05 y la productividad después también es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general

$H_0$ : La implementación de la técnica SMED no aumenta la productividad del área Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C.

$H_a$ : La implementación de la técnica SMED aumenta la productividad del área Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

**Cuadro 37.** Comparación de medias de productividad antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PRODCUTIVIDAD ANTES	30	,5869	,10615	,42	,69
PRODUCTIVIDAD DESPUES	30	,9343	,14733	,76	1,18

**Fuente.** Elaboración propia

Del cuadro, ha quedado demostrado que la media de la productividad antes (0.5869) es menor que la media de la productividad después (0.9343), por consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación de la implementación de la técnica SMED no aumenta la productividad del área Impresión, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación de la implementación de la técnica SMED aumenta la productividad del área Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

**Cuadro 38.** Estadísticos de prueba de Wilcoxon para Productividad

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	PRODUCTIVIDAD DESPUES - PRODCUTIVIDAD ANTES
Z	-4,782 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000
a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo	
b. Se basa en rangos negativos.	

**Fuente.** Elaboración propia

Del cuadro, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de la implementación de la técnica SMED no aumenta la productividad del área Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C

### 3.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica

Ha: La implementación de la Técnica SMED aumenta la eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

**Cuadro 39.** Prueba de normalidad de Productividad con Shapiro Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA ANTES	,119	30	,200 <sup>*</sup>	,967	30	,471
EFICIENCIA DESPUES	,141	30	,133	,957	30	,253
* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors.						

**Fuente.** Elaboración propia

Del cuadro, se puede verificar que la significancia de las eficiencias, antes es 0.471 y después 0.253, dado que la eficiencia antes es mayor que 0.05 y la eficiencia después también es mayor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de T Student.

Contrastación de la primera hipótesis específica

H<sub>0</sub>: La implementación de la Técnica SMED no aumenta la eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

H<sub>a</sub>: La implementación de la Técnica SMED aumenta la eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C

**Cuadro 40.** Comparación de medias de productividad antes y después con T Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
P ar 1	EFICIENCIA ANTES	,8931	30	,03476	,00635
	EFICIENCIA DESPUES	,9743	30	,01244	,00227

**Fuente.** Elaboración propia

Del cuadro, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia antes (0.8931) es menor que la media de la eficiencia después (0.9343), por consiguiente no se cumple H<sub>0</sub>:  $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación de la implementación de la técnica SMED no aumenta la eficiencia del área Impresión, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación de la implementación de la técnica SMED aumenta la eficiencia del área Impresión en la empresa Contómteros Especiales S.A.C.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el *p*<sub>valor</sub> o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficiencias.

**Cuadro 41.** Estadísticos de prueba de T Student para la Eficiencia

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
EFICIENCIA ANTES - EFICIENCIA DESPUES	-,08121	,03253	,00594	-,09335	-,06906	-13,674	29	,000

Fuente. Elaboración propia

Del cuadro, se puede verificar que la significancia de la prueba de T Student, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de la Técnica SMED aumenta la eficiencia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

### 3.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica (Eficacia)

$H_a$ : La implementación de la Técnica SMED aumenta la eficacia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

A fin de poder contrastar la segunda hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la eficacia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

**Cuadro 42.** Prueba de normalidad de Eficacia con Shapiro Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA ANTES	,406	30	,000	,612	30	,000
EFICACIA DESPUES	,253	30	,000	,796	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia

Del cuadro, se puede verificar que la significancia de las eficacias, antes y después es de 0,000, dado que la eficiencia antes es menor que 0.05 y la eficiencia después también es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

Contrastación de la segunda hipótesis específica

H<sub>0</sub>: La implementación de la Técnica SMED no aumenta la eficacia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

H<sub>a</sub>: La implementación de la Técnica SMED aumenta la eficacia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

**Cuadro 43. Comparación de medias de eficacia antes y después con Wilcoxon**

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA ANTES	30	,6583	,12253	,50	,75
EFICACIA DESPUÉS	30	,9600	,15222	,80	1,20

Fuente. Elaboración propia

Del cuadro, ha quedado demostrado que la media de la eficacia antes (0.5869) es menor que la media de la eficacia después (0.9343), por consiguiente no se cumple H<sub>0</sub>:  $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación de la implementación de la técnica SMED no aumenta la eficacia del área de Impresión, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación de la implementación de la técnica SMED aumenta la eficacia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficacias.

Regla de decisión:

Si  $\rho_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $\rho_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Cuadro 44.** Estadísticos de prueba de Wilcoxon para Eficacia

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	<b>EFICACIA DESPUÉS - EFICACIA ANTES</b>
<b>Z</b>	-4,814 <sup>b</sup>
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,000
a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo	
b. Se basa en rangos negativos.	

**Fuente.** Elaboración propia

Del cuadro, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de la implementación de la Técnica SMED aumenta la eficacia del área de Impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C.

### 3.2.4 Análisis económico de factibilidad

#### Análisis económico

El análisis económico para la implementación de la mejora nos indica si disponemos del capital en efectivo o de créditos de financiamiento para invertir en el desarrollo del proyecto, por lo cual debe probarse que sus beneficios son superiores a sus costos del proyecto, tales ingresos y costos únicamente del proyecto se reflejan en el flujo de caja proyectado.

El análisis económico de factibilidad económica incluye análisis de costos y beneficios.

