



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del SMED para mejorar la productividad en la línea de
producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Arcela Huamanchay, Christian Luis (ORCID: 0000-0001-6372-8750)

ASESORA:

Dra. Sánchez Ramírez, Luz Graciela (ORCID: 0000-0002-2308-4281)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios, por guiarme e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. Asimismo, a mis padres, por el apoyo, paciencia y consejos que me brindan para seguir adelante.

Agradecimiento

A mis padres y hermanos por su apoyo constante y por ser el motor e inspiración que ayudan a trazar mi camino. Asimismo, a mi asesora, la Dra. Luz Sánchez, que con su amplia experiencia y conocimiento me oriento a realizar con éxito mi tesis.

Índice de contenidos

Índice de tablas	V
Índice de gráficos y figuras.....	VII
Resumen.....	VIII
Abstract.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA.....	34
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	35
3.2 Variables y operacionalización	37
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	39
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.5 Procedimientos.....	43
3.6 Método de análisis de datos	44
3.7 Aspectos éticos	45
IV. RESULTADOS	46
V. DISCUSIÓN.....	107
VI. CONCLUSIONES.....	112
VII. RECOMENDACIONES	114
REFERENCIAS.....	116
ANEXOS	123

Índice de tablas

Tabla 1. Causas que generan la baja productividad en la línea de producción de reglas...	8
Tabla 2. Cuadro de problemas principales.....	10
Tabla 3. Validez de instrumento por juicio de expertos de la Universidad Cesar Vallejo ..	42
Tabla 4. Grado de confiabilidad	43
Tabla 5. Cartera de productos de la empresa	51
Tabla 6. Lista de artículos de Artesco S.A.	52
Tabla 7. Maquinarias y herramientas para el proceso productivo	53
Tabla 8. Causas y frecuencias de la baja productividad en la empresa Artesco S.A.	57
Tabla 9. Tiempo observado del proceso de cambio de molde (pre test)	58
Tabla 10. Tareas internas – externas del proceso de cambio de molde	61
Tabla 11. Tareas de preparación interna (pre test)	63
Tabla 12. Tiempo de tarea de preparación interna (pre test)	64
Tabla 13. Tiempo mejorado (pre test)	64
Tabla 14. Datos eficiencia, eficacia y productividad antes de aplicar SMED	66
Tabla 15. Criterios para elección de metodología	67
Tabla 16. Ponderación de criterio	68
Tabla 17. Calificación de opciones por criterio de rentabilidad	68
Tabla 18. Calificación de opciones por criterio de tiempo de implementación	69
Tabla 19. Calificación de opciones por criterio de complejidad	69
Tabla 20. Calificación de opciones por criterio de conocimiento requerido	69
Tabla 21. Resumen de calificación de opción por cada criterio	70
Tabla 22. Calificación total de opción por criterio ponderado	70
Tabla 23. Cronograma de actividades de la aplicación del SMED	71
Tabla 24. Separar tareas internas y externas con aplicación de SMED	73
Tabla 25. Convertir tareas internas en externas con aplicación de SMED	75
Tabla 26. Tareas internas y externas a mejorar	78
Tabla 27. Mejora de las tareas internas y externas	79
Tabla 28. Tareas internas y externas mejoradas	80
Tabla 29. Tiempo observado del proceso de cambio de molde (post test)	82
Tabla 30. Porcentaje de tareas de preparación interna (post test)	83
Tabla 31. Tiempo de tarea de preparación interna (post test)	83
Tabla 32. Tiempo mejorado (post test)	84

Tabla 33. Datos eficiencia, eficacia y productividad después de aplicar SMED	85
Tabla 34. Costos para la aplicación del SMED	86
Tabla 35. Tareas de preparación interna antes – después	86
Tabla 36. Tiempo de tarea de preparación antes – después	87
Tabla 37. Tiempo mejorado antes – después	88
Tabla 38. Eficiencia antes – después	89
Tabla 39. Cuadro estadístico de la dimensión eficiencia	90
Tabla 40. Cuadro descriptivo de la dimensión eficiencia	91
Tabla 41. Eficacia antes – después	92
Tabla 42. Cuadro estadístico de la dimensión eficacia	93
Tabla 43. Cuadro descriptivo de la dimensión eficacia	94
Tabla 44. Productividad antes – después	95
Tabla 45. Cuadro estadístico de la variable dependiente productividad	96
Tabla 46. Cuadro descriptivo de la variable dependiente productividad	97
Tabla 47. Criterios para la elección de estadístico	98
Tabla 48. Criterio para la prueba de normalidad	98
Tabla 49. Resumen de procesamiento de casos de la eficiencia antes y después	98
Tabla 50. Prueba de normalidad de la dimensión eficiencia antes y después	99
Tabla 51. Regla de decisión de datos paramétricos de la eficiencia antes y después	99
Tabla 52. Resumen de procesamiento de casos de la eficacia antes y después	99
Tabla 53. Prueba de normalidad de la dimensión eficacia antes y después	100
Tabla 54. Regla de decisión de datos paramétricos de la eficacia antes y después	100
Tabla 55. Resumen de procesamiento de casos de la productividad antes y después ..	100
Tabla 56. Prueba de normalidad de la variable productividad antes y después	101
Tabla 57. Regla de decisión de datos paramétricos de la productividad antes y después	101
Tabla 58. Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis general	102
Tabla 59. Prueba de muestras relacionadas de la hipótesis general	102
Tabla 60. Regla de decisión de prueba de hipótesis	103
Tabla 61. Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica	103
Tabla 62. Prueba de muestras relacionadas de la hipótesis específica	104
Tabla 63. Regla de decisión de prueba de hipótesis	104
Tabla 64. Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica	105
Tabla 65. Prueba de muestras relacionadas de la hipótesis específica	105

Tabla 66. Regla de decisión de prueba de hipótesis	106
--	-----

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Distribution of global Plastics production – Mundo Plast (2019).....	2
Figura 2. Consumo de plásticos por habitante kg / hab - “Sociedad Nacional de Industrias – Comité de Plásticos” (2016).....	4
Figura 3. Organigrama de la empresa Artesco S.A.....	5
Figura 4. Diagrama de operación de proceso de fabricación de regla 30.....	7
Figura 5. Diagrama de Ishikawa (Análisis Causa – Efecto) de la empresa Artesco S.A.....	9
Figura 6. Diagrama de Pareto de las causas que afectan la línea de regla 30.....	11
Figura 7. Mapa de ubicación de la empresa Artesco S.A.....	48
Figura 8. Organigrama de la empresa Artesco S.A.....	50
Figura 9. Diagrama de Operaciones del Proceso de la fabricación de reglas 30 cm irrompible	56
Figura 10. Instructivo de colocar un molde de la empresa Artesco S.A.....	59
Figura 11. Cambio de molde de manera empírica.....	60
Figura 12. Desorden de herramientas y repuestos.....	60
Figura 13. Tareas de preparación interna.....	87
Figura 14. Tiempo de tarea de preparación.....	87
Figura 15. Tiempo de mejora.....	88
Figura 16. Porcentaje de promedio de eficiencia.....	89
Figura 17. Porcentaje de eficiencia antes – después.....	90
Figura 18. Porcentaje de promedio de eficacia.....	92
Figura 19. Porcentaje de eficacia antes – después.....	93
Figura 20. Porcentaje de promedio de productividad.....	95
Figura 21. Porcentaje de productividad antes – después.....	96

Resumen

La tesis Aplicación del SMED para mejorar la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019, cuyo objetivo fue determinar en qué medida la aplicación del SMED mejora la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019.

La presente tesis fue de tipo aplicada, nivel descriptivo y explicativo, el enfoque de la investigación fue de tipo cuantitativa, respecto al diseño de la investigación fue experimental de tipo cuasi experimental, el alcance temporal fue longitudinal, la población de este estudio estuvo conformada por un molde de regla de 30 evaluado en 16 semanas antes y después; por último, la muestra seleccionada es igual a la población.

El resultado dio valores que incrementó la productividad en un 13%, de igual modo el incremento de la eficiencia en un 7% y la eficacia en un 7%, en la empresa Artesco S.A. El cual conlleva a una discusión y conclusión con coherencia, llegando a los objetivos planteados.

La tesis concluyó que al aplicar el SMED en el proceso de cambio de molde se hará uso de tres dimensiones, separar tareas internas y externas, convertir tareas internas en externas y mejorar las tareas.

Palabras clave: SMED, Molde, Productividad, Eficiencia, Eficacia.

Abstract

The thesis Application of the SMED to improve productivity in the production line of rules in the company Artesco S.A. 2019, whose objective was to determine to what extent the application of the SMED improves productivity in the production line of rules in the company Artesco S.A. 2019.

The present thesis was of an applied type, descriptive and explanatory level, the focus of the research was of a quantitative type, regarding the research design it was experimental of a quasi-experimental type, the temporal scope was longitudinal, the population of this study was made up of a rule of 30 mold evaluated in 16 weeks before and after; finally, the selected sample is equal to the population.

The result gave values that increased productivity by 13%, in the same way the increase in efficiency by 7% and efficiency by 7%, in the company Artesco S.A. Which leads to a coherent discussion and conclusion, reaching the stated objectives.

The thesis concluded that when applying SMED in the mold change process, three dimensions will be used, separating internal and external tasks, converting internal tasks into external ones and improving tasks.

Keywords: SMED, Mold, Productivity, Efficiency, Efficacy.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

La industria del plástico a nivel mundial se ha caracterizado por ser una actividad en ascenso por ello tiene un nivel el cual alcanza cifras de producción elevadas con miras a seguir creciendo, así lo mencionó la organización Greenpeace (s.f.): “La producción total de plástico en 2016 alcanzó los 335 millones de toneladas. Se estima que en 2020 se superarán los 500 millones de toneladas anuales” (párr. 1). La organización manifestó que en 4 años aproximadamente la producción del plástico en el mundo tendrá un crecimiento del 49%, ello muestra la gran competencia en el mercado y lo mucho que está creciendo el uso de dicho material.

Dentro de esto, el continente asiático es el mayor productor de plástico con un 50.1% obteniendo solos la mitad de toda la producción, (productores de materia prima, transformadores de material, recicladores y fabricantes de máquinas), según cifras indicadas por la revista Mundo Plast (2019): “En este continente destaca el papel de liderazgo jugado por China que concentró el 29.4% de la producción mundial. Japón se situó en segundo lugar con un 3.9%” (párr. 3). La revista indicó como el continente asiático lleva una gran ventaja con respecto al resto del planeta con más de la mitad de producción y mostró a su mayor representante en producción que es China.

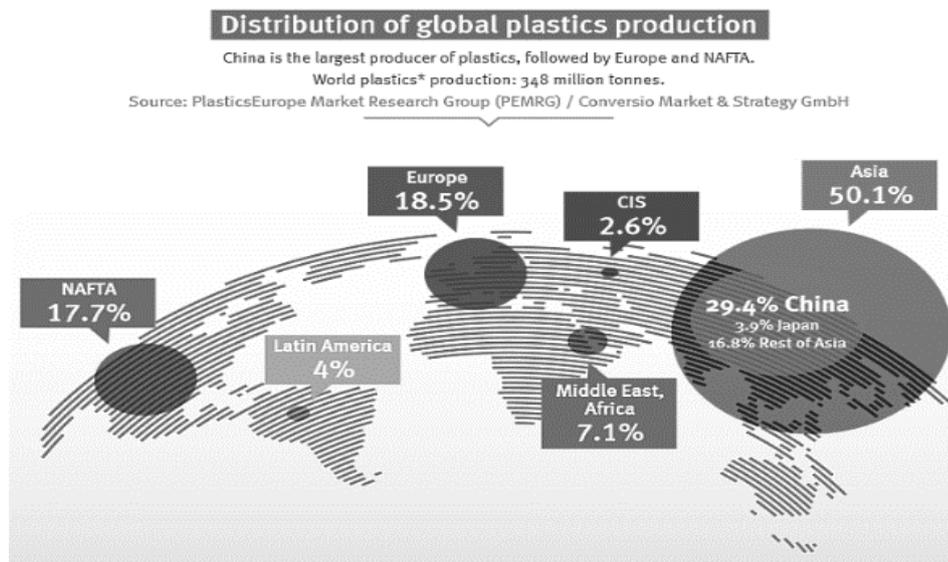


Figura 1. Distribution of global Plastics production – Mundo Plast (2019)

Esto nos muestra que la industria del plástico se encuentra en una intensa competencia, por ello una de las principales preocupaciones que muestran las

empresas, es la productividad, alcanzarla y mantenerla es la lucha constante. La exigencia de la competitividad ha generado que las empresas no solo se preocupen en tener la mejor tecnología y equipos modernos, si no que busquen diversos métodos para mejorarla. Esto se da a través de un mejor manejo en el procedimiento de trabajo para reducir tiempos improductivo, así la producción se mantiene en su nivel estándar. Es así como en la actualidad las empresas poseen una variedad de productos, para ello necesitan agilizar su preparación de máquina en base al tiempo. En la demanda por mejorar la productividad, las industrias muestran necesidad de producir lotes pequeños y más variedad en menor tiempo, con el fin de impedir pérdidas en la producción, para ello optan por aplicar la metodología SMED en la preparación de máquinas así evitar desperdicio de tiempo en el proceso productivo.

La metodología SMED, es una herramienta que permite corregir y reducir las operaciones, eliminando tiempos muertos y retirando las tareas que no agregan valor al proceso, técnica totalmente revolucionaria que reduce el lead time en los procesos productivos, también permite cambiar una producción anticipada y de lotes considerables a una completamente flexible. Castillo (2017): “Para la reducción de tiempo de cambio de producto la empresa opto como propuesta de mejora, [...] la aplicación de la metodología SMED, logrando la estandarización de formatos y la creación del instructivo de cambio de moldes” (p. 11). El autor indicó que la metodología SMED, permite mejorar el intercambio de producto, agilizando el alistamiento y arranque de máquina y así reducir el tiempo del cambio, mediante instructivos y formatos que sirvan de guía para el proceso.

Por otro lado, la Industria del Plástico en el Perú en comparación a otros países latinoamericanos, es más bajo con respecto al consumo de sus habitantes, de esa forma ha sido a través de los años; así lo muestra la Sociedad Nacional de Industrias y el Comité de Plásticos.

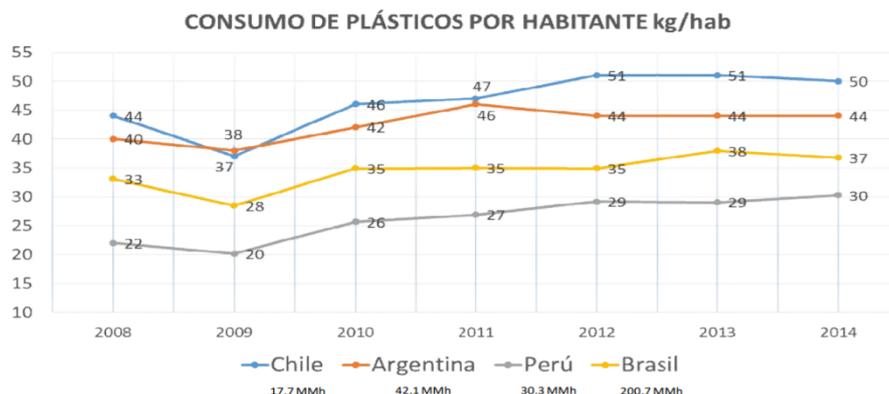


Figura 2. Consumo de plásticos por habitante kg / hab - “Sociedad Nacional de Industrias – Comité de Plásticos” (2016)

En el Perú la industria plástica siempre busca ser competitivo y liderar el mercado nacional logrando beneficios para la empresa y satisfacción al cliente, de aquí parte la premisa de mejorar e incrementar cada aspecto de la productividad con nuevas técnicas que logren dicho propósito, en este camino enfrentan problemas como una incorrecta distribución, mal manejo de decisiones organizacionales e impropio método de trabajo que perjudican a los procesos establecidos. Hoy en día se sabe que la industria manufacturera (sector secundario) es un punto que va en crecimiento, como lo menciona el BCRP indicando el aporte al PBI de 2.3% en febrero del 2018, es por ello que el rubro de producción de artículos plásticos cada vez tiene una mayor demanda en lo que respecta a producción y su calidad con el fin de mostrar mayor satisfacción a las exigencias de los clientes.

Marrujo (2017) sostuvo al respecto:

Plásticos A. S.A., presenta problemas operacionales que afectan la productividad, lo cual se reflejan en el desperdicio de recursos para realizar dicha tarea o actividades dentro de la preparación de la máquina. El exceso de tiempo en el proceso de cambio de molde se considera como un desperdicio, ya que, afectan el nivel de producción. (p. 16)

El autor indicó que dicha empresa posee un problema que afecta al área de producción, en este caso dicho problema ataca a la tarea de cambio de molde, ya

que se ve un exceso de tiempo en dicho proceso, todo esto parte por un mal control del proceso y ello es lo que se convierte en problema.