#### **Coeficiente Beneficio / Costo (B/C)**

El índice ó beneficio/costo se obtiene de la suma del flujo total de los beneficios o ingresos entre la sumatoria del flujo de los costos y se determina en la siguiente formula:

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Flujo Total de los Ingresos}}{\text{Flujo Total de los Egresos}}$$

- Si el coeficiente BC > 1 el proyecto se considera rentable
- Si el coeficiente BC = o cercano a 1 el proyecto es postergado
- Si el coeficiente BC < 1 el proyecto no es aceptado

Calculando:

$$B/C = \frac{\text{Flujo Total de los Ingresos}}{\text{Flujo Total de los Egresos}}$$

$$B/C = \frac{\text{S/ } 92,532.00}{\text{S/ } 72,649.00} = 1.27$$

Se considera que el proyecto de mejora es rentable ya que el coeficiente B/C > 1

**Cuadro 45.** Análisis económico de la implementación

CONCEPTOS	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA IPLEMENTACIÓN										TOTAL
	AÑO 2016					AÑO 2017					
	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO		
<b>COSTOS</b>											
3.Capacitación											
3.1.Capacitación del SGC	-	-	-	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 50.00	-	-	-		
3.2.Capacitación de las 9's	-	-	-	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 50.00	-	-	-		
3.3.Capacitación de la técnica SMED	-	-	-	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 50.00	-	-	-	S/ 450.00	
4.Aplicación (Ordenar limpiar y organizar)											
4.1.Reemplazar materiales dañados	-	-	-	-	S/ 6,000.00	-	-	-	S/ 6,000.00		
4.2.Rodillos	-	-	-	-	S/ 5,000.00	-	-	-	S/ 5,000.00		
4.3.Cuchillas	-	-	-	-	S/ 2,000.00	-	-	-	S/ 2,000.00		
4.4.Cilindro de solvente	-	-	-	-	S/ 3,000.00	-	-	-	S/ 3,000.00		
4.5.Cambio de ácidos	-	-	-	-	S/ 5,000.00	-	-	-	-		
4.6.Mantenimiento de máquinas (h-h)	-	-	-	-	S/ 8,000.00	-	-	-	S/ 8,000.00	S/ 53,000.00	
5.Aplicación de la técnica SMED											
5.1.Merma por aprendizaje	-	-	-	-	-	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 1,000.00		
5.2.Reestructuración del área de clisses	-	-	S/ 2,500.00	-	-	-	-	-	-		
5.2.Reestructuración del área de rodillos	-	-	-	S/ 3,000.00	-	-	-	-	-		
5.3.Señalización en el área de trabajo	-	-	-	-	S/ 200.00	-	-	-	-	S/ 14,200.00	
6.Recurso humano (Horas extras)											
6.1.El investigador (S/ 1000)	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 70.00	S/ 70.00	S/ 70.00	S/ 50.00		
6.2.Jefe de Producción	-	S/ 180.00	-	-	-	S/ 180.00	S/ 180.00	S/ 225.00	-		
6.3.Jefe de Pre-prensa (Diseño)	-	S/ 96.00	S/ 96.00	S/ 96.00	-	S/ 72.00	S/ 72.00	S/ 72.00	-		
6.4.Supervisores (3)	-	-	-	-	S/ 450.00						
6.5.Capacitador (SGC)	S/ 96.00	S/ 96.00	-	-	S/ 96.00	S/ 192.00	S/ 192.00	S/ 204.00	S/ 144.00	S/ 4,999.00	
<b>TOTAL</b>										S/ 72,649.00	
<b>BENEFICIOS</b>											
Cantidad de lotes producidos					S/8,736.00	S/7,728.00	S/9,408.00	S/12,600.00	S/11,760.00		
Tiempo ahorrado - Menor Setup					S/ 4,500.00	S/5,040.00	S/12,600.00	S/10,080.00	S/10,080.00		
<b>TOTAL</b>										S/ 92,532.00	
<b>B/C</b>											
TOTAL DE BENEFICIOS										S/ 92,532.00	
TOTAL DE COSTOS										S/ 72,649.00	
<b>INDICADOR</b>										<b>1.27</b>	

Fuente. Elaboración propia

## **IV. DISCUSIONES**

Los resultados que más resaltan del estudio titulado “Implementación de la técnica SMED para el aumento de la productividad del área de impresión en la empresa Contómetros Especiales S.A.C” se han contrastado con las investigaciones señaladas en el punto de trabajos previos las cuales incluyen a Sarango y Abad (2001).

- Mediante el análisis realizado en la productividad del área de impresión, obtuvimos en los resultados que se logra mejorar la productividad del área mediante la implementación de la técnica SMED, ya que las cifras indican que antes de la implementación el promedio de la productividad era de 0.59 y después de la implementación de la mejora propuesta el promedio de la productividad era de 0.94. Por ello podemos afirmar que se logra la mejora en el aumento de la productividad del área de impresión en un 59% mediante la implementación de la técnica SMED.

Se presentan coincidencias con la tesis de del Ing. Ind. Alaracón (2014) que se refiere en su investigación de “IMPLEMENTACIÓN DE OEE Y SMED COMO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING E UNA EMPRESA DEL SECTOR PLÁSTICO”, en la ciudad de Guayaquil.

Entre sus objetivos indica proponer un modelo de cálculo de la productividad y planificar su divulgación e implementación, mediante el estudio del OEE; proponer una herramienta que defina las causas de la baja productividad con el uso del SMED. El autor planteó en sus hipótesis obtener con la implementación un incremento de la productividad del 20% en relación al uso de la mano de obra y la obtención del producto terminado.

Las conclusiones del autor fue que el OEE calculado en el rendimiento anterior al uso de SMED como herramienta para cambio rápido arrojaba un valor de 28%, realizando todas las actividades de análisis y mejora dentro del trabajo de calibración de molde se consigue un incremento hasta llegar al 61.08%, teniendo 33.08% de incremento en la productividad

- Asimismo, mediante el análisis realizado en la eficiencia del área de impresión, obtuvimos en los resultados que se logra mejorar la eficiencia de del área de impresión mediante la implementación de la técnica SMED ya que las cifras indican que antes el promedio de la eficiencia del área de

impresión es de 0.89 y después de la implementación del promedio de eficiencia del área de impresión de 0.97. Por ello podemos afirmar que se logra la mejora en el aumento de la eficiencia del área de impresión en un 9% mediante la implementación de la técnica SMED.