La empresa Artesco S.A., pertenece a la industria plástica y según su clasificación por tamaño es considerada una gran empresa ya que cuenta con más de 250 trabajadores; en la actualidad posee una planta de producción que está situada en el distrito de Ate, Lima, la cual se centra en la fabricación de artículos escolares, tales como, reglas, escuadras, transportadores, cartucheras, loncheras, cooler, entre otros, y artículos de oficina, como, bandejas, tableros portapapeles, porta notas, vaso portalápices, entre otros. Está conformado por diversas áreas que en conjunto logran cumplir con los propósitos de la empresa.

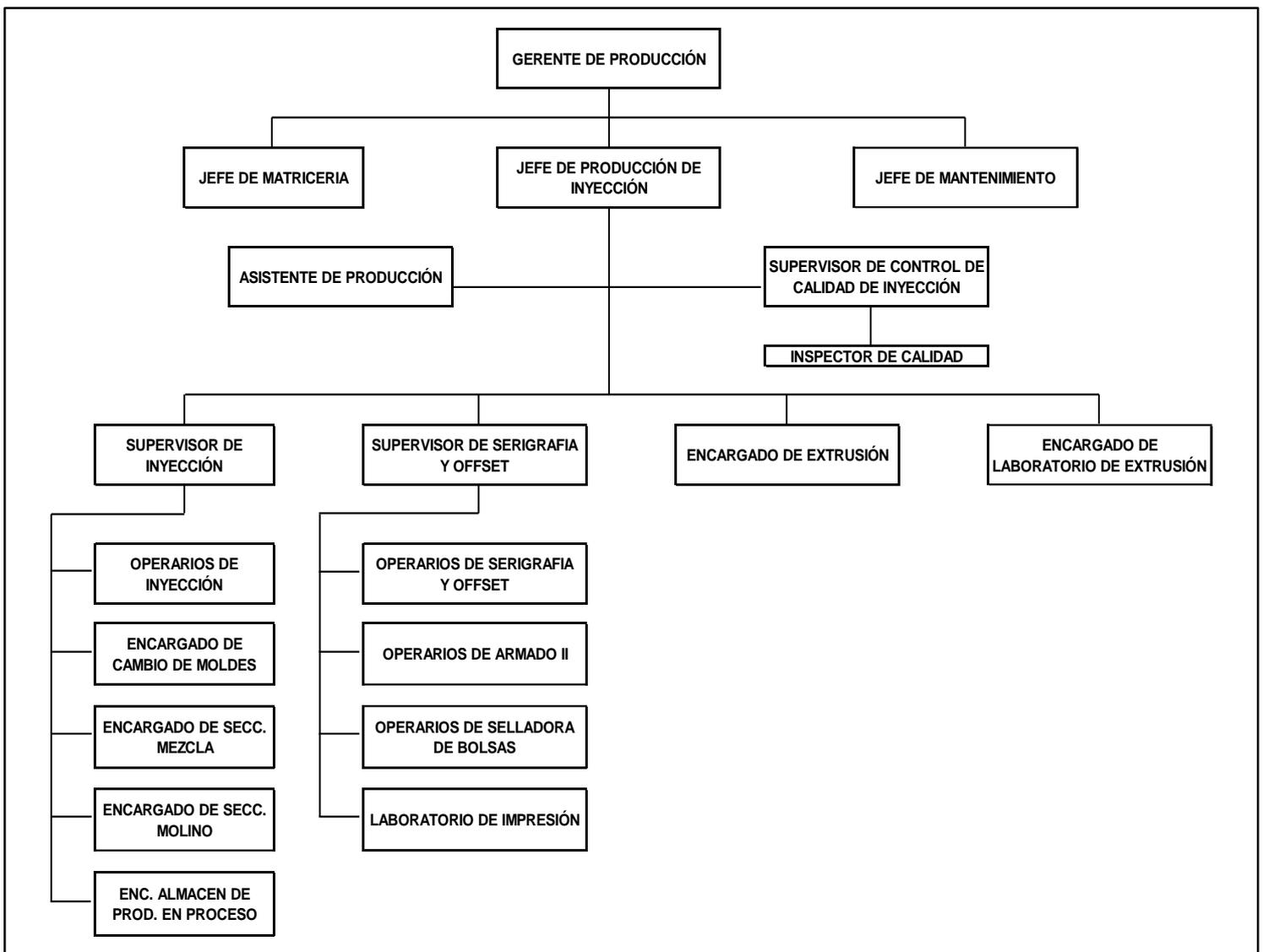


Figura 3. Organigrama de la empresa Artesco S.A.

En este caso evaluando la problemática se considera que la empresa no está ajena al tema de la disminución de productividad que se centra en la sección de inyección en la línea de producción de reglas, ya que esta baja es ocasionada por los diversos problemas que atraviesa dicho proceso, a la hora del cambio de formato o molde, como, traer el molde a máquina, separar las herramientas para el cambio, no mantener un procedimiento adecuado para el trabajo; y también al momento de set up de máquina, ya que muestran un inadecuado método de trabajo, un excesivo tiempo de preparación, entre otros. Para ello se mostrará a continuación el diagrama de operación del proceso de la producción de reglas.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Actividad: Fabricación de reglas 30 irrompible	Elaborado por: Christian Arcela	Hoja nro. 1 de 1
Departamento: Inyección	Operario: Miguel Alarcon	Metodo: Actual / Propuesto

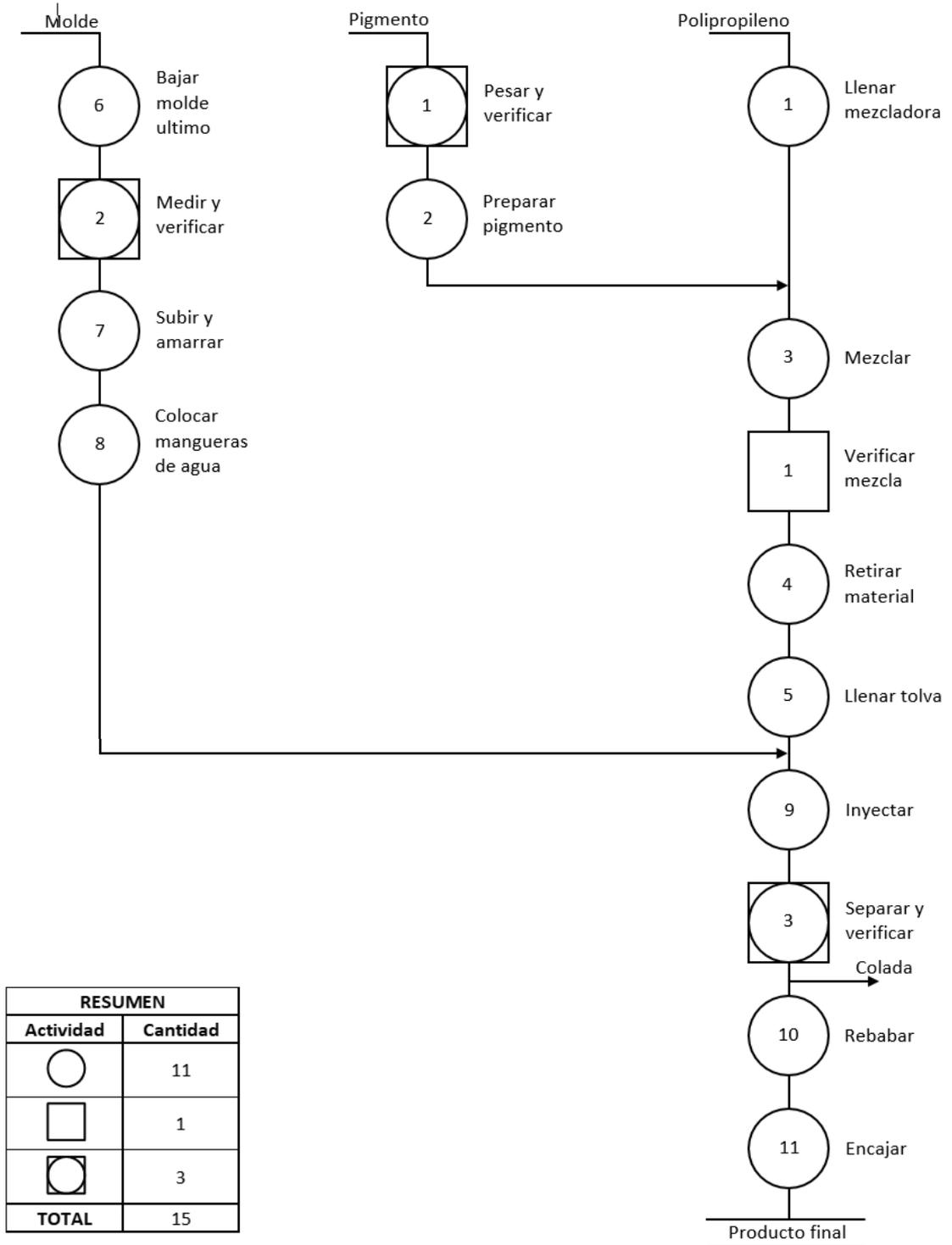


Figura 4. Diagrama de operación de proceso de fabricación de regla 30.

Las causas de dicha problemática se generan por los ciclos elevados en el proceso de desmontaje de molde, actividades innecesarias durante el cambio, procedimientos de trabajo no son adecuados, tiempos elevados de set up, desorden de repuestos y herramientas, insuficiencia de herramientas y su mal uso, falta de metodología para el correcto funcionamiento, falta de limpieza y orden en el ambiente de trabajo, a su vez el área de trabajo es muy limitado, demora en la inspección de trabajo, apoyo limitado de los supervisores, repuestos de baja calidad, poca iluminación, rol de personal no definido y la poca experiencia de los trabajadores, todo esto genera que la empresa tenga pérdidas de tiempo y reduzca el rendimiento de la producción.

Frente a estos desperfectos encontrados en la problemática de la sección de inyección nuestro objeto de estudio es determinar la aplicación de la metodología SMED para mejorar la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019.

Los problemas principales que se presentan el proceso de producción son los siguientes:

Tabla 1

Causas que generan la baja productividad en la línea de producción de reglas.

CAUSAS	
1	Demora en el cambio de molde
2	Procedimientos de trabajo inadecuado
3	Carecen de una metodología de trabajo
4	Desorden de repuestos y herramientas
5	Insuficiencia de herramientas
6	Actividades innecesarias durante el cambio
7	Mal uso de herramientas
8	Escases de control de operación
9	Paradas no programadas
10	No cuentan con orden y limpieza
11	Área limitada
12	Demora en la inspección de trabajo
13	Apoyo limitado de los supervisores
14	Repuestos de baja calidad
15	Poca iluminación
16	Rol de personal no definido
17	Experiencia limitada

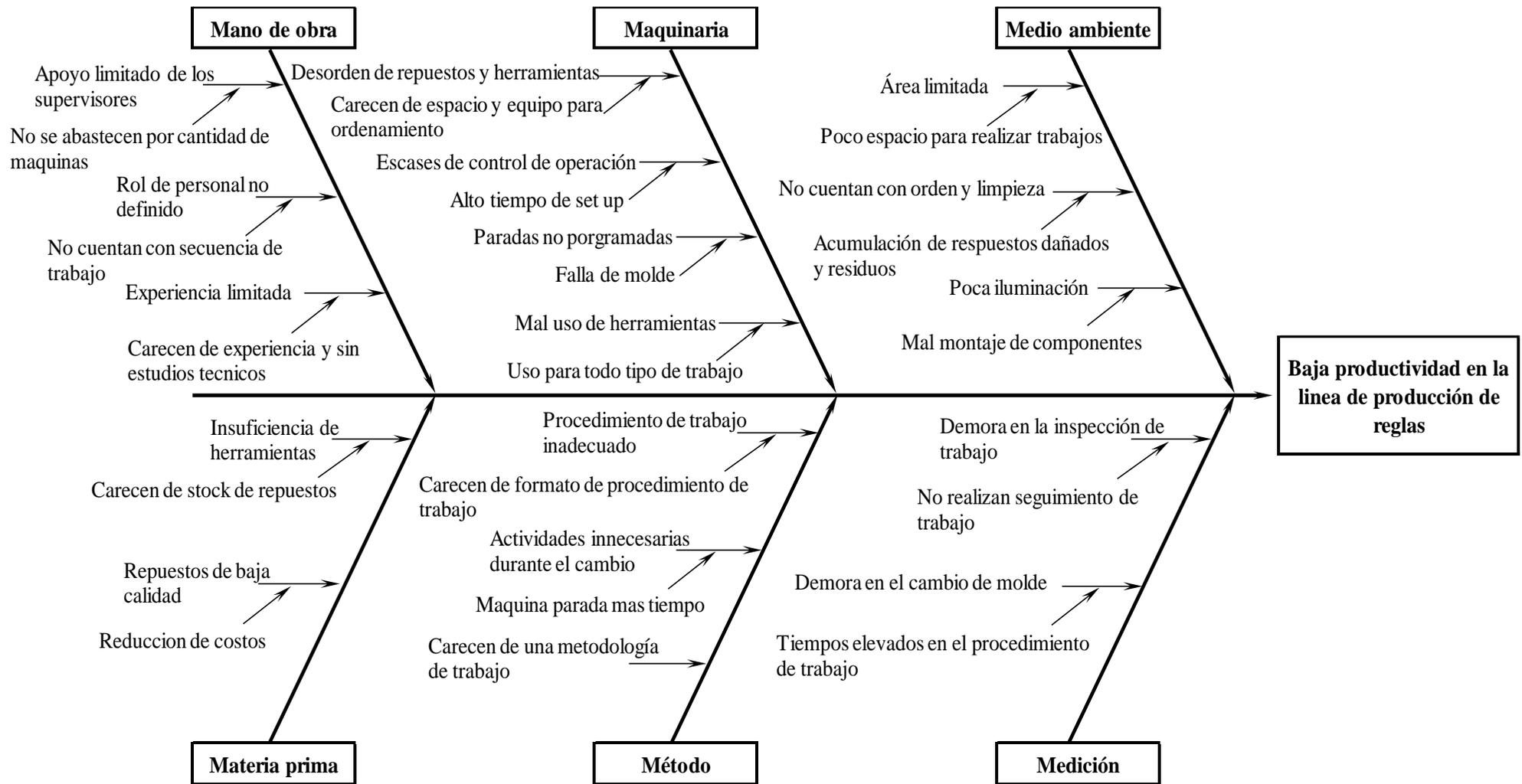


Figura 5. Diagrama de Ishikawa (Análisis Causa – Efecto) de la empresa Artesco S.A.

Continuamente se presenta las razones que impactan a la productividad en la línea de producción de reglas, para ello se plasma el diagrama de Pareto en el cual se da a conocer las dificultades primordiales y de mayor prioridad que ocasionan la baja productividad.

Tabla 2

Cuadro de problemas principales

DETALLE	CAUSAS	FRECUENCIA VALORIZADA	PORCENTAJE ACUMULADO
Demora en el cambio de molde	C1	16	18%
Procedimientos de trabajo inadecuado	C2	15	35%
Carecen de una metodología de trabajo	C3	15	52%
Desorden de repuestos y herramientas	C4	14	68%
Insuficiencia de herramientas	C5	11	81%
Actividades innecesarias durante el cambio	C6	5	86%
Mal uso de herramientas	C7	2	89%
Escases de control de operación	C8	1	90%
Paradas no programadas	C9	1	91%
No cuentan con orden y limpieza	C10	1	92%
Área limitada	C11	1	93%
Demora en la inspección de trabajo	C12	1	94%
Apoyo limitado de los supervisores	C13	1	95%
Repuestos de baja calidad	C14	1	97%
Poca iluminación	C15	1	98%
Rol de personal no definido	C16	1	99%
Experiencia limitada	C17	1	100%
	TOTAL	88	

Diagnosticando los resultados de los datos que se obtuvo a través el diagrama de Pareto, se muestra que hasta la causa seis que ocasionan un total del 78% de las causas raíces que provocan la reducción de la productividad.