Agregando a lo anterior Sarango y Abad (2001) presentó la investigación: **IMPLANTACIÓN DE SMED EN UN PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA EN LA EMPRESA EXPOPLAST C.A**”, en la ciudad de Guayaquil.

El objetivo fue utilizar la teoría y técnicas del SMED para realizar las operaciones de cambios de trabajo en el área de impresión de la empresa Expoplast C.A en menos de diez minutos. Luego de la aplicación del SMED, los autores concluyeron que al implementar el técnica SMED se logró la reducción de aproximadamente del 75% del tiempo tomado como estándar, por lo que el tiempo estándar final para un cambio de trabajo quedo fijado 1 hora con 26 minutos.

- Finalmente, mediante el análisis realizado en la eficacia del área de impresión, obtuvimos en los resultados que se logra mejorar la eficacia del área de impresión mediante la implementación de la técnica SMED ya que las cifras indican que antes el promedio de la eficacia del área de impresión es de 0.66 y después de la implementación del promedio de eficiencia del área de impresión de 0.86. Por ello podemos afirmar que se logra la mejora en el aumento de la eficiencia del área de impresión en un 30% mediante la implementación de la técnica SMED.

Por consiguiente, según, Minor (2014) en su investigación **“APLICACIÓN DE SMED EN UNA LÍNEA DE EMPAQUES DE FARMACOS”**.La investigación básicamente apunta a aumentar la fabricación de medicamentos de diferentes tipos. El objetivo principal fue reducir los tiempos de limpieza y ajustes en los cambios de formato menor en una línea de acondicionamiento de sólidos de la empresa de fármacos.

El autor concluyó que los tiempos de cambio de formato menor en la línea de acondicionamiento que se estudió fueron reducidos en un 52.4% con lo que se demuestra la eficacia de la metodología SMED.

## **V. CONCLUSIONES**

- Se concluye que mediante el análisis realizado en la productividad del área de impresión, obtuvimos en los resultados que se logra mejorar la productividad del área mediante la implementación de la técnica SMED, reduciendo los tiempos de cambio de formato de un tiempo promedio considerado como estándar, permitiendo así aumentar la capacidad de producción diaria y la disminución de los lotes para una mayor flexibilidad frente a la demanda y esto se puede observar ya que las cifras indican que antes de la implementación el promedio de la productividad era de 0.59 y después de la implementación de la mejora propuesta el promedio de la productividad era de 0.94. Por ello podemos afirmar que se logra la mejora en el aumento de la productividad del área de impresión en un 59% mediante la implementación de la técnica SMED.
- Se concluye que mediante el análisis realizado en la eficiencia del área de impresión, obtuvimos en los resultados que se logra mejorar la eficiencia de del área de impresión mediante la implementación de la técnica SMED ya que las cifras indican que antes el promedio de la eficiencia del área de impresión es de 0.89 y después de la implementación del promedio de eficiencia del área de impresión de 0.97. Por ello podemos afirmar que se logra la mejora en el aumento de la eficiencia del área de impresión en un 9% mediante la implementación de la técnica SMED.
- Se concluye que mediante el análisis realizado en la eficacia del área de impresión, obtuvimos en los resultados que se logra mejorar la eficacia del área de impresión mediante la implementación de la técnica SMED ya que las cifras indican que antes el promedio de la eficacia del área de impresión es de 0.66 y después de la implementación del promedio de eficiencia del área de impresión de 0.86. Por ello podemos afirmar que se logra la mejora en el aumento de la eficiencia del área de impresión en un 30% mediante la implementación de la técnica SMED.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda teniendo en cuenta la mejora obtenida en la productividad, continuar con la implementación de la técnica SMED como una mejora continua y filosofía de producción para inculcar en los trabajadores de la empresa una cultura de calidad y para así lograr la mejora del principal cuello de botella que es el proceso de impresión.
- Se recomienda en base a la eficiencia del área de impresión que al mejorar lograr incrementar el porcentaje de eficiencia con un 6% de mejora, que se tenga en cuenta todo lo aplicado y expandir la implementación de la técnica SMED progresivamente a toda la organización con el fin de llevar a la empresa a ser eficaz y eficiente.
- Se recomienda en base a la eficacia del área de impresión que al mejorar lograr incrementar el porcentaje de eficacia con un 31% de mejora, que se tenga en cuenta todo lo aplicado y expandir la implementación de la técnica SMED progresivamente a toda la organización con el fin de llevar a la empresa a ser eficaz y eficient

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALARCÓN, Andrés. Implementación de OEE y SMED como herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico. Tesis (Magister en Sistemas de producción y productividad). Ecuador: Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Industrial: s.n., 2014. págs. 15, 19, 120, 121.
- ÁLVAREZ, C. y DE LA JARA, P. Análisis y mejora de procesos en una empresa embotelladora de bebidas rehidratantes. Tesis (Ingeniera Industrial) Perú: Universidad Católica del Perú: 2012. Págs. 9, 102.
- CANO, E. y RODRIGUEZ, G. Propuesta de implementación de buenas prácticas de manufactura para el incremento de la rentabilidad en la empresa Kelkos .E.I.R.L. Tesis (Ingeniero Industrial) Trujillo: Universidad privada del Norte: 2014. Págs.. 8, 172. 173.
- DEL VIGO, I. y VILLANUEVA, J. Reduccion de tiempos de fabricación con el sistema SMED. *Tecnica Industrial*. España : s.n., 2009, págs. 35-37.
- HUMPIRE, H. Análisis y mejora de la productividad para reducir los costos en una industria papelera. Tesis (Ingeniero Industrial) Arequipa: 2015. Págs. 10, 113.
- MINOR, Oscar. Tesis “Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaques de fármacos” Tesis (Licenciado de Ingeniería Industrial). México: Universidad Nacional Autónoma de México: 2014. Págs. 10, 113, 114.
- RAMOS, E. y VENTO. G. Propuesta de mejora en el área de producción sólidos para un laboratorio farmacéutico. Tesis (Ingeniero Industrial) Perú: Universidad Católica del Perú: 2013. Págs. 2, 10, 84.
- ROJAS, L. y CORTÉZ, C. Aplicación de la SMED para el cambio de bobina de semielaborado en una máquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa papeles nacionales S.A. Tesis (Ingeniero Industrial) Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira: 2014. Págs. 11, 70.
- SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. 5ta. México : Mc Graw Hill, 2010. págs. 28, 85, 176, 287, 293. ISBN: 978-607-15-0291-8.

- SARANGO, F. y ABAD, J. Implantación del SMED en un proceso de Impresión Flexográfica. Tesis (Ingeniero Mecánico y Licenciado en Ciencias de la Producción). Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral: 2001. Págs. 9, 10, 11.
- SHINGO, SHIGEO. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. . [trad.] Andrew Dillon. New York : s.n., 1985. ISBN: 0-915299-03-8.
- TORRES, Rubén. Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica. Tesis (Ingeniero Industrial) Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Monterrico: 2014. Págs. 8, 9, 128, 129.
- VASQUEZ, David. Propuesta de un plan para la aplicación de la técnica SMED en el área de construcción de llantas de camión radial de la empresa continental Tire Andina S.A. Tesis (Ingeniero Industrial) Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana: 2011. Págs. 6, 7, 123, 124.

## GLOSARIO

- **SMED:** Single Minute Exchange of Die
- **ISO:** International Organization for Standardization
- **SAP:** Sistemas, Aplicaciones y Procesos.  
Sistema, programa o software para integrar los procesos de una empresa.
- **PNC:** Producto no conforme
- **NC:** Nota de crédito
- **OEE:** Overall Equipment Effectiveness
- **Polietileno:** Polímero preparado a partir del etileno, que se emplea en la fabricación de envases, tuberías, recubrimientos de cables, etc.
- **PEBD:** Polietileno de baja densidad
- **PEAD:** Polietileno de alta densidad
- **BOPP:** Polipropileno biorientado
- **Aditivos:** Sustancia que se agrega a otras para darles cualidades que carecen y mejorar las que poseen.
- **Anilox:** Rodillo regulador de tinta utilizado en impresión flexográfica.
- **Check list:** Lista de Verificación.
- **Clisses:** Un fotopolímero es una sustancia sintética que sufre un cambio en sus propiedades. Placa que es utilizada como molde para cada color a imprimir en flexografía.

## **ANEXOS**

Anexo1. Fotos de las impresoras

IMPRESORA 4



IMPRESORA 3



IMPRESORA 1 / 2



## Anexo2. Reporte de Control de la Producción de Impresión

<b>COESAC</b> <small>Contómetros Especiales S.A.C.</small>	CONTROL DE PRODUCCIÓN DE IMPRESIÓN										SGC-R-PR-IM-001		Fecha:	
											VERSIÓN: 01		14 09 16	

Máquina <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">02</span>																			
		PEDIDO O TRABAJO		PRODUCCION (Kilogramos)	TIEMPOS EN PROCESO (*)				PARADAS										
Datos Generales		Nº	Descripción		Regulación	Producción	Tiempos (*)				Motivos				Descripción y Observaciones				
							1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
TURNO 1			Panetoncito NAVIDEÑO	53,0	—	3,0	1,0				15				Apoyo IMD-3, en cambio.				
H. Inicio 07:00																			
H. Fin 19:00		16003903	PAN DE MOLDE BENNY	233,75	2,0	4,0	1,0	0,25	0,75		8	14	11						
Maquinista																			
Ayudante																			
Nº Trabajos		2	Subtotales	286,75	2,0	7,0				3,0									
												EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO							
												Orden	B	Limpieza	B	Calidad impresión	B	Vº Bº Maquinista: <u>Jaime</u>	
																	Vº Bº Supervisor: <u>[Signature]</u>		

TURNO 2																			
H. Inicio 7 PM																			
H. Fin 7 PM		16004117	Disol para goble HOSA	221,95	0,75	8,0	0,75	1,00	0,50	1,00	8	15	10	11					
Maquinista																			
Ayudante																			
Nº Trabajos		1	Subtotales	221,95	0,75	8				3,25									
												EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO							
												Orden	B	Limpieza	B	Calidad impresión	B	Vº Bº Maquinista: <u>[Signature]</u>	
																	Vº Bº Supervisor: <u>[Signature]</u>		

Nº Trabajos		3	Subtotales	221,95	2,75	15,0	6,25
-------------	--	---	------------	--------	------	------	------

(\*) Los tiempos deben ser considerados en sistema decimal:  
 15 min = 0.25    30 min = 0.50    45 min = 0.75    60 min = 1.00

MOTIVOS DE PARADA	1	Aprobación cliente	7	Pre-prensa - cises	13	Tintas - Faltas	19	Cambio sellados y cuchillas
	2	Calza con cinta unión	8	Pre-prensa - montaje	14	Tintas - Matizados	20	Cambios an'ox
	3	Mantenimiento	9	Programación	15	Otros (Especificar)		
	4	Maquina Falle	10	Aprobación interna	16	Limpieza cises		
	5	Materiales - defecto	11	Refrigerio	17	Falta Personal		
	6	Materiales - falta	12	Limpieza An'ox	18	Montaje Programado		