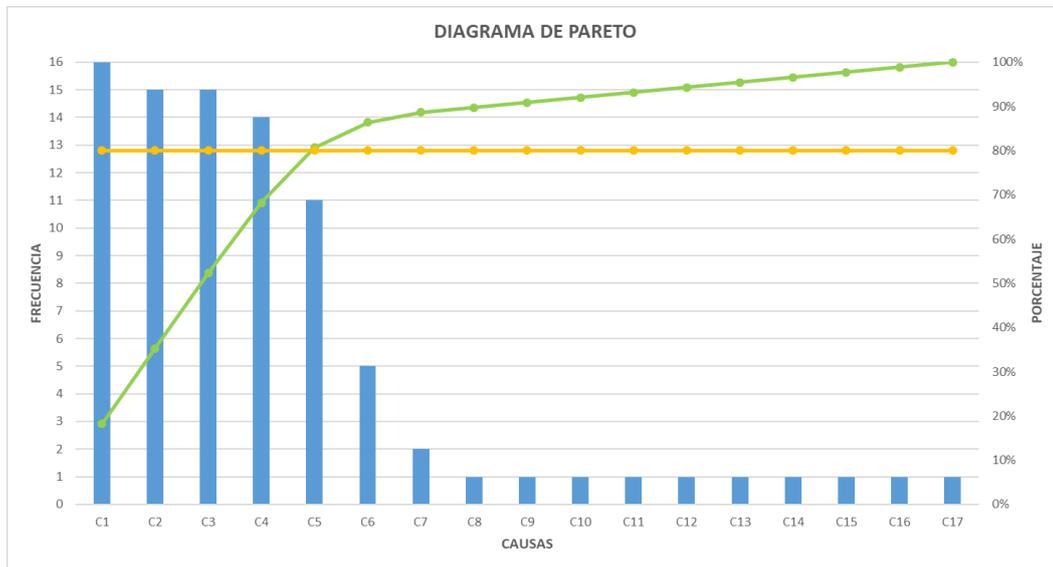


Figura 6. Diagrama de Pareto de las causas que afectan la línea de regla 30

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Trabajos previos

Internacional

Rojas y Cortez (2014) en su tesis Aplicación de la metodología SMED para el cambio de bobina de semielaborado en una máquina rebobinadora del papel higiénico en la empresa papeles nacionales S.A. Su objetivo fue aplicar SMED para reducir tiempos en el proceso de cambio de bobina de semielaborado en una maquina rebobinadora del papel higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A., ya que desean disminuir tareas necesarias para una máquina, las cuales carecen de valor para la producción y por las que el cliente no está dispuesto a financiar, generando costos elevados y disminuyendo las utilidades. Su metodología empleada fue de tipo aplicada - descriptivo, y de diseño cuasi experimental, la unidad de análisis fueron los tiempos no productivos. De tal manera, los autores concluyeron que 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 se pudo disminuir el tiempo de esta operación en un 32% (183 segundos con SMED versus 270 segundos sin SMED). Además, los operarios y supervisores notaron un alza en la productividad generando mayo eficacia y eficiencia en el desempeño, con ayuda de dicha metodología, comprometiéndose a mantener el proceso con el tiempo estándar que se obtuvo con el SMED. Dicho proyecto generó un total de \$41.000.000 los cuales están fraccionados en los costos fijos que presentaba la máquina en el momento que se encontraba parada y en el aumento de cajas fabricadas en la línea de producción.

Fernández y Jairo (2014) en su tesis Mejora de las operaciones de preparación de máquina conformadoras de paneles, en una Empresa Metalmecánica, mediante el sistema SMED. Tuvo como objetivo la definición de mejoras en el proceso de cambio de equipos (paneles) mediante la metodología SMED; para así reducir los periodos de para e incremente el porcentaje de operaciones productivas dentro del área. Su metodología fue de tipo aplicada, con diseño cuasi experimental y el instrumento a utilizar fue la observación y consulta a los operarios. El autor concluyó, que se llegó a reducir los periodos de desarrollo del proceso de cambio de bobina de un 41.55 a 9.86 minutos, a su vez la actividad de empaque de artículos se llevó acabo mientras el equipo está en funcionamiento y se tomó 3.99 minutos,

siendo el 53% del periodo de proceso inicial; también disminuyó el periodo dedicado al desmontaje del producto concluido de 23.6 a 4.8 minutos. De igual forma se logró aumentar un 33% el rendimiento productivo, incidiendo en el aumento del 12 % del periodo productivo de la maquinaria o equipo, alcanzando así la disminución de tiempos muertos de la máquina por set up de 6.53 horas de una jornada total de trabajo de 24 horas, esto representaría un decrecimiento del 73% del tiempo útil para las preparaciones antes de la metodología SMED.

Vásquez (2011) en su tesis Propuesta de un plan para la aplicación de la estrategia SMED en el área: Construcción de llantas de camión radial de la empresa Continental Tire Andina S.A. Tuvo como propósito elaborar un plan para la aplicación del método SMED en el área de construcción de llantas de camión radial. Su metodología fue de tipo observacional y descriptivo donde se empleó el sistema SMED en 4 etapas: preliminar (estudio de la operación de cambio), primera etapa (separación de tareas internas y externas), segunda etapa (convertir tareas internas en externas) y la tercera etapa (perfeccionar las tareas internas y externas). De tal modo, el investigador concluyó que al implementar la metodología SMED a través de la simulación un balanceo de la carga de trabajo y aumentando una persona en el proceso de cambio de materiales y set up de máquina, se logra una reducción del 15% al 12% del total del tiempo disponible para producción que se utilizaría en realizar los cambios. En unidades de tiempo se tendría que con la aplicación se tardarían 4860 minutos equivalentes en horas 81 horas. Son 20 horas menos en las que se pueden producir 251 llantas adicionales al mes.

Minor (2014) en su tesis Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos. Tuvo como objetivo aminorar 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 determinó en que los tiempos de limpieza y ajustes de la línea de empaque II disminuyeron un 57.5% desde el mes de enero cuando se tardaban en realizar la actividad 73.57 min en promedio, en comparación al mes de octubre con un tiempo promedio de 31.33 min. De tal modo, el investigador concluyó que las mejoras en los cambios de herramienta no deben ser enfocadas a mejorar la habilidad del operario, sino estandarizar las operaciones al máximo, de modo que con la menor cantidad de movimientos se logre hacer el

cambio. Asimismo, se lograron reducir los tiempos de limpieza y ajustes en los cambios de formato menor en la línea de acondicionamiento de sólidos.

Alarcón (2014) en su tesis Implementación de OEE y SMED como herramientas de lean manufacturing en una empresa del sector plástico. Su objetivo fue establecer por medio de las herramientas de Lean Manufacturing los indicadores en los procesos de producción que permitan incrementar la productividad en Planta. Los resultados de la investigación fueron: se obtuvo una mejora del 52% de ahorro de tiempo, considerando algunos cambios de actividades internas a externas, eliminando las tareas que no tienen razón de ser dentro del cambio y reduciendo ciertas actividades al emplear mejores métodos de trabajo. De tal modo, el autor concluyó que al precisar los indicadores de producción se logró establecer el problema de la disponibilidad de la máquina termo formadora por lo que se aplicó la herramienta SMED para corregir 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 operaciones que no son necesarias, instruyéndolos en la preparación de actividades previas al cambio y no dejándolas para hacerlas en el último momento, asimismo se logró acrecentar la productividad de artículos 47.86% a 61.36%.

Nacional

Quispe (2013) en su tesis Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la planta de plásticos de la empresa YOBEL SCM. Tuvo como objetivo incrementar la eficiencia en el proceso productivo en el área de inyección, con ayuda de las herramientas, 5S, Kaizen y SMED. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, con diseño pre experimental, en la aplicación de la metodología SMED se planteó cambiar el orden en que se daban las actividades como el traslado de utilaje de máquina a matricería y matricería a máquina, se dio cuando la inyectora estaba en marcha, evitando que la máquina pare para traer equipo o herramientas, también se mejoró el tiempo de búsqueda de moldes con la aplicación del método 5S, mediante la ubicación marcada de los racks. Se estableció que la búsqueda de herramientas se reduzca en 22.39% de tiempo, al igual la reducción de la subida de moldes en un 54.64%. El autor concluyó que dicha investigación permitió que se entendiera la correcta aplicación de la metodología SMED en la línea de

producción, con dichos cambios se logró el aumento de productividad de artículos de un 47.86% a un 61.36%.

Marrujo (2017) en su tesis Aplicación del SMED para mejorar la productividad de la máquina inyectora, Plásticos A S.A.- los olivos 2017. Tuvo como objetivo puntualizar como la aplicación del SMED mejora la productividad de la máquina inyectora en Plástico A S.A. Su metodología de investigación fue de tipo aplicada de diseño cuasi experimental, empleando técnicas de recolección de datos tales como visualización, calculo, hoja de trabajo de toma de tiempos, control de horas disponible del equipo y formato de reporte-parte diaria. De tal manera, el autor concluyó que la empresa mejoro el 52% en el tiempo de montaje, es decir, se incrementó la producción por producto en 5% y, una productividad promedio del 10%, a su vez en base a los resultados adquiridos con el desarrollo del SMED en Plásticos A S.A, mediante las fases de: acciones correctivas, trabajo en paralelo y estándar de producción se obtuvo una reducción del tiempo de 1:17 (una hora con diecisiete minutos).

Mendoza (2017) en su tesis Aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad en el cambio de formato de la línea de corte en la empresa Interforest Sac, Lurigancho 2017. Tuvo como objetivo delimitar de qué manera el aplicar la metodología SMED incrementara la productividad en el cambio de formato de la línea de corte en la empresa Interforest SAC. La metodología de investigación fue de tipo aplicada de diseño cuasi-experimental, empleando técnicas de recolección de datos con instrumentos como fichas de observación, formatos para medir el tiempo de ciclo por cada jornada laboral. De tal modo, el autor concluyó que la empresa antes de utilizar el método SMED tenía una productividad de 0.7125 y con esta investigación se logró una productividad de 0.8883.

Rivera (2017) en su tesis Aplicación del método SMED para incrementar la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú s.a., Lima 2017. Tuvo como objetivo determinar cómo la aplicación del método SMED incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A. Se aplicó la metodología de investigación de tipo aplicada de nivel explicativo y enfoque cuantitativo. De tal manera, el investigador concluyó que la

productividad de la línea de envases de hojalata se incrementó por medio de la aplicación del método SMED de un 13.8% a 50.1%, la eficiencia pasó de 36.9% a 73.3% y la eficacia incremento de 34.4% a 68.3%.

Orihuela (2017) en su tesis Aplicación de smed en el proceso de cambio de estación de Elmer posterior para mejorar la productividad en la máquina pi-8. Tuvo como objetivo puntualizar cómo la aplicación de SMED en el proceso de cambio de estación de Elmer posterior mejora la productividad en la máquina PI-8 en la empresa Kimberly Clark, Perú Lima. Su metodología de investigación fue de tipo aplicada de diseño pre-experimental. De tal modo, el autor concluyó que después de aplicar el método SMED, muestra un alce en la productividad, eficacia y eficiencia de 72%, 83% y 86% respectivamente.

2.2 Teorías relacionadas al tema

2.2.1 Variable Independiente: SMED

Santos & Wysk & Torres (2010) mencionaron: “El término SMED (Single Minute Exchange of Die) es definido como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de 10 minutos” (p. 145). Los autores indicaron que es una metodología, que se basa en mejorar las tareas, mediante la disminución de tiempos de alistamiento de máquinas y cambio de utilaje en un tiempo menor a 10 minutos, pese a que no siempre se cumple el punto de reducir el tiempo a una cifra.

Etapas de la metodología SMED

Santos & Wysk & Torres (2010) mencionaron:

El SMED consta cuatro etapas conceptuales. Gracias a la aplicación del SMED, se disminuyó el tiempo de cambio de una máquina de que hace tornillos en TOYOTA 8 horas a 58 segundos y en MITSHUBITSHI, en un taladro de seis ejes, de 24 horas a 2 minutos y 40 segundos. (p. 152)

El autor mencionó que según el Dr. Shingo, la metodología SMED tiene cuatro etapas, pero la primera etapa solo ayuda a conocer el procedimiento de los procesos a estudiar. A su vez mencionó que gracias a esta metodología se pudo hacer numerosas reducciones de tiempos en diferentes procesos, como una

máquina que hace tornillos con un tiempo de ocho horas a cincuenta y ocho segundos.

La metodología SMED se divide en cuatro etapas, pese a ello se considera que la primera etapa sirve para conocer los procedimientos de un proceso.

Etapa preliminar

Santos & Wysk & Torres (2010) mencionaron: “Es útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos indispensables para una operación. A partir de ello se realizará una comprobación para asegurar que no hay desperfectos en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo” (p. 153).

El autor mencionó que el primer paso para llevar a cabo la metodología SMED es la etapa preliminar donde se parte de una lista de comprobación donde incluye todos los pasos a seguir para realizar un proceso u operación, de esta manera descartamos cualquier error que pueda tener dicha operación y así se evita realizar otro tipo de pruebas que lleve más tiempo en elaborar.

Separar tareas internas y externas

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “Consiste en separar aquellas operaciones que deben realizarse cuando la máquina todavía está procesando el lote anterior y las que será necesario ejecutar con la máquina parada. Esta calificación respeta las mismas operaciones y duraciones del método actual, sin mejorar ninguna” (p. 154). Los autores indicaron que este proceso nos ayudará a diferenciar las dos operaciones y a darnos cuenta en qué momento se realizará cada una, aprovechando al máximo todo el tiempo antes de terminar la producción anterior hasta comenzar la siguiente producción. Por tal motivo, es necesario separarlas para mejorar la actividad en función.

Porcentaje de tareas de preparación interna (TPI):

$$\%TPI = \frac{NTI}{NTT} \times 100$$

Convertir tareas internas en externas

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “La reducción que se obtiene en la primera etapa no es suficiente. Para reducir más el tiempo de cambio se plantea de necesidad de convertir algunas de las tareas internas en externas, de forma que realice con la máquina funcionando” (p. 154). Los autores mencionaron que no siempre basta con seccionar las tareas internas y las externas para la reducción de tiempos, por ello la herramienta SMED posee un segundo paso el cual busca transformar las tareas internas en externa y evaluar la manera de cómo hacer dichas operaciones sin que la maquina se detenga y así poder reducir el tiempo improductivo.

Porcentaje de tiempo de tareas de preparación interna (TTPI):

$$\%TTPI = \frac{TATI}{TTT} \times 100$$

Mejorar todas las tareas

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “Se trata de perfeccionar todas las tareas del cambio tanto interna como externas, para reducir los tiempos de cada una de ellas, e incluso eliminarlas. SMED aconseja seguir de forma sistemática las etapas, en la segunda etapa, no se invertirá en operaciones previamente no hallan optimizado” (p. 156). Los autores indicaron que, una vez realizado los procesos anteriores, en este aspecto se necesita mejorar cada tarea, tanto interna como externa, con la finalidad de minimizar tiempos y de ser el caso que alguna operación no sea tan necesaria, eliminarla del proceso. Por otra parte, al aplicar la metodología es recomendable seguir cada paso de manera ordenada, pese a ello en ocasiones no se debería cambiar o convertir las tareas, en la segunda etapa, si primero no se ha optimizado.

Porcentaje de tiempo mejorado (TM):

$$\%TM = \frac{TU}{TP} \times 100$$

Hernández & Vizán (2013) mencionaron que:

Es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la disminución de los tiempos de alistamiento de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando remodelaciones radicales. Estos cambios implican eliminar ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos. (p. 42)

El autor indicó que este método nos posibilita reducir tiempos ciclos de alistamiento de máquina (set up), a través del estudio de los procesos y realizando cambios drásticos, dichos cambios conllevan a la reducción de operaciones y a estandarizar los procesos, con la ayuda de nuevos instrumentos.

Diferenciación de la preparación externa y la interna

Hernández & Vizán (2013) mencionaron que:

Separar la preparación interna de la preparación externa, y convertir la preparación interna en preparación externa. Preparar previamente todos los elementos, realizar el mayor número de reglajes externamente, mantener los elementos en buenas condiciones, crear tablas de las operaciones para la preparación externa. (p. 43)

El autor mencionó que el propósito principal de esta preparación es la división de operaciones internas y operaciones externas, luego transformar las tareas internas en externas y así poder disminuir el tiempo de preparación de las operaciones externas y para lograr ello, es necesario tener preparado las actividades, también contar con un mayor número de tareas externas que internas y por último realizar cuadros del proceso para preparar dichas tareas.

Reducción del periodo de alistamiento interno mediante la mejora de las operaciones

Hernández & Vizán (2013) mencionaron: “Las preparaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo.

Estudiar la necesidad de cada operación, reducir los reglajes de la máquina, establecer un estándar de registro de datos de proceso” (p. 44).

Dicho autor indicó que en este aspecto las tareas internas que no pudieron ser cambiadas a externas debes pasar por un proceso de control y mejora, así dichas tareas podrán servir de ayuda para la reducción de tiempos improductivos; para ello es necesario tener un estudio de cada tarea, reducir los procesos de ajuste de la máquina, establecer parámetros para registrar los procesos.

Reducción del tiempo de alistamiento interno mediante la mejora del equipo

Hernández & Vizán (2013) mencionaron que: “La siguiente fase debe enfocarse [...] Organizar las preparaciones externas y modificar el equipo, modificar la estructura del equipo o diseñar técnicas, incorporar a las maquinas dispositivos que permitan fijar la altura o la posición de elementos” (p. 44).