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Supervisor de Producción

↓

LEYENDA	
B	Bueno
M	Malo

### Anexo3. Reporte de Inspección de Impresión

 Contómetros Especiales S.A.C.	REPORTE DE INSPECCION - IMPRESIÓN	SGC-R-CC-IM-001
		VERSION: 02

ORDEN DE PRODUC.: _____	CLIENTE: _____
LINEA: _____	PRODUCTO: _____
VENDEDOR: _____	DESCRIPCIÓN: _____
ORDEN EXTRUSION: _____	

#### ESPECIFICACIONES

MATERIAL:	RODILLO:	MAQUINA:
-----------	----------	----------

	PULG	mm	TOLE. (mm) +-				
ANCHO MAT:				Nº REPETICIONES:	GRAMAJE TOTAL (g/m2)	± %	NUEVO <input type="radio"/>
FRECUENCIA:				Nº BANDAS:	Nº COLORES:		ESTÁNDAR <input type="radio"/>
ANCHO DE BANDA:				Nº CARAS:	LINEA DE CORTE: SI	<input type="radio"/>	MODIFICADO: <input type="radio"/>
CANTIDAD (Kg):	<b>kg</b>	GRAMAJE DE TINTA (g/m2):				CAMBIO:	

TIPO DE IMPRESIÓN:	EXTERNA <input type="radio"/>	INTERNA <input type="radio"/>	SENTIDO:		DESTINO:	LAM. <input type="radio"/>	CORT. <input type="radio"/>	SELL. <input type="radio"/>
ORDEN EXTRUSION:						ALMACEN <input type="radio"/>	REBOB. <input type="radio"/>	

#### CONTROL DE BOBINAS

FECHA: \_\_\_\_\_ TURNO : \_\_\_\_\_ SUPERVISOR : \_\_\_\_\_ MAQUINISTA: \_\_\_\_\_

Nº BOBINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SCOTCH											
REGISTRO											
SCRATCH											
TONALIDAD											
FRECUENCIA (mm)											
GRAMAJE (g/m2)											
RESIS. FROTE											
TERMO. TINTA											
CONDICIÓN SANITARIA											

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

PROCESO : APROBADO  OBSERVADO  NO CONFORME  FIRMA S. CALIDAD \_\_\_\_\_

#### SHECK LIST

ESTANDAR	<input type="radio"/>	DISEÑO	<input type="radio"/>	COLORES	<input type="radio"/>
ORDEN PROD.	<input type="radio"/>	MEDIDAS	<input type="radio"/>	TRATAMIENTO	<input type="radio"/>
TIP. IMPRESIÓN	<input type="radio"/>	MATERIAL	<input type="radio"/>	SENTIDO EMBOBINADO	<input type="radio"/>
TINTAS	<input type="radio"/>				

### Anexo4. Programa de Impresión Diaria

PROGRAMACION DE MAQUINAS										REVISADO: JP		# 000000		
										APROBADO RD		# 000000		
										FECHA DE PROGRAMACION:		17/10/2016		
MAQUINA:			IMPRESORA N° 3											
OP	FECHA DE INGRESO	O/P EXTRUSION	CLIENTE	PRODUCTO	ESTADO	RODILLO	MAT	TIPO IMP	LINEA	CANTIDAD (KG)	Estado de Material	PR OC	AVANCE	
16004584	17/09/2016	STOCK	PUMA CRUZ MARLENY	PANETON BAMBINI	ESTANDAR	33 CM	CAST	INTERNA	LAMINA CAST CRISTAL 930 MM X 20 MICRAS	80	STOCK	P		
16004792	23/09/2016	STOCK	CORPORACION PARWA EIRL	PANETON PARWA	NUEVO	32 CM	CAST	INTERNA	LAMINA CAST CRISTAL 930 MM X 20 MICRAS	85	STOCK	P		
16004845	06/10/2016	STOCK	MORE FERNANDO MERCEDES	SIKA FORTE FRAGUA ESPECIAL	MODIFICADO	51 CM	BOPP	INTERNA	LAMINA BOPP CRISTAL 400 MM X 20 MICRAS	120		P		
			CALSA PERU SAC	PANETON CALSA ECUADOR										
16004183	31/08/2016	STOCK	CALSA PERU SAC	BOLSA NAVIDEÑAS ZIPLOCK (VERDE)	ESTANDAR	33 CM	CAST	INTERNA	LAMINA CAST CRISTAL 930 MM X 20 MICRAS	200	STOCK	P		
16004847	07/10/2016	16004846	MORE JUAREZ JUAN JOSE	PORCELANA ULTRATEBS	ESTANDAR	51 CM	BAJA DENSIDAD	EXTERNA	LAMINA PEBD CRISTAL 400 MM X 54 GR/M2	450	T-4	P		
16004353	13/09/2016	STOCK	COMERCIALIZADORA AR LA CASA DE CHANTILLY	LA CASA DE CHANTILLY	ESTANDAR	33 CM	CAST	INTERNA	LAMINA CAST CRISTAL 930 MM X 20 MICRAS	110	STOCK	P		
16004150	02/09/2016	16004151	FLEXY IMPRESS EIRL	FORDAN JEANS NUEVO	ESTANDAR	32 CM	BAJA DENSIDAD	EXTERNA	LAMINA PEBD BLANCO 883 MM X 42.23 GR/M2	410	T-2	P		
16004300	10/09/2016	16004301	ENVASES SELECTOS EIRL	TORRINO PIONONO X 12 UND	ESTANDAR	51 CM	POLIPROPILENO	EXTERNA	MANGA PPP CRISTAL 432 MM X 28 GR/M2	200	T-3	P		
16004302	10/09/2016	STOCK	ENVASES SELECTOS EIRL	TORRES KEKE X 12 UND	ESTANDAR	56 CM	POLIPROPILENO	EXTERNA	LAMINA PPP CRISTAL 36" X 1.4	255		P		
16004297	09/09/2016	16004296	PANIFICADORA Y PASTELERIA KARIELY SRL	CHANCAY KARIELY	ESTANDAR	32 CM	BAJA DENSIDAD	EXTERNA	LAMINA PEBD CRISTAL 930 MM X 30.5 GR/M2	370	T-2	P		
16004329	13/09/2016	16004330	ENVASES SELECTOS EIRL	TORRES GAILLETA	ESTANDAR	36 CM	BAJA DENSIDAD	EXTERNA	MANGA PEBD CRISTAL 508 MM X 37.54 GR/M2	340	T-3	P		
16004327	13/09/2016	16004328	ENVASES SELECTOS EIRL	CHAMPA FRESA X 40 UND	ESTANDAR	51 CM	POLIPROPILENO	EXTERNA	MANGA PPP CRISTAL 381 MM X 27.66 GR/M2	160	T-3	P		
16004325	13/09/2016	16004326	ENVASES SELECTOS EIRL	TORRES GAILLETA DE AGUA	ESTANDAR	41 CM	POLIPROPILENO	EXTERNA	LAMINA PPP CRISTAL 558.8 MM X 27.66 GR/M2	240	T-3	P		
16004376	14/09/2016	16004376	GRUPO ESMII SAC	COSTA BLANCA 1 KG P/M	ESTANDAR	46 CM	BAJA DENSIDAD	EXTERNA	LAMINA PEBD CRISTAL 330.2 X 46.92 GR/M	430	T-8	P		
16004536	21/09/2016	16004535	INVERSIONES VARGAS FIGUEROA EIRL	SAL VARSAL PIMESA 1 KG	ESTANDAR	46 CM	BAJA DENSIDAD	TIRA Y RETIRA	MANGA PEBD CRISTAL 457 MM X 42.23 GR/M2	200	T-2	P		
16004533	21/09/2016	16004534	INVERSIONES VARGAS FIGUEROA EIRL	SAL VARSAL PIC 500 GR	MODIFICADO	35 CM	BAJA DENSIDAD	TIRA Y RETIRA	MANGA PEBD CRISTAL 406 MM X 42.23 GR/M2	350	T-4	P		
16004531	21/09/2016	16004532	INVERSIONES VARGAS FIGUEROA EIRL	SAL VARSAL PIC 1 KG	MODIFICADO	46 CM	BAJA DENSIDAD	TIRA Y RETIRA	MANGA PEBD CRISTAL 457 MM X 46.92 GR/M2	1100	T-10	P		