El autor mencionó que en este punto ya no se harán modificaciones a las actividades u operaciones, si no que los cambios serán directamente a las maquinas o equipos, como incorporar equipos dentro de una máquina que ayuden y faciliten, medir o fijar altura o el movimiento de objetos pesados dentro de la máquina, también establecer parámetros para agilizar el arranque.

Preparación cero

Hernández & Vizán (2013) mencionaron que: “El tiempo ideal de preparación es cero por lo que el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas y el diseño de dispositivos flexibles para productos pertenecientes a la misma familia” (p. 44). El autor mencionó que en este aspecto el mejor momento donde se puede realizar la preparación de máquina es en un tiempo cero, donde no haya necesidad de parar la máquina, para eso se busca el tiempo menor de para, con ayuda de tecnología o diseño de dispositivos que agilicen cualquier tipo de preparación, por esto la metodología SMED, se traduce a la mejora de respuesta de cambios.

Socconini (2019) indicó que:

Significa cambio de herramienta en un solo dígito de minuto, es decir, en menos de 10 minutos. El tiempo de cambio es el tiempo que transcurre desde que sale la última pieza buena de un lote anterior, hasta que sale la primera pieza buena del siguiente lote después del cambio. (p. 215)

El autor mencionó que la metodología SMED, da a entender que se necesita realizar cambios con un solo dígito de minutos, en otras palabras, menor a diez minutos; este tiempo se aplica, desde que sale el último lote bueno de una producción anterior, hasta que salga el primer lote bueno de la producción siguiente.

Operaciones internas

Socconini (2019) mencionó: “Cuando la máquina tenga que estar detenida para desarrollar las actividades” (p. 215). El autor indicó que se conoce como operación interna, a toda actividad que se realiza con la máquina detenida, ya que de otra manera no se puede realizar dicha actividad.

Operaciones externas

Socconini (2019) afirmó: “Cuando las actividades se pueden realizar antes o después del paro” (p. 215). El autor mencionó que se entiende como operación externa, a toda actividad que se puede realizar con la máquina en movimiento y así poder reducir tiempos de preparación.

Palacios (2017) manifestó: “El cambio de matriz en menos de 10 minutos (SMED) es eliminar el concepto de lote de fabricación disminuyendo al máximo el tiempo de preparación de máquinas y materiales” (p. 33). El autor hizo mención a que el SMED, mejora los cambios de moldes, matrices o utillajes en un tiempo menor a diez minutos, también esta metodología nos ayuda a eliminar la idea de lotes de producción largos, para realizar lotes pequeños con un cambio rápido de cada producto, para ello es necesario reducir al máximo el set up de máquina o equipo.

Cambio de formato

Palacios (2017) indicó: “Se entiende por cambio de formato al tiempo utilizado desde la elaboración del último producto correcto de una presentación hasta la obtención del primer producto correcto de la presentación siguiente” (p. 38). El autor mencionó que el cambio de formato se da desde la producción del último artículo bueno de un lote anterior, hasta obtener el primer artículo bueno del lote siguiente, en ese lapso de tiempo es el que se busca reducir con esta metodología.

Disposición de la máquina

Palacios (2017) indicó: “Cuanto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se planificó que estuviera funcionando” (p. 38). Dicho autor indicó que la disponibilidad de la máquina hace mención al tiempo real que estuvo funcionando una máquina, para relacionarla con el tiempo de programación que debería trabajar.

Vásquez (2011) mencionó: “El sistema SMED, el objetivo es analizar todas las operaciones, clasificarlas y ver la manera de convertir las operaciones internas en operaciones externas” (p. 37). El autor mencionó que el método SMED es una técnica que permite reducir a un tiempo menor de diez minutos operaciones de set up o cambio y arranques de máquina, utillaje, equipos; esto se obtiene de clasificar, convertir y eliminar las tareas que no son necesarias.

Convertir operaciones internas a operaciones externas

Vásquez (2011) indicó: “Se determina que las tareas internas que se están ejecutando actualmente no es viable convertirlas en externas ya que necesariamente la máquina debe estar parada para poder manipularla y proceder con los cambios” (p. 92). El autor indicó que en este caso pese a necesitar cambiar las operaciones internas a externas, no se podrán realizar ya que es necesario que la máquina esté parada para poder hacer el cambio de formato o equipo.

Simulación del balanceo de la carga de trabajo

Vásquez (2011) indicó: “la propuesta de balanceo de carga de trabajo, se procedió a agregar una persona, para que sea quien se encargue de ciertas tareas específicas dentro del proceso de cambio” (p. 93). El autor mencionó que, para simular dicho balanceo, es necesario colocar a una persona a cargo para que pueda analizar la línea de fabricación, control de producción y de procesos de cambio de utillaje.

Documentos de procedimiento de cambios de materiales y set up de máquina

Vásquez (2011) indicó: “Los procedimientos de trabajo que se realizan son muy importantes ya que al poner una persona más para la operación de cambios, se tiene que definir correctamente las actividades que cada uno va a realizar” (p. 97). El autor indicó que los procedimientos de trabajo son muy importantes y deben estar establecidos, para que a la hora de colocar a un operario más en cierta actividad, ambos operarios sepan cuáles serán sus funciones de trabajo.

Floyd (2010) indicated that:

One of the most useful tools of lean, known as single minute exchange of dies (SMED), is especially applicable to problems of flexibility and availability. Whether the production loss occurs because equipment requires reconfiguring to make a new product or simply needs repair or maintenance, SMED can greatly reduce the losses associated with any mechanical task. (p. 81)

Para efectuar la aplicación de las dimensiones de la variable independiente (SMED), se presentan las siguientes herramientas que servirán de apoyo:

Herramientas de la primera etapa:

a) Lista de chequeo

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “Esta herramienta es un cuestionario que debería corroborarse antes de cada cambio. Su objetivo es comprobar por anticipado que los elementos estén preparados, antes de que la máquina termine el lote actual, lo estén” (p. 157). El autor mencionó que esta herramienta nos da la

facilidad de verificar si se cuenta con todas las herramientas y equipos indispensables para el cambio a realizar, esta herramienta es un cuestionario para comprobar que todo esté listo para iniciar, es por ello que se debe hacer antes de que termine la producción anterior, antes que la máquina se detenga.

b) Panel de comprobación

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “Si el número de herramientas es pequeño o si la máquina dispone de herramientas exclusivas, se puede colocar un panel de comprobación junto a la máquina esta herramienta presenta numerosas ventajas” (p. 158). El autor indicó que este paso, nos ayuda a tener todo a la mano, esto si el número de herramientas a utilizar son pocas, y así puede ir un panel en la maquina señalando que se necesita, solo es necesario que el operario de un chequeo visual para ver que está faltando.

c) Mejorar el traslado de utilaje y piezas

Santos & Wysk & Torres (2010) mencionaron que: “Los transportes de utillajes y piezas desde el almacén deben realizarse con anterioridad a que empiece el cambio” (p. 15). El autor mencionó que un paso para que se agilice el cambio de utilaje es tener todas las herramientas necesarias antes de que pare la máquina, para ello algunas veces es importante contar con equipos y maquinarias que ayuden a la movilización de dichas herramientas.

Herramientas de la segunda etapa:

a) Estandarización de funciones

Santos & Wysk & Torres (2010) mencionaron: “Una manera de convertir en operaciones externas los ajustes de alturas y profundidad de algunas prensas y máquinas de inyección consiste en estandarizar determinadas medidas, como, la distancia del inyector” (p. 161). El autor mencionó que, para mejorar y convertir las tareas internas en externas, como altura, distancia o tonelaje de ciertas maquinas, es necesario pre determinar los ajustes, dándole parámetros establecidos para sus siguientes funcionamientos.

b) Duplicación

Santos & Wysk & Torres (2010): “En ocasiones es posibles disponer de dos elementos idénticos (grúas, herramientas, pales, etc.)” (p. 162). El autor indicó que es necesario que ciertas veces se posee al menos dos de cada herramienta o equipo, depende del uso continuo que se le da, para así evitar que falte.

Herramientas de la tercera etapa:

Mejorar las operaciones externas

a) Mejorar el almacenamiento de equipos y herramientas

Santos & Wysk & Torres (2010): “Esta estrategia persigue ordenar de forma eficiente el almacén, acercando las herramientas más empleadas y organizándolo para que puedan localizar e identificarse de forma sencilla” (p. 163). El autor mencionó que este punto nos ayuda, dándole un mejor orden a las herramientas y equipos que se va utilizar, para ello la mejor forma es identificando cada herramienta mediante codificación y a la vez buscando un lugar más cerca al área de trabajo, para aminorar tiempos de traslado.

Mejorar las operaciones internas

a) Combinar operaciones

Santos & Wysk & Torres (2010): “En máquinas de gran tamaño es preciso realizar operaciones en la parte delantera y la trasera. Un único operario malgasta parte de tiempo de cambio en desplazamiento alrededor de la máquina” (p. 164). El autor indicó que, en este caso, algunas máquinas son de mayor tamaño y de ser una sola persona la que realice el trabajo de cambio, le tomara más tiempo ya que muchas de las veces se realiza el trabajo en la parte delantera y trasera de dicha máquina, para ello lo mejor sería darle una persona de apoyo.

b) Simplificación del área de trabajo

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “La necesidad de limpieza en el entorno de máquina, entre otras propuestas, son herramientas que ayudan en el área del

trabajo se simplifique. Después del SMED, tiene que ser posible de localizar herramientas, útiles en poco tiempo” (p. 170). El autor indicó que siempre el área de trabajo debe estar despejado y con suficiente espacio para realizar las operaciones, para ello es necesario herramientas que ayuden a dicho orden, ya que después de utilizar la metodología SMED, se tiene que encontrar con facilidad todas las herramientas que se utilizaron en poco tiempo.

c) Producción con stock mínimo

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “Si el tiempo de cambio se reduce la seria de fabricación pueden reducirse y no será preciso lanzar órdenes de fabricación con grandes lotes. Entonces, el inventario en proceso de las fábricas se reducirá” (p. 170). Dicho autor manifestó que, al disminuir los tiempos de desmontaje de molde o formato, permitiría a que se genere ordenes de producción de pequeños lotes, así reducirá en stock de producción.

2.2.2 Variable Dependiente: Productividad

García (2012) indicó: “Es la relación entre productos logrados y los insumos que fueron utilizados a los factores de la producción que intervinieron. El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción” (p. 17). El autor mencionó que la productividad es definida como el vínculo de la cantidad de producto obtenidos sobre los recursos empleados para lograr una mejor producción, esto demuestra que la productividad utiliza todos los aspectos de la producción para mejorar.

Eficiencia

García (2012) indicó: “Es la relación entre los resultados programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido. Eficiencia es hacer bien las cosas” (p. 16). El autor indicó que este índice se basa en la suficiencia para lograr un propósito establecido con anticipación en el mínimo periodo y con el menor uso aceptable de los procesos y recursos, lo que indica una mejora en el desarrollo.

Porcentaje de horas máquina (HM)

$$\%HM = \frac{HMU}{HMP} \times 100$$

Eficacia

García (2012) indicó: “Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas” (p. 17). El autor mencionó que la eficacia es representada por los productos alcanzado y lo que se espera alcanzar, ello favorece a la empresa ya que los objetivos se cumplirán de manera ordenada y organizada.

Porcentaje de producción de máquina (PM)

$$\%PM = \frac{PRHM}{PPHM} \times 100$$

Marrujo (2017) mencionó que: “Relación entre producción e insumo. Manifiesta que es el vínculo entre lo que va de salida y lo que está entrando o la correlación entre lo que se consigue y los recursos gastados para lograrlo” (p. 26). El autor manifestó que la productividad viene de la relación de lo que se produce y lo que se gasta para dicha producción, ya sea insumo, tiempo, dinero, entre otros.

Resultado

Marrujo (2017) indicó: “respecto al rendimiento de las máquinas durante el periodo que ha estado en funcionamiento, cuanto ha sido su producción sobre lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal” (p. 27). Dicho autor indicó que el resultado es lo que se obtiene del rendimiento que tiene una maquina durante el tiempo que se encuentra en función y cuanto ha producido con respecto al tiempo que fue estimado (tiempo ciclo ideal).

Recurso

Marrujo (2017) indicó: “Se considera tres peldaños esenciales participantes en la compañía: los elementos materiales, los elementos financieros y los elementos humanos” (p. 27). Dicho autor mencionó que en este punto es considerado recurso a tres caracteres, como, recursos materiales, financieros y humanos, ya que estos tres invierten directo o indirectamente a la producción.

Morales (2016) afirmó:

La productividad es la relación entre las salidas y una o más entradas. Tal es el caso si la productividad puede medirse en horas-trabajo por tonelada. Aunque las horas-trabajo representan una medida común de insumo, pueden usarse otras medidas como capital, los materiales o la energía. (p. 14)

El autor mencionó que la productividad es una constante concordancia entre los bienes y servicios que salen y las entradas como son los bienes, mano de obra, capital, entre otros; a su vez la productividad es bastante directa, ya que puede combinar horas de trabajo con respecto al capital o material utilizado.

Capacidad

Morales (2016) mencionó que: “es la producción o número de unidades que una instalación puede gestionar, recibir, almacenar o producir en un determinado tiempo” (p. 15). El autor mencionó que la capacidad es la cantidad de unidades que se puede producir y que una empresa puede, almacenar, distribuir, recibir o producir en un tiempo establecido.

Utilización

Morales (2016) mencionó que: “es la producción real como porcentaje de la capacidad proyectada” (p. 15). El autor indicó que las utilidades, se basan en lo que realmente se fabrica y lo que se estima fabricar, esto se representa en unidades porcentual.

Eficiencia

Morales (2016) mencionó que: “la eficiencia está enfocada hacia la búsqueda de la mejor manera de hacer o ejecutar las tareas (métodos) con el fin de que los recursos se utilicen del modo más racional posible” (p. 15). El autor indicó que la eficiencia parte de la pesquisa de una mejor manera de realizar las actividades u operaciones con el fin de reducir la utilización de diversos recursos.

Eficacia

Morales (2016) mencionó que: “la eficacia es el logro de los objetivos previstos mediante los recursos disponibles [...] Es decir, la eficacia es hacer lo correcto” (p. 15). El autor manifestó que la eficacia es obtener lo que se necesita o se programa con los recursos que se tiene, de esta manera se busca hacer lo correcto.

2.3 Formulación del problema

2.3.1 Problema general

¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019?

2.3.2 Problemas específicos

¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019?

¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019?

2.4 Justificación del estudio

2.4.1 Justificación teórica

Esta investigación contribuye teóricamente porque da a conocer la variable metodología SMED para mejorar la productividad, con el fin de plantear alternativas que permitan dar solución al problema de demora del tiempo de cambio de formato que afecta a la empresa Artesco S.A.

En tal sentido, Valderrama (2013) indicó que: “Se refiere a la inquietud que surge en el investigador por ahondar en un o diversos enfoques teóricos que tratan el problema que se explica. A partir de esos enfoques, se espera avanzar en el conocimiento propuesto” (p. 140). El autor mencionó que esta justificación parte de la inquietud del investigador, ya que posee teorías que tratan del problema presente y la solución que se busca por medio del método ya propuesto.

2.4.2 Justificación metodológica

El presente estudio se justifica de forma metodológica puesto que aporta en la observancia de los objetivos expuestos al comienzo de la investigación; esto se realizará a través la utilización de aquellas herramientas que admitan la determinación de la variable independiente “Metodología SMED” y su resultado en la variable dependiente “Productividad”, para que nos proporcione la mejora de los problemas de la empresa Artesco S.A.

Saenz & Gonjón & Gonzalo & Días (2012) indicaron: “Se da cuando la investigación por realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento valido y confiable” (p. 20). Los autores manifestaron que dicha investigación será el apoyo para próximos investigadores que deseen abarcar el tema de productividad. Aumentando la eficiencia y eficacia y cambiando la mentalidad de trabajo, con el uso de herramientas como el SMED, de esta manera se busca mejorar y hacer crecer a las empresas.

2.4.3 Justificación práctica

El estudio de investigación es práctico debido que se da en la producción de reglas en la empresa Artesco S.A. y de esta manera poner en practica técnicas o herramientas que ayuden en la mejora de la productividad.

Bernal (2010) mencionó: “Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su aplicación ayuda a resolver un problema o propone estrategias que al desarrollarse contribuirían a resolverlo” (p. 106). El autor indicó que esta justificación permite que el investigador proponga o encuentre soluciones a problemas que afecten a empresas privadas y del estado, con ayuda de nuevas técnicas o herramientas.

2.4.4 Justificación económica

La investigación posee una justificación económica ya que al aplicar la metodología SMED, permitirá disminuir tiempos muertos y de esa manera evitar pérdidas por dichas paradas, a su vez se reducirá el costo por cambio de formato, de manera que se genere mayor ganancia con una producción continua.

Alfaro & Gonzáles & Pina (2013) indicaron: “Es fundamental que los propietarios de empresas o sus gestores profesionales den a conocer de manera clara y previa, que objetivos o metas se tienen que cumplir” (p. 121). El autor indicó que en este aspecto se tiene que dar a conocer los objetivos a los que se quieren llegar y dichas metas serán mencionadas tanto por el dueño como sus gestores, así los tiempos establecidos se acomodarán para disminuir los importes de operación en tiempos y recursos.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

HG: La aplicación del SMED mejora significativamente la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. – 2019

2.5.2 Hipótesis específicas

HE1: La aplicación del SMED mejora significativamente la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019

HE2: La aplicación del SMED mejora significativamente la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019

2.6 Objetivos

2.6.1 Objetivo general

OG: Determinar en qué medida la aplicación del SMED mejora la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019

2.6.2 Objetivos específicos

OE1: Determinar en qué medida la aplicación del SMED mejora la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019

OE2: Determinar en qué medida la aplicación del SMED mejora la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de estudio

La tesis fue de tipo aplicada, puesto que busca dar soluciones a la realidad problemática y sus causas en el diagrama de espina Ishikawa e intensificar la productividad en la empresa Artesco S.A., mediante la utilización de datos reales y prácticos del método SMED.

Valderrama (2013) mencionó: “Es también llamada práctica o empírica, la finalidad es aplicar las teorías mencionadas a la producción de las normas y procedimientos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos de la realidad” (p. 164). El autor argumentó que la investigación aplicada busca solucionar la problemática, mediante el uso de teorías existentes, ya que esta investigación está basada en recopilar teorías acordes a las variables de la investigación.

Nivel de investigación

La tesis fue de nivel descriptivo y explicativo, ya que no solo buscaba describir el problema, si no explicar el desarrollo de las variables mediante la relación causa – efecto en la aplicación del SMED para incrementar la productividad y así detectar las causas de la problemática en el proceso de desmontaje de molde en la empresa Artesco S.A.

Valderrama (2013) indicó: “La investigación explicativa va más allá de la descripción de conceptos, fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos. Está dirigida responder a las causas de los eventos físicos o sociales” (p. 45). El autor mencionó que es explicativo porque da a conocer las características y propiedades de las variables que son tema de estudio y busca encontrar la razón de por qué sucede un problema, asimismo, verificar en qué estado se presenta o porque dos o más variables poseen relación.

Enfoque de la investigación

Este desarrollo se basó en una investigación de enfoque cuantitativo ya que se utilizó herramientas como el SMED con el fin de obtener resultados estadísticos y

numéricos de forma observable y medible, con el objetivo de incrementar la productividad en la empresa Artesco S.A.

Valderrama (2013) mencionó: “Se caracteriza por que se usa la recolección y el análisis de los datos para dar respuesta a la formulación del problema; utiliza los métodos o técnicas estadísticas para contrastar la verdad o falsedad de la hipótesis” (p. 106). El autor indicó que el enfoque es cuantitativo ya que busca recoger información que ayuden a argumentar el problema formulado, mediante herramientas estadísticas para constatar la autenticidad o inexactitud de la hipótesis.

Alcance Temporal

La tesis tiene un alcance longitudinal, puesto que se va a utilizar la recopilación de datos, en un periodo determinado.

Casi & Folguera (2014) mencionaron: “aprendizaje visual que investiga un conjunto de individuos un número determinado de apariciones de anomalías o de alguna de sus características en un periodo específico” (p. 16). Los autores indicaron que este alcance se toma de una manera visual sobre un grupo de objetos y en la forma como este actúa en un determinado periodo.

Diseño de la investigación

La tesis fue de diseño experimental, dado que se desarrolló la manipulación de la variable independiente de forma controlada, con el fin de calcular el efecto que tiene ante la otra variable de interés. El diseño del presente estudio fue experimental de tipología cuasi-experimental.

Hernández & Fernández & Baptista (2014) sobre el diseño experimental, indicaron: “es una estrategia de la investigación que propone controlar las variables que no estudia y manejar otras denominadas independientes porque el investigador admite que se producirá determinado efecto en la variable dependiente” (p. 111). La presente investigación aplicó un diseño experimental de tipología cuasi-experimental; dado que obtendrá un acicate del SMED, para definir la consecuencia con la variable dependiente (productividad), aplicando una pre prueba y una post

prueba luego de implementar, la cual toma como grupo a las maquinas inyectoras a las cuales se le cambiará de molde, la cual ya existía antes de iniciar con la investigación.

Hernández & Fernández & Baptista (2014) mencionaron:

La investigación de diseño cuasi experimental, está se orienta a la manipulación deliberada de una de las variables independientes, con la finalidad de observar su efecto sobre una o más variables dependientes, diferenciándose de los diseños experimentales en que los elementos a observarse no se asignan al azar. (p. 70)

Los autores mencionaron que el diseño cuasi experimental, opta por manipular a la variable independiente (SMED) la finalidad de ello es ver qué efectos causa en la variable dependiente (Productividad) y a diferencia del diseño experimental, este se escoge al azar los elementos observados.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variables

Variable Independiente: SMED

Santos & Wysk & Torres (2010) mencionaron: “El término SMED (Single Minute Exchange of Die) es definido como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de 10 minutos” (p. 145).

Se utilizó la metodología SMED para la separación de tareas internas y externas, conversión de tiempos internas a externas y transformar las operaciones internas a externas en el proceso de cambio de molde de la empresa Artesco S.A.

Separar tareas internas y externas

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “Consiste en separar aquellas operaciones que deben realizarse cuando la máquina todavía está procesando el lote anterior y las que será necesario ejecutar con la máquina parada. Esta

calificación respeta las mismas operaciones y duraciones del método actual, sin mejorar ninguna” (p. 154).

Tiene como indicador al porcentaje de tareas de preparación interna.

Convertir tareas internas en externas

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “La reducción que se obtiene en la primera etapa no es suficiente. Para reducir más el tiempo de cambio se plantea de necesidad de convertir algunas de las tareas internas en externas, de forma que realice con la máquina funcionando” (p. 154).

Tiene como indicador al porcentaje de tiempo de tareas de preparación interna.

Mejorar todas las tareas

Santos & Wysk & Torres (2010) indicaron: “Se trata de perfeccionar todas las tareas del cambio tanto interna como externas, para reducir los tiempos de cada una de ellas, e incluso eliminarlas. SMED aconseja seguir de forma sistemática las etapas, en la segunda etapa, no se invertirá en operaciones previamente no hallan optimizado” (p. 156).

Tiene como indicador al porcentaje de tiempo mejorado.

Variable Dependiente: Productividad

García (2012) indicó: “Es la relación entre productos logrados y los insumos que fueron utilizados a los factores de la producción que intervinieron. El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción” (p. 17).

Se representó la eficacia y eficiencia de la variable dependiente productividad en el proceso de cambio de molde de la empresa Artesco S.A.

Eficiencia

García (2012) indicó: “Es la relación entre los resultados programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia expresa el buen uso de los

recursos en la producción de un producto en un periodo definido. Eficiencia es hacer bien las cosas” (p. 16).

Tiene como indicador al porcentaje de hora máquina.

Eficacia

García (2012) indicó: “Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas” (p. 17).

Tiene como indicador al porcentaje de producción de máquina.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

La tesis tuvo una población constituida por 1 molde de regla de 30 irrompible (PP), que fue evaluado en un periodo de tiempo de 16 semanas antes y 16 semanas después de la aplicación de la metodología SMED en el área de inyección 1. Se observó y se recogió los datos de tiempos de cambio de molde.

Ñaupas, et. al. (2014) indicó: “Es el conjunto de objetos, hechos, eventos que se van a estudiar con las variables técnicas que hemos analizado” (p. 246). El autor mencionó que la población es el grupo o hecho que se necesita estudiar con respecto a las variables establecidas.

Hernández & Fernández & Baptista (2010) mencionaron: “Las poblaciones deben situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y en el tiempo” (p. 174). El autor manifestó que la población se toma y analiza con respecto a sus características, tiempo y ambiente donde se desarrolla.

Muestra

La tesis tuvo como muestra la misma cantidad que la población, debido a que el diseño es cuasi experimental, además las semanas en las que se medirán los indicadores (16 semanas antes y después) el área de inyección 1, donde se observó y se recogió los datos de tiempos de cambio de molde.

Hernández & Fernández & Baptista (2010) indicaron que: “Es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población” (p. 173). Los autores mencionaron al respecto que es una parte de la población, en ella se recopilarán los datos al igual que se tendrá que determinar con anticipación, ya que la muestra se presenta de forma representativa para la población.

Muestreo

La presente investigación no se realizó en base a muestreo, ya que la población y la muestra son similares.

Gómez (2016) mencionó: “Es el modo por el cual se selecciona las unidades representativas para obtener los datos que le permitirán obtener información acerca de la población que investiga” (p. 90). El autor indicó que el muestreo nos permite conocer datos que ayudaran a saber la cantidad de población a estudiar.

Unidad de análisis

En el estudio se consideró al molde de regla de 30 irrompible (PP) como unidad de análisis.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

En la tesis la técnica que se utilizará es la observación que nos ayudara a identificar y reconocer los factores que originan problemas en la empresa Artesco S.A.

Yuni & Urbano (2006) indicaron: “alude a los procedimientos mediante los cuales se generan informaciones válidas y confiables, para ser utilizadas como datos. La función primordial de las técnicas de recolección de información es la observación” (p. 29). Los autores mencionaron que la técnica es la estrategia que permite recopilar datos reales y confiables los cuales serán utilizados para el estudio, a su vez una de las técnicas más recomendables y utilizadas es la de observación.

Observación

En el análisis se utilizó la técnica de observación, ya que se permitirá visualizar el proceso y alcanzar la mayor cantidad de información requerida esto nos permitirá experimentar el tiempo que emplean en realizar la actividad de cambio de molde y así poder cambiar o hasta eliminar actividades para que reduzca dicho tiempo.

Ñaupas, et. al. (2014) mencionó: “La observación es el proceso de conocimiento de la realidad factual, mediante en contacto directo del sujeto cognoscente y el objeto o fenómeno por conocer, a través de los sentidos” (p.201). El autor indicó que esta técnica nos permite interactuar directamente con el proceso a estudiar, ya que se puede dar a conocer en toda su amplitud, al ver el proceso productivo y sus fallas de tenerlas.

Instrumento

Gutiérrez (2010) indicó: “El momento de aplicar los instrumentos de medición y recolecta los datos representa la oportunidad para el investigador de confrontar el trabajo conceptual y de planeación de los hechos” (p, 196). El autor mencionó que, al momento de desarrollar los instrumentos de recolección de datos, será útil ya que se podrá planear los hechos para saber qué instrumentos serán necesarios.

Yuni & Urbano (2006) indicaron: “En algunos casos los instrumentos “amplifican” las capacidades perceptivas del investigador, en otros contienen los estímulos o reactivos para que se genere la información, mientras que otros instrumentos facilitan el registro de los sucesos” (p. 31).

Ficha de recolección de datos

Yuni & Urbano (2006) mencionaron: “Los instrumentos de recolección de datos son dispositivos que permiten al investigador observar y/o medir los fenómenos empíricos, son artefactos diseñados para obtener información de la realidad” (p. 33). El autor indicó que los instrumentos de recolección de datos ayudan al investigador a medir los efectos que originan los problemas y de esta manera resaltar datos reales.

Para el presente estudio utilizaremos los siguientes instrumentos de recolección de datos:

Ficha de observación: en él se recopilará todo el proceso productivo y las causas que originan la demora. Anexo 4

Hoja de registro de producción: en él se registrará la cantidad producida y las horas que trabaja y para de la máquina. Anexo 5

Validación

Hernández & Fernández & Baptista (2014) mencionaron:

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 criterio y de constructo tenga un instrumento de medición, éste se acercará más a representar las variables que pretende medir. (p. 204)

El autor indicó que la validez nos sirve como soporte para demostrar que la investigación a realizar es certera y servirá para el desarrollo del tema a tratar.

Los instrumentos de la investigación fueron ratificados bajo el juicio de expertos, se considerará la intervención de tres docentes expertos con grado de doctor y/o magister de la escuela de Ingeniería Industrial.

Tabla 3

Validez de instrumento por juicio de expertos de la Universidad Cesar Vallejo

<i>Experto</i>	<i>Grado</i>	<i>Resultado</i>
Sánchez Ramírez, Luz Graciela	Doctor	Aplicable
Santos Esparza, Carlos	Magister	Aplicable
Meza Velásquez, Marco Antonio	Magister	Aplicable

Nota. Expertos que evaluaron el instrumento

Confiabilidad

En este estudio se da uso a fuentes vitales de la empresa Artesco S.A., que nos ayudará con la recopilación de datos, ello se alcanzó de los reportes de los

colaboradores del área de inyección y del encargado de cambio de molde, así como la técnica de observación.

Hernández & Fernández & Baptista (2010) mencionaron: “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (p. 200). El autor indicó que esto es un tipo de instrumento que ayuda a medir si el método que se utiliza se puede presentar para diferentes individuos de estudio y de igual manera dará resultados fiables.

Tabla 4

Grado de confiabilidad

0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

3.5 Procedimientos

Preparación

La preparación del SMED se realizó de forma ordenada, en primer lugar, se tuvo una reunión con la gerencia de producción y los jefes directos, en el cual se comunicó al encargado del cambio de molde y todos los trabajadores implicados sobre la aplicación de dicha metodología, indicando la mejora que se busca, la de aumentar la productividad y los beneficios que el SMED aporta, tanto a la máquina y herramientas, como al personal involucrado.

Seguido de ello, se estudió y evaluó las condiciones que atraviesa la línea de producción y se llegó a la conclusión que el problema se encuentra en la demora del proceso de cambio de molde y el efecto que tiene en base a la productividad, eficiencia y eficacia de dicha línea. Para la aplicación del SMED se realizó una programación de actividades, en la que se presentó las tareas a realizar durante la aplicación de dicha metodología.

Y por último se dio el alcance de las tareas necesarias para la aplicación del SMED, a su vez el esquema a realizar para incrementar los tiempos del proceso de cambio de molde en la máquina inyectora.

Implementación

Separar tareas internas y externas

Este punto radica en detectar todas las tareas del proceso de cambio de molde y separar las tareas internas, las cuales se dan con la máquina en reposo (parada), y las tareas externas, la cuales se dan con la máquina en movimiento.

Convertir tareas internas en externas

Este punto es para analizar que otras operaciones se pueden llevar a cabo con la máquina en funcionamiento, para así pasar a ser tareas externas y poder reducir la parada de máquina; esto se puede obtener con mejorar el método de trabajo o modificar algunos equipos o herramientas.

Mejorar tareas

En este punto se mejoró los aspectos de todas las tareas (tanto internas como externas). Para llevar a cabo esto se presentó un cuadro un cuadro con todas las actividades tanto interna como externas, las cuales serán mejoradas acorde al tiempo en que se ejecuta.

3.6 Método de análisis de datos

El método de los datos en la investigación empleó un análisis de estadística descriptivo e inferencial.

Bernal (2010) mencionó: “consiste en procesar los datos obtenidos de la población objeto de estudio con la finalidad de generar resultados con las cuales se realizará el análisis según los objetivos y las hipótesis de la investigación” (p. 198). El autor menciona que de esta manera se podrá procesar los datos que fueron obtenidos por el estudio de la población y el fin es generar resultados que puedan analizar los objetivos y las hipótesis de la investigación.

Análisis Descriptivo

Este primer tipo de análisis se utilizará debido a que con la aplicación del SMED se obtendrá un aumento de la productividad, por lo que será indispensable utilizar herramientas y métodos que permitan describir la intervención de cada una de las variables; haciendo uso de tablas, gráficos y el análisis mediante cálculos. Asimismo, los estudiosos de la Universidad de Chile (2008): indicaron que: “La estadística descriptiva es un conjunto de pasos que tienen por objeto presentar cantidad de datos por medio de tablas, gráficos y/o medidas de resumen” (p. 2). Los autores mencionaron que este análisis es un grupo de procedimientos que permiten obtener datos por medio de gráficos, tablas y cuadros que ayuden a resumir.

Análisis Inferencial

El análisis inferencial se inicia con la prueba de la normalidad, para establecer si los datos tienen un comportamiento normal o no, o si son paramétricos o no lo son, para lo cual se empleará el Shapiro Wilk o Kolmogorov-Smirnov. Asimismo, Minitab (2017): “usan muestra aleatoria de datos tomada de una población para describir y hacer inferencias acerca de la población” (párr. 2). El autor mencionó que no es necesario escoger los datos obtenidos para definir y realizar deducciones sobre la población en estudio.