## Anexo5. Check List del área de Impresión



Maquinista: \_\_\_\_\_ Máquina: \_\_\_\_\_ Fecha: ...../...../.....

Diseño: \_\_\_\_\_ O/P: \_\_\_\_\_

### LISTA DE VERIFICACIÓN IMPRESIONES - FLEXOGRAFIA

#### 1.- SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL (SPV. Y MAQUINISTA)

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recipientes tapados con identificación.          | <input type="checkbox"/> Equipos de protección personal completo   |
| <input type="checkbox"/> Funcionan las paradas de emergencia.             | <input type="checkbox"/> Verificación de no fugas en máquina.      |
| <input type="checkbox"/> Guardas de protección en su lugar.               | <input type="checkbox"/> Verificación de instalaciones eléctricas. |
| <input type="checkbox"/> Verificación de personal nuevo (menor a 3 meses) |  |

#### 2.- DOCUMENTACIÓN (SPV. Y MAQUINISTA, MONTAJISTA)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> STD del proceso y Hoja Técnica.      | <input type="checkbox"/> EDAG de O/P _____  |
| <input type="checkbox"/> Patrón de color.                     | <input type="checkbox"/> EDAG de Arte _____                                       |
| <input type="checkbox"/> Arte                                 | <input type="checkbox"/> Nro. Pistas en O/P y planchas.                           |
| <input type="checkbox"/> O/P y Reporte de Control de Calidad. | <input type="checkbox"/> Tipo de tela a usar.                                     |
| <input type="checkbox"/> E/M vs EDAG                          | <input type="checkbox"/> Verificación y autorización de uso de saldos de otra O/P |

#### 3.- PRECAMBIO (MAQUINISTA)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Secuencia de colores.   | <input type="checkbox"/> Material para producción |
| <input type="checkbox"/> Revisión de cámaras armada.<br>NOTA: verificar estado de cuchillas y sellos | <input type="checkbox"/> Tipo de tinta a usar     |
| <input type="checkbox"/> Anilox limpio.  | <input type="checkbox"/> Guía de tintas.          |
| <input type="checkbox"/> Bobinas para regulación.  | <input type="checkbox"/> Adaptadores              |

#### 4.- ARRANQUE Y PRODUCCIÓN (JEFE DE TURNO, SPV, MAQUINISTA Y COLORISTA):

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Condiciones del proceso.             | <input type="checkbox"/> Tambor limpio.                 |
| <input type="checkbox"/> Revisión del diseño sobre metalizado | <input type="checkbox"/> Sentido de embobinado y taca.  |
| <input type="checkbox"/> Colores.                             | <input type="checkbox"/> Tono de tinta igual al patrón. |
| <input type="checkbox"/> Medidas.                             | <input type="checkbox"/> Textos.                        |

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

FIRMAS:

\_\_\_\_\_  
Maquinista

\_\_\_\_\_  
SPV Turno

\_\_\_\_\_  
Firma Autorizada de  
asignación de material  
de otra OP

## Anexo6. Encuesta de Satisfacción al cliente

 <small>Contómetros Especiales S.A.C.</small>	ENCUESTA DE SERVICIO AL CLIENTE	SGC-R-CO-00-003
		VERSION: 01