3.7 Aspectos éticos

La tesis toma en cuenta el aspecto ético, ya que se dio lugar en el recinto de una empresa, para esto se requirió de manera formal, los datos y la contribución de los colaboradores de la empresa, para contar con los datos esenciales de la empresa Artesco S.A. De igual manera esta investigación se realiza de forma íntegra respetando los derechos de autoría al momento de citar utilizando la norma correspondiente. Anexo 10

IV. RESULTADOS

4.1 Situación de la empresa

Generalidades

Artesco S.A., es una entidad con más de 40 años en el mercado que pertenece a la industria plástica y según su clasificación por tamaño es considerada una gran empresa ya que cuenta con más de 250 trabajadores; se dedica a la fabricación de artículos escolares, tales como, reglas, escuadras, transportadores, cartucheras, loncheras, cooler, entre otros, y artículos de oficina, como, bandejas, tableros portapapeles, porta notas, vaso portalápices, entre otros. Ofrece productos confiables y de alta calidad.

Su trabajo está dirigido al mercado nacional e internacional entre centros comerciales tales como, Metro, Plaza vea, Tottus, Mayorsa, Wong y distribuidores de la marca como Tai Loy, Tai Heng y de más. También cuenta con clientes de industrias alimentaria y generales, a los cuales se le ofrece servicio de producción de tapas y envases de diferentes medidas como, pote 1 lt, pote 500 ml, pote 250 ml, tapa 500 ml, tapa 250 ml y de más, entre ellos tenemos a Vistony, Delice, Wong, Tottus, Clorandina, entre otros.

Misión

Satisfacer la demanda de sus clientes, fabricando productos no convencionales, con buenos patrones de calidad y al mejor precio del mercado.

Visión

Seguir siendo líderes en la producción de útiles escolares, así como aumentar su participación en sus líneas de artículos de oficina y envases industriales, logrando un mayor reconocimiento.

Valores

Como toda organización cuenta con ciertos valores que sirven como pilares para el crecimiento organizacional.

- Responsabilidad

- Integridad y respeto
- Solidaridad
- Trabajo en equipo
- Innovación y creatividad

Ubicación

La empresa está ubicada en la calle Marie Curie 286, Urbanización Santa Rosa, Primera Etapa, Ate, Lima, Perú.

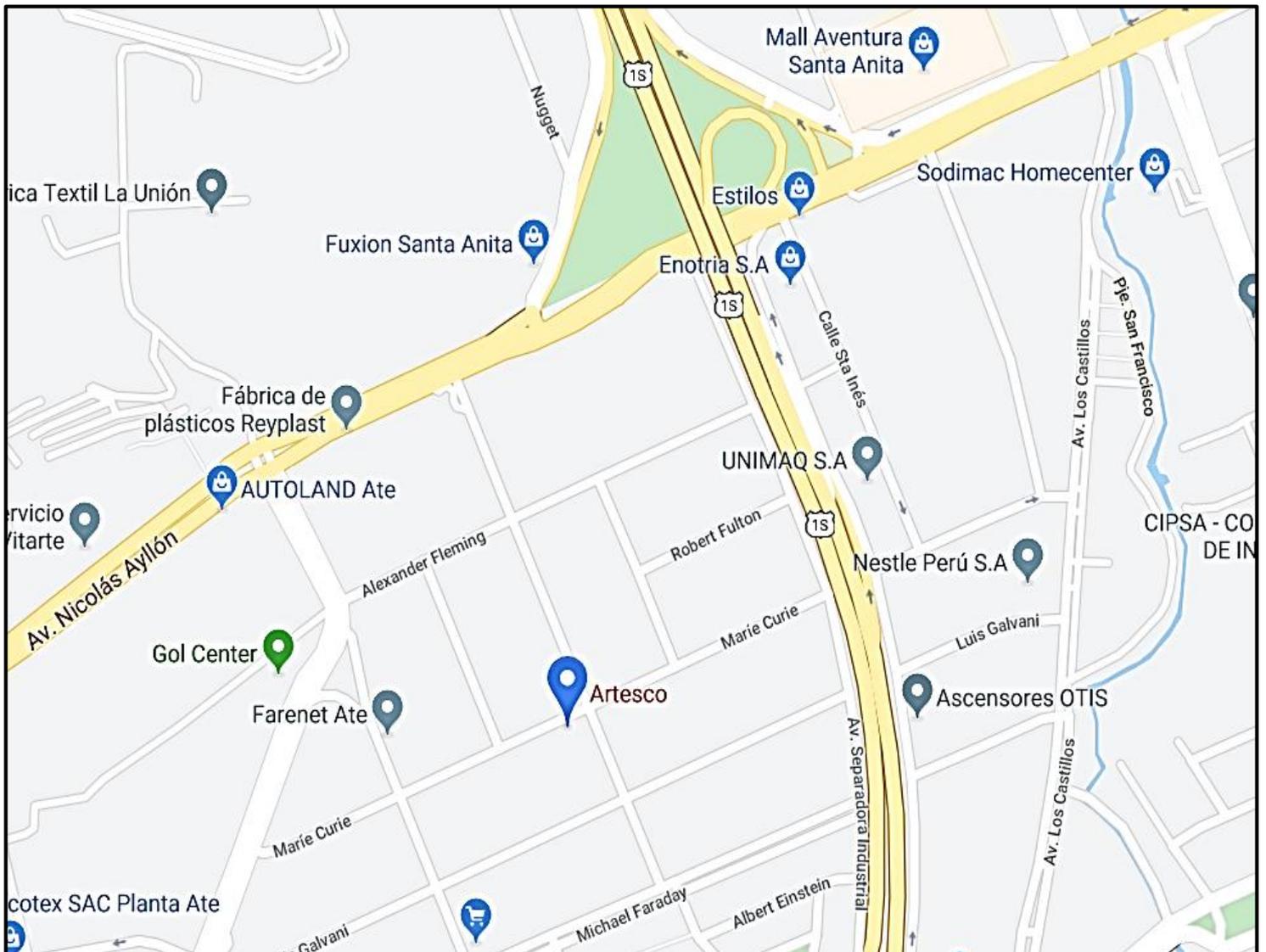


Figura 7. Mapa de ubicación de la empresa Artesco S.A.

Historia

El negocio de fabricar útiles escolares fue gracias al Sr. Enrique Molla que comenzó con una pequeña empresa en un garaje y a ella se le sumó la ayuda de sus hermanos, creando una sociedad, dicha empresa ya llevaba el nombre de Artesco; fue fundada el 4 de noviembre de 1976, comenzó sus operaciones fabricando reglas y folders plásticos. En sus inicios la empresa tuvo muchos tropiezos por su corta experiencia, pero nada impidió que siga creciendo e incrementando cada vez más su contribución en el mercado hasta conseguir el reconocimiento público que hoy posee; convirtiéndose en una empresa líder en fabricación de útiles escolares y de oficina.

Organigrama de la empresa

A continuación, se observa el organigrama del área de producción de la empresa Artesco S.A., de esta manera se posibilita la interrelación entre las áreas, así como la consideración y relación integral para adquirir los propósitos de la organización.

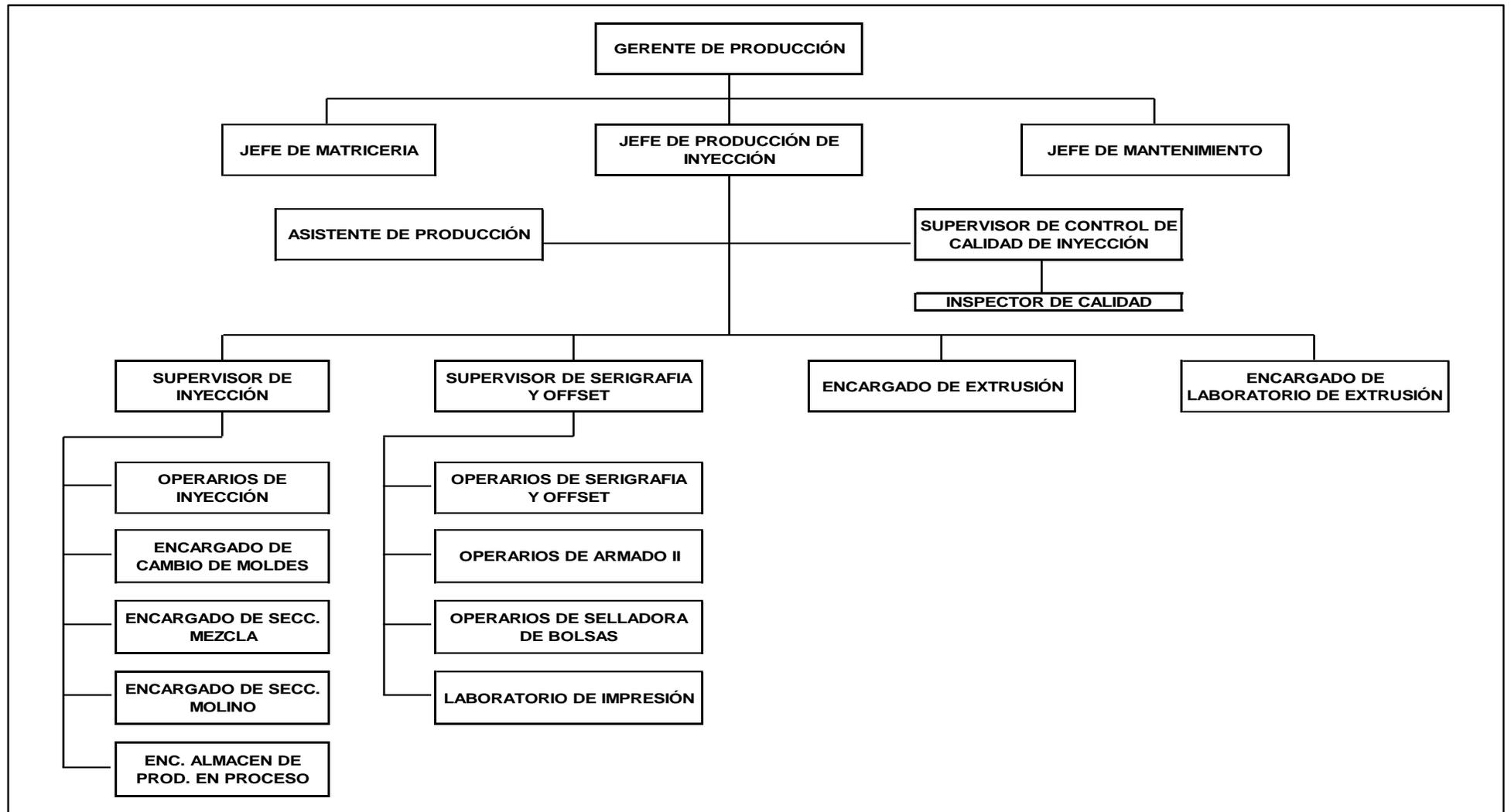


Figura 8. Organigrama de la empresa Artesco S.A.

Línea de Productos

Artesco S.A. dispone de una gran variedad de artículos escolares y de oficina los cuales son: reglas, escuadras, transportadores, cartucheras, loncheras, cooler, borrador para pizarra, compas, plantilla de letras, plantilla de mapa, curvígrafo, gomero, frascos de tempera, porta notas, bandeja portapapeles, entre otros. Se expone un resumen de la cartera de productos de la organización.

Tabla 5

Cartera de productos de la empresa

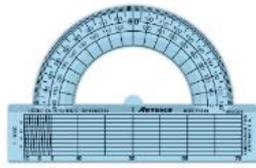
N°	Productos	N°	Productos
1	Regla 	2	Escuadra 
3	Transportador 	4	Cartuchera 
5	Lonchera 	6	Cooler 
7	Bandeja portapapel 	8	Tampón 

Tabla 6

Lista de artículos de Artesco S.A.

N°	LÍNEA	PRODUCTOS
1	Reglas	Regla 15 cm
2		Regla 20 cm
3		Regla 30 cm
4		Regla 40 cm
5		Regla 50 cm
6		Regla 60 cm
7	Escuadras	Esc 45 x 15 cm
8		Esc 60 x 15 cm
9		Esc 45 x 20 cm
10		Esc 60 x 20 cm
11		Esc 45 x 30 cm
12		Esc 60 x 30 cm
13	Transportadores	T - 180 x 9 cm
14		T - 180 x 10 cm
15		T - 360 x 10 cm
16		T - 360 x 20 cm
17	Cartucheras	Junior box
18		Multibox
19		Super box
20		Big box
21	Loncheras	Clasica
22		Nutribox
23		Purse
24	Cooler	Cooler
25	Utiles de oficina	Porta notas
26		Porta lapiceros
27		Porta clips
28		Bandeja premium
29		Bandeja portapapeles
30		Bandeja economica
31	Potes	Pote 30 ml
32		Pote 60 ml
33		Pote 110 ml
34		Pote 160 ml
35		Pote 227 ml
36		Pote 250 ml
37		Pote 500 ml
38		Pote 1 lt
39		Pote 1 kg
40	Tapas	Tapa 30 ml
41		Tapa 60 ml
42		Tapa 110 ml
43		Tapa 250 ml
44		Tapa 500 ml
45		Tapa 1 kg

Maquinaria y Equipo

En la actualidad las máquinas y equipos que son utilizados en el área de producción de inyección en la empresa Artesco S.A. son las siguientes

Tabla 7

Maquinarias y herramientas para el proceso productivo

N°	Maquinaria y Equipo	N°	Maquinaria y Equipo
1	<p data-bbox="454 622 582 660">Inyectora</p> 	2	<p data-bbox="1125 622 1300 660">Mezcladora</p> 
3	<p data-bbox="470 1003 566 1041">Molino</p> 	4	<p data-bbox="1173 1003 1252 1041">Tecele</p> 
5	<p data-bbox="470 1473 566 1512">Molde</p> 	6	<p data-bbox="1061 1473 1364 1512">Pato – Montacargas</p> 

4.1.1 Proceso de Producción

Para la producción de reglas irrompibles se plasman las siguientes actividades, las cuales se presentan a continuación

Mezclado: En esta actividad el operario se encarga de traer la resina y el pigmento del área de materia prima, una vez con los materiales, se procede a pesar los pigmentos, y llenar la mezcladora con la resina y el pigmento a utilizar, se programa la máquina acorde al tiempo que se necesita, se verifica que la mezcla se encuentre uniforme, luego se retira el mismo de la máquina y por último se traslada el material mezclado a la máquina inyectora.

Cambio de molde: En esta actividad el operario que cambia moldes se encarga de subir el molde a la máquina inyectora; en primer lugar, se mide el molde que se va subir a la máquina para verificar que la apertura de la inyectora sea más que el ancho del molde, luego se procede a amarrar el molde a la placa y botadores de la inyectora con ayuda del teclé y las herramientas adecuadas, una vez que se encuentra sujeto, se procede a colocar las mangueras de agua en los niples del molde.

Arranque de máquina: En esta actividad el operario de la inyectora se encarga de limpiar y ordenar el área de trabajo, dejar la máquina en condiciones óptimas para empezar el trabajo (armar caída de la máquina y mesa de trabajo), luego echar material mezclado a la tolva de la máquina para que el supervisor programe la máquina, colocando los parámetros de tiempos de enfriamiento, sostenimiento, inyectado entre otros y así empezar la producción.

Inyectado: En esta actividad el operario termina de llenar la tolva de la máquina para poder inyectar el producto.

Separado y Verificado: En esta actividad el operario espera que inyecte (cada dos coladas) para recoger y separar las reglas de la colada (romper con la mano y echar en una bolsa), verificando visualmente que el producto no este defectuoso.

Molido: En esta actividad el encargado del molino, recoge la bolsa con toda la merma (coladas y productos defectuosos) para ser molido y volver a traer a la inyectora para seguir produciendo.

Rebado: En esta actividad el operario agrupa las reglas y con una cuchilla (hechiza) corta los sobrantes de la cola y la rebaba formada al inyectar.

Encajado: En esta actividad el operario coloca las reglas en un cajón de madera y lo cubre con papel kraft (para evitar que se contamine), luego colocar el cajón en una parihuela y ser transportado a otra área.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Actividad: Fabricación de reglas 30 irrompible	Elaborado por: Christian Arcela	Hoja nro. 1 de 1
Departamento: Inyección	Operario: Miguel Alarcon	Metodo: <u>Actual</u> / Propuesto

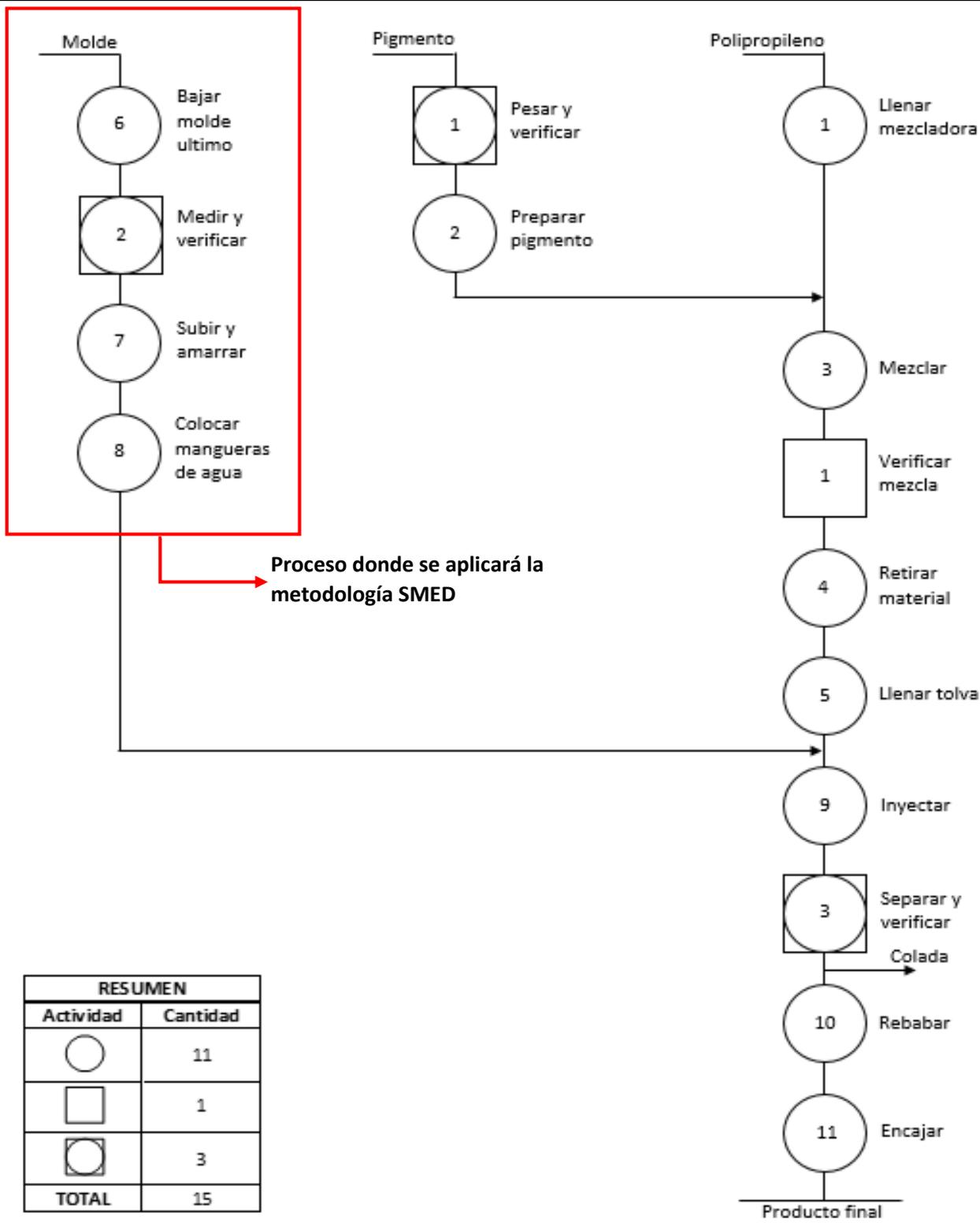


Figura 9. Diagrama de Operaciones del Proceso de la fabricación de reglas 30 cm irrompible

4.1.2 Actividades críticas del proceso de producción

A continuación, se detalla las causas raíces que producen una baja productividad en la línea de producción de reglas de la empresa Artesco S.A.

Tabla 8

Causas y frecuencias de la baja productividad en la empresa Artesco S.A.

DETALLE	CAUSAS	FRECUENCIA VALORIZADA	PORCENTAJE ACUMULADO
Demora en el cambio de molde	C1	16	18%
Procedimientos de trabajo inadecuado	C2	15	35%
Carecen de una metodología de trabajo	C3	15	52%
Desorden de repuestos y herramientas	C4	14	68%
Insuficiencia de herramientas	C5	11	81%
Actividades innecesarias durante el cambio	C6	5	86%
Mal uso de herramientas	C7	2	89%
Escases de control de operación	C8	1	90%
Paradas no programadas	C9	1	91%
No cuentan con orden y limpieza	C10	1	92%
Área limitada	C11	1	93%
Demora en la inspección de trabajo	C12	1	94%
Apoyo limitado de los supervisores	C13	1	95%
Repuestos de baja calidad	C14	1	97%
Poca iluminación	C15	1	98%
Rol de personal no definido	C16	1	99%
Experiencia limitada	C17	1	100%
	TOTAL	88	

Demora en el cambio de molde

Este punto se origina ya que se muestra un tiempo elevado en el proceso de desmontaje de molde, debido a que no hay un control en el trabajo que realiza el encargado de cambio de molde, ni los tiempos que le toma dicha actividad, todo ello origina que no se cumpla con el rendimiento norma y que haya una baja producción.

Tabla 9

Tiempo observado del proceso de cambio de molde (pre test)

Item	Operaciones	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				PROMEDIO
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	
		Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1										
1	Colocar la maquina en modo manual	0.08	0.09	0.10	0.11	0.07	0.09	0.13	0.14	0.08	0.11	0.13	0.07	0.10	0.08	0.15	0.11	0.10
2	Trasladar el teclé a la maquina inyectora	6.63	6.58	6.50	6.42	6.51	6.55	7.28	6.41	7.07	6.21	6.51	7.01	6.58	7.00	6.55	6.51	6.65
3	Buscar herramientas a utilizar	8.52	8.46	8.37	8.41	8.73	9.01	9.11	8.64	7.99	8.51	8.44	8.21	8.11	8.25	9.00	8.56	8.52
4	Trasladar herramientas a la maquina	4.33	4.57	4.20	4.35	4.29	4.26	5.00	5.05	4.50	4.44	4.37	4.52	4.41	5.02	4.48	4.39	4.51
5	Cerrar llave de agua	0.17	0.14	0.15	0.17	0.10	0.18	0.14	0.13	0.19	0.12	0.09	0.15	0.14	0.18	0.11	0.14	0.14
6	Desajustar abrazaderas de mangueras	2.33	2.35	2.20	2.34	2.27	2.31	2.41	2.17	2.50	2.31	2.19	2.42	2.33	2.37	2.31	2.37	2.32
7	Retirar las mangueras de agua del molde	2.00	2.15	2.27	2.18	2.20	2.30	2.27	2.31	2.40	2.17	2.30	2.25	2.31	2.19	2.41	2.24	2.25
8	Botar con aire el residuo de agua del molde	1.02	1.00	1.08	1.12	1.02	1.09	1.12	1.31	1.00	1.21	1.27	1.11	1.24	1.06	1.08	1.13	1.12
9	Engrasar las partes moldantes (fijo y movil)	1.58	2.01	2.10	2.09	2.00	2.05	2.13	2.09	2.08	1.34	2.21	2.05	2.31	2.15	2.28	2.22	2.04
10	Cierre de molde de forma lenta	0.08	0.10	0.16	0.18	0.09	0.07	0.12	0.06	0.11	0.10	0.14	0.09	0.17	0.09	0.08	0.15	0.11
11	Colocar los cancamos al molde	0.24	0.20	0.27	0.30	0.25	0.30	0.31	0.20	0.41	0.43	0.37	0.30	0.24	0.41	0.30	0.36	0.31
12	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del teclé	0.53	0.60	0.69	0.70	0.72	0.73	0.67	0.58	0.78	0.59	0.78	0.71	0.67	0.77	0.65	0.78	0.68
13	Tensar la cadena del teclé (no del todo)	0.17	0.15	0.25	0.30	0.31	0.24	0.21	0.27	0.30	0.28	0.33	0.13	0.34	0.24	0.38	0.30	0.26
14	Desajustar y sacar pernos de la placa botadora	2.25	2.23	2.27	2.30	2.21	2.25	2.31	2.40	2.37	2.33	2.26	2.40	2.35	2.33	2.39	2.21	2.30
15	Desajustar y sacar las chuletas del molde (dejar 1)	2.68	2.60	2.55	2.28	2.65	2.55	2.87	2.62	2.70	2.38	2.43	2.58	2.55	2.70	2.66	2.78	2.60
16	Abrir la placa movil	0.10	0.15	0.13	0.08	0.15	0.13	0.18	0.07	0.17	0.06	0.15	0.18	0.07	0.19	0.05	0.11	0.12
17	Desajustar y sacar los esparragos del molde	2.41	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.21	2.39	2.27	2.33	2.40	2.33	2.40	2.47	2.30	2.21	2.33
18	Desajustar y sacar la chuleta faltante	0.97	1.00	1.15	1.13	1.07	1.20	1.21	1.02	1.18	0.87	1.02	1.13	1.20	1.09	1.14	1.17	1.10
19	Bajar molde de la maquina inyectora	6.22	6.20	6.89	6.25	6.31	6.34	6.47	6.18	6.45	6.03	6.31	6.21	6.39	6.40	6.47	6.33	6.34
20	Retirar el cancamo y la cadena del teclé	0.39	0.36	0.38	0.37	0.40	0.50	0.50	0.47	0.34	0.50	0.43	0.48	0.31	0.44	0.51	0.43	0.43
21	Trasladar molde a almacén de moldes	4.21	4.19	3.99	4.11	3.79	4.31	5.12	3.63	4.68	4.05	4.15	4.66	3.50	4.88	4.00	5.01	4.27
22	Guardar molde en almacén	11.25	10.99	11.50	11.68	11.00	10.86	11.34	10.87	11.32	11.58	10.89	11.42	10.91	11.02	11.00	11.24	11.18
23	Sacar molde a utilizar	9.58	9.44	10.01	9.32	9.78	9.37	10.21	9.30	9.89	10.08	9.39	9.58	10.11	9.48	9.53	10.08	9.70
24	Trasladar molde a maquina inyectora	3.61	4.78	3.50	4.28	3.59	3.88	3.94	4.01	3.67	3.76	3.79	4.00	3.55	3.51	3.50	3.78	3.82
25	Colocar el cancamo al molde	0.29	0.31	0.37	0.40	0.43	0.50	0.41	0.44	0.35	0.50	0.51	0.49	0.52	0.33	0.46	0.48	0.42
26	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del teclé	0.61	0.65	0.50	0.70	0.55	0.53	0.75	0.62	0.79	0.52	0.78	0.79	0.48	0.59	0.53	0.58	0.62
27	Subir el molde a la maquina	6.19	6.20	6.50	6.21	6.28	6.41	6.35	6.27	6.47	6.08	6.45	6.39	6.50	6.54	6.24	6.49	6.35
28	Centrar el molde con la placa fija	2.35	2.39	2.41	2.48	2.37	2.50	2.59	2.63	2.70	2.19	2.49	2.58	2.61	2.34	2.39	2.58	2.48
29	Verificar que las distancias del molde sean iguales en placa	1.14	1.11	1.22	1.19	1.20	1.10	1.21	1.20	1.18	1.24	1.10	1.19	1.14	1.16	1.26	1.17	1.18
30	Sujetar el molde con chuletas a la placa fija	3.68	3.70	3.72	3.57	3.57	3.65	3.58	3.62	3.41	3.46	3.60	3.59	3.62	3.72	3.70	3.66	3.62
31	Acercar placa movil	0.09	0.05	0.08	0.07	0.10	0.08	0.13	0.10	0.07	0.12	0.08	0.06	0.07	0.13	0.06	0.10	0.09
32	Enroscar esparragos al molde	2.21	2.15	2.18	2.25	2.17	2.20	2.31	2.18	2.25	2.30	2.24	2.25	2.27	2.30	2.15	2.19	2.23
33	Cerrar la placa movil con el molde	0.11	0.10	0.15	0.13	0.09	0.08	0.15	0.10	0.09	0.08	0.14	0.09	0.15	0.13	0.08	0.12	0.11
34	Sujetar el molde con chuletas a la placa movil	3.52	3.58	3.46	3.60	3.57	3.58	3.62	3.69	3.49	3.38	3.61	3.47	3.45	3.50	3.48	3.61	3.54
35	Retirar el cancamo y la cadena del teclé	0.42	0.54	0.53	0.40	0.39	0.42	0.39	0.51	0.47	0.60	0.38	0.45	0.39	0.57	0.44	0.37	0.45
36	Abrir molde	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.10	0.09	0.12	0.08	0.14	0.10	0.08	0.07	0.12	0.08	0.11	0.09
37	Avanzar botador	0.06	0.06	0.07	0.05	0.05	0.09	0.10	0.04	0.06	0.08	0.06	0.11	0.10	0.08	0.05	0.13	0.07
38	Empernar esparragos a placa botadora (de inyectora)	2.32	2.30	2.27	2.40	2.29	2.29	3.01	2.36	2.40	2.28	2.34	2.38	2.29	2.34	2.36	2.40	2.38
39	Retroceder botadores	0.06	0.08	0.10	0.05	0.09	0.06	0.12	0.04	0.06	0.08	0.06	0.11	0.10	0.08	0.05	0.13	0.08
40	Verificar y medir conectores de agua	0.71	0.72	0.78	0.68	0.65	0.59	0.65	0.67	0.68	0.76	0.74	0.68	0.59	0.61	0.70	0.69	0.68
41	Buscar mangueras por medida de conector	8.21	7.76	8.10	8.04	9.23	7.35	7.18	8.05	7.28	8.61	8.44	7.85	8.09	9.22	7.82	7.45	8.04
42	Trasladar mangueras a máquina	2.19	2.35	2.30	2.18	2.20	2.15	2.21	2.41	2.10	2.20	2.36	2.15	2.09	2.08	2.18	2.21	2.21
43	Colocar mangueras de agua al molde	4.52	4.80	5.00	4.61	4.67	4.50	4.47	4.71	4.64	4.37	4.55	4.61	4.58	4.47	4.68	4.55	4.61
44	Ajustar abrazadera a manguera de agua	2.87	2.90	2.91	2.76	2.79	2.61	2.57	2.87	2.94	3.01	2.81	2.58	2.95	3.05	2.99	2.71	2.83
45	Abrir llave de agua	0.21	0.26	0.24	0.19	0.20	0.15	0.34	0.28	0.18	0.32	0.21	0.26	0.38	0.15	0.19	0.30	0.24
46	Ordenar area de trabajo	8.76	8.56	8.66	8.80	8.35	8.64	8.89	8.54	8.82	8.57	8.71	8.49	8.52	7.99	8.10	8.22	8.54
		121.96	123.19	124.58	123.59	123.15	122.55	128.38	123.77	124.96	122.68	124.11	124.64	123.25	125.82	123.32	124.86	124.05

En la tabla 9, se mostró el tiempo observado de cada tarea del proceso de cambio de molde y también el periodo completo promedio del total del proceso, el cual se realiza cada semana, siendo un total de 16 cambios de molde como pre test; de esa manera nos damos cuenta que el tiempo de cambio de molde es 2 horas aproximadamente, siendo un tiempo elevado para dicho proceso, esto servirá para evidenciar la eficiencia, eficacia y productividad de la regla 30 irrompible.

Procedimientos de trabajo inadecuado

En este punto se carece de un formato o diagrama del proceso de producción, tan solo cuentan con un instructivo el cual no indica al detalle el proceso del cambio de molde.

ARTESCO®	INSTRUCTIVO PARA COLOCAR UN MOLDE	IT 011 Versión 001 Sección: INYECCIÓN
ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Cynthia Zegarra	Ing. Mario Castro	Ing. Mario Castro

I. OBJETIVO

El presente instructivo tiene como objetivo realizar la operación de colocar un molde en una máquina inyectora de una forma correcta y segura que garantice un trabajo que evite accidentes del personal, molde o máquina.

II. ALCANCE

El siguiente instructivo será la guía de todo el personal que trabaja en el área de inyección.

III. RESPONSABLES

El supervisor de producción será el responsable del funcionamiento correcto y de asegurar la eficiencia durante el proceso.

IV. INSTRUCTIVO

1. El operario encargado del cambio de molde y el ayudante se colocarán los siguientes equipos de protección personal (EPP): guantes, casco, botas con punta de acero.
2. El ayudante para el cambio de molde será el operario de la máquina, el cual prestará todo tipo de ayuda necesaria durante toda la operación de instalación del molde.
3. Llevar el carro de herramientas y verificar que las herramientas que contenga estén en buen estado.
4. Seleccionar el molde que se va a colocar y verificar el tipo de conexión para la máquina y el molde. Si es un molde de colada caliente, buscar el cable eléctrico correspondiente.
5. Ubicar el molde y retirarlo de su estante con la ayuda del pato elevador hidráulico.
6. Trasladar el molde hasta la máquina en el pato hidráulico.
7. Pedir al área de Mantenimiento que revise las conexiones y la continuidad de las resistencias eléctricas del molde.
8. Revisar en plano el tipo y diámetro de la boquilla según el molde y la máquina.
9. Verificar que la boquilla del molde, el anillo centrador y el radio del cañón y molde estén en buen estado.
10. Verificar que las chuletas y los pernos sean los adecuados (rosca milimétrica o pulgadas).
11. Limpiar la placa de la inyectora: pasarle lija muerta y protegerla con una ligera capa de petróleo.
12. Pedir al Supervisor que coloque el tonelaje de la máquina para ese molde.
13. Tomar la medida de la altura del molde.
14. Colocarle la altura de la inyectora a la altura tomada del molde más 1 cm, verificando la medida con la placa cerrada.
15. Trasladar el tacle hasta la máquina con el ayudante y sujetar el molde con el gancho del tacle, la cadena y el cáncamo del molde.