EMPRESA \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

	Totalmente en Desacuerdo	En Desacuerdo	Termino Medio	De acuerdo	Totalmente de Acuerdo
FUERZA DE VENTAS					
1.- El Ejecutivo de Ventas, solicita oportunamente mis problemas y requerimientos.	1	2	3	4	5
2.- Las visitas efectuadas por el Ejecutivo de Ventas son oportunas y adecuadas en número.	1	2	3	4	5
ACCESIBILIDAD TELEFONICA					
3.- Es facil comunicarse con la persona que usted requiere					
> Ejecutivo de Ventas	1	2	3	4	5
> Gerente de Ventas	1	2	3	4	5
> Jefe de Aseguramiento de Calidad	1	2	3	4	5
DOCUMENTOS					
4.- Recibo de Coesac oportuna y correctamente los documentos como: Factura, Cotización, certif. de Origen, nota de credito, informe de Analisis.	1	2	3	4	5
RECLAMOS					
5.- Coesac resuelve oportunamente mis problemas y reclamos que puedan presentarse sobre producto y servicios.	1	2	3	4	5
TRANSPORTE					
6.- El transportista que me entrega los productos cumple adecuadamente con mis requisitos tecnicos y de seguridad.	1	2	3	4	5
SERVICIO AL CLIENTE					
7.- Recibo de Coesac una asistencia tecnica oportuna y adecuada, para resolver mis problemas e inquietudes.	1	2	3	4	5
ENTREGAS Y DESPACHO					
8.- Recibo los producto puntualmente.	1	2	3	4	5
9.- El cumplimiento de entrega en cantidades acordadas es adecuado.	1	2	3	4	5
10.- Recibo los productos de acuerdo a las especificaciones acordadas.	1	2	3	4	5

SUGERENCIAS:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

NOMBRE :

\_\_\_\_\_

CARGO:

\_\_\_\_\_

FIRMA:

\_\_\_\_\_



## Anexo8. Ficha propuesta de inspección de merma

FICHA DE INSPECCIÓN DIARIA DE MERMA		
<p><b>TURNO:</b></p> <p><b>SUPERVISOR:</b></p> <p><b>FECHA:</b></p> <p><b>MAQ. IMPRESORA:</b></p> <p><b>CLIENTE:</b></p> <p><b>PRODUCTO:</b></p>		
DOCUMENTO	DATOS	CANTIDAD
	Orden de producción:	
<b>Orden de pedido</b>	Cantidad solicitada:	
<b>Programación de impresión</b>	Cantidad planificada:	
<b>Orden de extrusión</b>	Cantidad extruída:	
<b>Control de producción</b>	Cantidad impresa:	
<b>Inspección de producción</b>	Cantidad de merma o no autorizada:	

## Anexo9. Acta de reunión

 <b>COESAC</b> <small>Comedores Especiales S.A.C.</small>	<h3 style="margin: 0;">ACTA DE REUNIÓN</h3>	SGC-R-SG-00-015 <hr/> VERSIÓN: 01
--	---	--------------------------------------

<p><b>ACTA DE REUNION</b></p> <p>N°:</p> <p>FECHA:</p> <p>HORA:</p> <p>DURACIÓN:</p> <p><b>ASISTENTES:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th style="width: 70%;">NOMBRE</th> <th style="width: 30%;">ASISTENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	NOMBRE	ASISTENCIA																					<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">                     Revisión por la Dirección <input type="checkbox"/> </td> <td style="width: 50%;">                     Comité o Reunión de Área <input checked="" type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>                     Seguimiento KPI's <input type="checkbox"/> </td> <td>                     Coordinación <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>                     Seguimiento de Objetivos <input type="checkbox"/> </td> <td>                     Otros <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>A BUNTO:</b></td> <td> </td> </tr> <tr> <td><b>CONVOCADO POR:</b></td> <td> </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th style="width: 50%;">NOMBRE</th> <th style="width: 50%;">ASISTENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Revisión por la Dirección <input type="checkbox"/>	Comité o Reunión de Área <input checked="" type="checkbox"/>	Seguimiento KPI's <input type="checkbox"/>	Coordinación <input type="checkbox"/>	Seguimiento de Objetivos <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	<b>A BUNTO:</b>		<b>CONVOCADO POR:</b>		NOMBRE	ASISTENCIA																				
NOMBRE	ASISTENCIA																																																						
Revisión por la Dirección <input type="checkbox"/>	Comité o Reunión de Área <input checked="" type="checkbox"/>																																																						
Seguimiento KPI's <input type="checkbox"/>	Coordinación <input type="checkbox"/>																																																						
Seguimiento de Objetivos <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>																																																						
<b>A BUNTO:</b>																																																							
<b>CONVOCADO POR:</b>																																																							
NOMBRE	ASISTENCIA																																																						

<b>RESUMEN DE TEMA S TRATADO S</b> (En lo posible, debe estar alineado con la agenda)

<b>ACUERDO S GENÉRICO S</b> (Completar en caso aplique)

TAREA S (Completar en caso aplique)	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE	ESTADO (*)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

(\*) Comido en fecha (CEF), comido fuera de fecha (CFP), En ejecución (EEJ), Pendiente (PEN), Anulado (ANU), Reprogramado (REP).

**Nota:** Agradecemos me hagan llegar sus comentarios y observaciones en el plazo de 48 horas a la recepción de la presente acta, transcurrido ese periodo estaremos cerrando su forma y contenido.

## Anexo10. Turnitin

Implementación de la Técnica SMED para aumentar la productividad del área de impresión de la empresa Contómetros Especiales S.A.C, Los Olivos, 2017

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>%24</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>%23</b> FUENTES DE INTERNET	<b>%1</b> PUBLICACIONES	<b>%14</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b><a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a></b> Fuente de Internet	<b>%2</b>
<b>2</b>	<b><a href="http://dspace.udla.edu.ec">dspace.udla.edu.ec</a></b> Fuente de Internet	<b>%1</b>
<b>3</b>	<b><a href="http://intranet.cip.org.pe">intranet.cip.org.pe</a></b> Fuente de Internet	<b>%1</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Señor de Sipan</b> Trabajo del estudiante	<b>%1</b>
<b>5</b>	<b><a href="http://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a></b> Fuente de Internet	<b>%1</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Católica de Santa María</b> Trabajo del estudiante	<b>%1</b>
<b>7</b>	<b><a href="http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe">www.repositorioacademico.usmp.edu.pe</a></b> Fuente de Internet	<b>%1</b>
<b>8</b>	<b><a href="http://plusformacion.com">plusformacion.com</a></b> Fuente de Internet	<b>%1</b>

## **VALIDACIÓN DE EXPERTOS**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE INDEPENDIENTE: TÉCNICA SMED**

DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSION 1: ACTIVIDADES INTERNAS</b>							
Tiempo de paradas de máquina							
Tiempo de producción real X 100	/		/		/		
<b>DIMENSION 2: ACTIVIDADES EXTERNAS</b>							
Tiempo de operaciones repetitivas o sin valor X 100							
Tiempo de producción real	/		/		/		
Cantidad de merma por act. repetitivas o sin valor X 100	/		/		/		
Producción real							

 Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

 Opinión de aplicabilidad:  Aplicable [ ]  Aplicable después de corregir [ ]  No aplicable [ ]

 Apellidos y nombres del juez validador. DNI: Sunohara Ramirez Percy DNI: 40608754

 Especialidad del validador: Ing Industrial ASE Dirección IE
22 de 4 del 2017

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es correcto, exacto y preciso.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

  
**Percy Sunohara Ramirez**  
 Magister en Organización I  
 Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD**

DIMENSIONES / ítems		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 3: EFICIENCIA</b>								
Tiempo teórico de producción	X 100							
Tiempo de producción real + T. de cambio de formato		/		/		/		
<b>DIMENSIÓN 4: EFICACIA</b>								
Total de lotes producidos	X 100							
Producción programada		/		/		/		

 Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI 100%

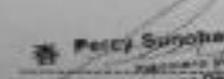
 Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable** [x]    **Aplicable después de corregir** [ ]    **No aplicable** [ ]

 Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Sunohara Ramírez Percy    DNI: 40608759

 Especialidad del validador: Ing. Indust. MSc. Director IT
22 de 6 del 2017

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>**Claridad:** Su enuncie sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



**Percy Sunohara Ramírez**  
 Magister en Dirección IT  
 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE INDEPENDIENTE: TECNICA SMED

DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSION 1: ACTIVIDADES INTERNAS</b>							
Tiempo de paradas de máquina							
Tiempo de producción real X 100	✓		✓		✓		
<b>DIMENSION 2: ACTIVIDADES EXTERNAS</b>							
Tiempo de operaciones repetitivas o sin valor X 100							
Tiempo de producción real	✓		✓		✓		
Cantidad de merma por act. repetitivas o sin valor X 100							
Producción real							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

*Suficiencia*

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: *Dr. José María Durand*    DNI: *08698815*

Especialidad del validador: *M/E INDUSTRIAL*

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

*[Firma]*  
 de *22* de *6* del 2017  
 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

DIMENSIONES / ítems		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSION 3: EFICIENCIA</b>								
Tiempo teórico de producción	X 100	✓		✓		✓		
Tiempo de producción real + T. de cambio de formato								
<b>DIMENSIÓN 4: EFICACIA</b>								
Total de lotes producidos	X 100	✓		✓		✓		
Producción programada								

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

*Suficiencia*

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [  ]   Aplicable después de corregir [  ]   No aplicable [  ]

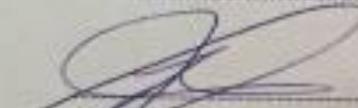
Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: *Dr. JOSE CARLOS DURANT*   DNI: *02112815*

Especialidad del validador: *ING. INDUSTRIAL*

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

*22* de *6* del 2017



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE INDEPENDIENTE: TECNICA SMED

DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSION 1: ACTIVIDADES INTERNAS</b>							
Tiempo de paradas de máquina							
Tiempo de producción real X 100	✓		✓		✓		
<b>DIMENSION 2: ACTIVIDADES EXTERNAS</b>							
Tiempo de operaciones repetitivas o sin valor X 100							
Tiempo de producción real			✓		✓		
Cantidad de merma por act. repetitivas o sin valor X 100	✓		✓		✓		
Producción real							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

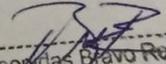
Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Leopoldo Bravo Rojas    DNI: 08638386

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL, MBA, Dr

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

22.00 de            del 2017

  
 Ing. Leopoldo Bravo Rojas  
 CIP 176108  
 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

DIMENSIONES / ítems		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSION 3: EFICIENCIA</b>								
Tiempo teórico de producción	X 100							
Tiempo de producción real + T. de cambio de formato		✓		✓		✓		
<b>DIMENSIÓN 4: EFICACIA</b>								
Total de lotes producidos	X 100							
Producción programada		✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable    Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

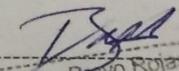
Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: LEONIDAS BRAVO ROJAS   DNI: 08638246

Especialidad del validador: ING INDUSTRIAL, MSc, Dr

22 de 00 del 2017

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma del Experto Informante.  
 Dr. MBA