Figura 10. Instructivo de colocar un molde de la empresa Artesco S.A.

Carecen de una metodología de trabajo

En este punto el proceso de fabricación no cuenta con una metodología de trabajo y menos en el proceso de cambio de molde, es ahí donde se centra el problema de la baja productividad, por esta falta de metodología es que no se obtiene un trabajo mejorado y estandarizado. Es por ello que el encargado del cambio de moldes no sigue un patrón de trabajo y solo se basa en la experiencia que pueda tener.



Figura 11. Cambio de molde de manera empírica

Desorden de repuestos y herramientas

En este punto vemos que los repuestos y herramientas no cuentan con un orden específico y es ahí donde ocurre también la demora para el cambio de molde, ya que las cosas no se encuentran con facilidad y tampoco se lleva un control de inventario de dichas herramientas y repuestos.



Figura 12. Desorden de herramientas y repuestos

4.1.3 Diagnóstico de situación actual

En la empresa Artesco S.A. existen variedad de dilemas y dificultades dentro del proceso de cambio de molde, por ello se observó que existe una pérdida de tiempo o demora al llevar a cabo dicha actividad, ello ocasiona que la máquina inyectora este más tiempo parada; es por eso que se hizo un análisis y se recolecto datos de la problemática, dando como conclusión la existencia de demora del proceso, no cuentan con un procedimiento adecuado para realizar la actividad, demora en el traslado de herramientas para el cambio de molde.

Tampoco se estableció un tiempo adecuado para realizar dicha actividad, ni posee las herramientas adecuadas para agilizar la actividad, como tampoco el orden suficiente de dichas herramientas. Para ello se vio en la necesidad de aplicar el método SMED, el cual nos permitirá reducir los tiempos de dicha actividad.

Tabla 10

Tareas internas – externas del proceso de cambio de molde

			ANTES DE APLICAR SMED						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (min)	SÍMBOLOS					TAREAS	
			○	⇒	◻	□	▽	Internas	Externas
1	Colocar la maquina en modo manual	0.10	•					X	
2	Trasladar el tecla a la maquina inyectora	6.65		•				X	
3	Buscar herramientas a utilizar	8.52	•					X	
4	Trasladar herramientas a la maquina	4.51		•				X	
5	Cerrar llave de agua	0.14	•					X	
6	Desajustar abrazaderas de mangueras	2.32	•					X	
7	Retirar las mangueras de agua del molde	2.25	•					X	
8	Botar con aire el residuo de agua del molde	1.12	•					X	
9	Engrasar las partes moldantes (fijo y movil)	2.04	•					X	
10	Cierre de molde de forma lenta	0.11			•			X	
11	Colocar los cancamos al molde	0.31	•					X	
12	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del tecla	0.68	•					X	

13	Tensar la cadena del tecle (no del todo)	0.26	•					X	
14	Desajustar y sacar pernos de la placa botadora	2.30	•					X	
15	Desajustar y sacar las chuletas del molde (dejar 1)	2.60	•					X	
16	Abrir la placa movil	0.12			•			X	
17	Desajustar y sacar los esparragos del molde	2.33	•					X	
18	Desajustar y sacar la chuleta faltante	1.10	•					X	
19	Bajar molde de la maquina inyectora	6.34	•					X	
20	Retirar el cancamo y la cadena del tecle	0.43	•					X	
21	Trasladar molde a almacen de moldes	4.27		•				X	
22	Guardar molde en almacen	11.18					•		X
23	Sacar molde a utilizar	9.70					•		X
24	Trasladar molde a maquina inyectora	3.82		•				X	
25	Colocar el cancamo al molde	0.42	•					X	
26	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del tecle	0.62	•					X	
27	Subir el molde a la maquina	6.35	•					X	
28	Centrar el molde con la placa fija	2.48	•					X	
29	Verificar que las distancias del molde sean iguales en placa	1.18				•		X	
30	Sujetar el molde con chuletas a la placa fija	3.62	•					X	
31	Acercar placa movil	0.09			•			X	
32	Enroscar esparragos al molde	2.23	•					X	
33	Cerrar la placa movil con el molde	0.11			•			X	
34	Sujetar el molde con chuletas a la placa movil	3.54	•					X	
35	Retirar el cancamo y la cadena del tecle	0.45	•					X	
36	Abrir molde	0.09			•			X	
37	Avanzar botador	0.07			•			X	
38	Empernar esparragos a placa botadora (de inyectora)	2.38	•					X	
39	Retroceder botadores	0.08			•			X	
40	Verificar y medir conectores de agua	0.68				•		X	

41	Buscar mangueras por medida de conector	8.04	•					X	
42	Trasladar mangueras a máquina	2.21		•				X	
43	Colocar mangueras de agua al molde	4.61	•					X	
44	Ajustar abrazadera a manguera de agua	2.83	•					X	
45	Abrir llave de agua	0.24	•					X	
46	Ordenar area de trabajo	8.54	•					X	
TOTAL		124.06	30	5	7	2	2	103.18	20.88

En la tabla 10, se evidencia el proceso de cambio de molde con los tiempos de cada tarea, a la vez muestra la cantidad de tareas internas (44) y tareas externas (2), dando un total de 46 tareas; también se muestra el tiempo de tareas internas (103.18 minutos) y el tiempo de tareas externas (20.88 minutos), dando un total de tiempo de cambio de molde de 124.06 minutos.

Estas cantidades nos servirá como evidencia para poder aplicar las fórmulas de los indicadores y de esta manera se llegó a conseguir las cifras previas a la aplicación de la metodología SMED.

Evaluación del proceso antes de aplicar SMED

Tareas de preparación interna (pre test)

Tabla 11

Tareas de preparación interna (pre test)

$$\%TPI = \frac{NTI}{NTT} \times 100$$

Número de tareas internas	Número total de tareas	% Tareas de preparación interna
44	46	96%

En la tabla 11, se dio como resultado que el indicador del porcentaje del número de tareas internas, previo a la aplicación de la metodología SMED es de un 96%, dando como criterio de cumplimiento a la actividad de cambio de molde como no satisfactorio.

Tiempo de tarea de preparación interna (pre test)

Tabla 12

Tiempo de tarea de preparación interna (pre test)

$$\%TTPI = \frac{TATI}{TTT} \times 100$$

Tiempo actual de tareas internas	Tiempo total de tareas	% Tiempo de tarea de preparación interna
103.18	124.06	83%

En la tabla 12, se dio como resultado que el indicador del porcentaje de tiempo de tarea de preparación interna, previo a la aplicación de la metodología SMED es de un 83%, dando como criterio de cumplimiento a la actividad de cambio de molde como no satisfactorio.

Tiempo mejorado (pre test)

Tabla 13

Tiempo mejorado (pre test)

$$\%TM = \frac{TU}{TP} \times 100$$

Tiempo utilizado	Tiempo programado	% Tiempo mejorado
103.18	124.06	83%

En la tabla 13, se dio como resultado que el indicador del porcentaje de tiempo mejorado, previo a la aplicación de la metodología SMED es de un 83%, dando como criterio de cumplimiento a la actividad de cambio de molde como no satisfactorio.

Para calcular la productividad de la regla de 30 irrompible se procedió a calcular primero la eficiencia y eficacia los cuales están sujetos al porcentaje de horas máquina y porcentaje de producción de la máquina respectivamente; por ello estos últimos se toman como indicadores.

Horas máquina (fórmula)

$$\%HM = \frac{HMU}{HMP} \times 100$$

Producción de máquina (fórmula)

$$\%PM = \frac{PRHM}{PPHM} \times 100$$

Tabla 14

Datos eficiencia, eficacia y productividad antes de aplicar SMED

MES	SEMANA	TURNO	DÍA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN REAL	HORAS PROGRAMADA	HORAS REAL	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
ABRIL	Semana 1	Turno 1	Día 1	10000	8595	12	10.31	85.95	85.92	73.85
	Semana 2	Turno 1	Día 2	10000	8573	12	10.29	85.73	85.75	73.51
	Semana 3	Turno 1	Día 3	10000	8568	12	10.28	85.68	85.67	73.40
	Semana 4	Turno 1	Día 4	10000	8575	12	10.29	85.75	85.75	73.53
MAYO	Semana 5	Turno 1	Día 5	10000	8578	12	10.29	85.78	85.75	73.56
	Semana 6	Turno 1	Día 6	10000	8579	12	10.29	85.79	85.75	73.56
	Semana 7	Turno 1	Día 7	10000	8516	12	10.22	85.16	85.17	72.53
	Semana 8	Turno 1	Día 8	10000	8561	12	10.27	85.61	85.58	73.27
JUNIO	Semana 9	Turno 1	Día 9	10000	8559	12	10.27	85.59	85.58	73.25
	Semana 10	Turno 1	Día 10	10000	8597	12	10.32	85.97	86.00	73.93
	Semana 11	Turno 1	Día 11	10000	8558	12	10.27	85.58	85.58	73.24
	Semana 12	Turno 1	Día 12	10000	8561	12	10.27	85.61	85.58	73.27
JULIO	Semana 13	Turno 1	Día 13	10000	8580	12	10.30	85.80	85.83	73.65
	Semana 14	Turno 1	Día 14	10000	8537	12	10.24	85.37	85.33	72.85
	Semana 15	Turno 1	Día 15	10000	8572	12	10.29	85.72	85.75	73.50
	Semana 16	Turno 1	Día 16	10000	8562	12	10.27	85.62	85.58	73.28

85.67	85.66	73.39
--------------	--------------	--------------

En la tabla14, podemos observar que la eficiencia dio como resultado un promedio de 85.67%, la eficacia un 85.66% y la productividad un 73.39% siendo resultados bajos ya que toda esta data se presentó antes de aplicar SMED.

4.2 Situación propuesta de la empresa

4.2.1 Selección de una metodología

Uso de herramienta

Para elegir que metodología es la indicada para aumentar la productividad mediante la mejora del proceso de cambio de molde, se utilizará la matriz de priorización.

Opciones de metodología

Dentro de los instrumentos de la ingeniería, para acrecentar la productividad, para la mejora del proceso de cambio de molde, se tiene opciones al Lean, SMED y Estudio del trabajo.

Establecer los criterios

En este punto para establecer que criterios son los mejores para aplicar alguna de estas herramientas, utilizamos criterios tales como el tiempo de implementación, complejidad, conocimiento requerido, rentabilidad.

Tabla 15

Criterios para elección de metodología

FACTORES	DESCRIPCIÓN
Tiempo de implementación	Se tiene la interrogante: ¿En cuánto tiempo se obtendrá la mejora?
Complejidad	Tener personal especializado para aplicar dicha herramienta, dificultad del uso y aplicación de la herramienta.
Conocimiento requerido	Necesidad de conocimiento especializados para la aplicación de dicha herramienta
Rentabilidad	Mejora el orden y el proceso, reducción de actividades, mejora los tiempos improductivos

Ponderación de los criterios

Para determinar la importancia de cada criterio relativamente, se establecerá la ponderación de cada uno, para ello se presenta el rango de puntuación para medir cada criterio a estudiar.

- **10 pts.:** El criterio (columna) es mucho más significativo que el criterio (fila)
- **5 pts.:** El criterio (columna) es más significativo que el criterio (fila)
- **1 pt.:** Ambos criterios (columna – fila) son igual de significativos
- **0.2 pts.:** El criterio (columna) es menos significativo que el criterio (fila)
- **0.1 pt.:** El criterio (columna) es mucho menos significativo que el criterio (fila)

Tabla 16

Ponderación de criterio

	Rentabilidad	Tiempo de implementación	Complejidad	Conocimiento requerido	Total	Peso ponderado
Rentabilidad		5	1	1	7.00	0.38
Tiempo de implementación	0.2		1	5	6.20	0.34
Complejidad	1	1		1	3.00	0.16
Conocimiento requerido	1	0.2	1		2.20	0.12
Total					18.40	1.00

Calificación de opciones por cada criterio

Tabla 17

Calificación de opciones por criterio de rentabilidad

Rentabilidad	Lean	SMED	Estudio del trabajo	Total	Peso relativo
Lean		5	1	6	0.48
SMED	0.2		5	5.2	0.42
Estudio del trabajo	1	0.2		1.2	0.10
Total				12.4	1.00

Tabla 18

Calificación de opciones por criterio de tiempo de implementación

Tiempo de implementación	Lean	SMED	Estudio del trabajo	Total	Peso relativo
Lean		1	1	2	0.22
SMED	1		5	6	0.65
Estudio del trabajo	1	0.2		1.2	0.13
Total				9.2	1.00

Tabla 19

Calificación de opciones por criterio de complejidad

Complejidad	Lean	SMED	Estudio del trabajo	Total	Peso relativo
Lean		1	0.2	1.2	0.13
SMED	1		1	2	0.22
Estudio del trabajo	5	1		6	0.65
Total				9.2	1.00

Tabla 20

Calificación de opciones por criterio de conocimiento requerido

Conocimiento requerido	Lean	SMED	Estudio del trabajo	Total	Peso relativo
Lean		5	1	6	0.48
SMED	0.2		0.2	0.4	0.03
Estudio del trabajo	1	5		6	0.48
Total				12.4	1.00

Tabla 21

Resumen de calificación de opción por cada criterio

	Lean	SMED	Estudio del trabajo
Rentabilidad	0.48	0.42	0.10
Tiempo de implementación	0.22	0.65	0.13
Complejidad	0.13	0.22	0.65
Conocimiento requerido	0.48	0.03	0.48

Calificación total de opción por criterio ponderado

En este último punto se pasa a combinar los datos, tanto de las calificaciones del criterio ponderado con respecto a las opciones, para encontrar la mejor opción o en este caso la metodología que mejor sirva para mejorar el proceso de cambio de molde y poder aumentar la productividad.

Tabla 22

Calificación total de opción por criterio ponderado

	Ponderado	Lean		SMED		Estudio del trabajo	
		Calificación	Porcentaje	Calificación	Porcentaje	Calificación	Porcentaje
Rentabilidad	0.38	0.48	18.4%	0.42	16.0%	0.10	3.7%
Tiempo de implementación	0.34	0.22	7.3%	0.65	22.0%	0.13	4.4%
Complejidad	0.16	0.13	2.1%	0.22	3.5%	0.65	10.6%
Conocimiento requerido	0.12	0.48	5.8%	0.03	0.4%	0.48	5.8%
Total			34%		42%		24%

En la tabla 22, obtenemos que la mejor opción de metodología para aplicar en el proceso de desmontaje de molde con el fin de aumentar la productividad es el SMED, dado que se obtuvo un puntaje de 42%, siendo el mejor con respecto a todas las opciones.

Tabla 23

Cronograma de actividades de la aplicación del SMED

ITEM	TAREA	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Identificar los problemas de la empresa	■																															
2	Descripción de los procesos e identificación de las actividades	■																															
3	Recolección de datos de la empresa (pre test)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																	
4	Planteamiento de la propuesta de mejora															■																	
5	Presentación de propuesta al área gerencial															■	■																
6	Identificar alternativas de solución																■																
7	Elaboración de la propuesta de mejora (post test)																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	Implementación de la propuesta de mejora																									■	■						
9	Observacion del metodo de trabajo actual																									■	■						
10	Recopilar información de los datos obtenidos																											■					
11	Comparar los análisis de los datos pre test y post test																												■				
12	Presentar los datos comparativos a la jefatura encargada																													■			
13	Aplicación del SMED																														■		
14	Presentacion de cambios a gerencia al aplicar la herramienta SMED																															■	

4.2.2 Aplicación del SMED

4.2.2.1 Preparación

La preparación del SMED se realizó de forma ordenada, en primer lugar, se tuvo una reunión con la gerencia de producción y los jefes directos, en el cual se comunicó al encargado del cambio de molde y todos los trabajadores implicados sobre la aplicación de dicha metodología, indicando la mejora que se busca, la de aumentar la productividad y los beneficios que el SMED aporta, tanto a la máquina y herramientas, como al personal involucrado.

Seguido de ello, se estudió y evaluó las condiciones que atraviesa la línea de producción y se llegó a la conclusión que el problema se encuentra en la demora del proceso de cambio de molde y el efecto que tiene a partir de la productividad, eficiencia y eficacia de dicha línea, como ya se explicó en la situación actual de la empresa. Para la aplicación del SMED se realizó una programación de actividades, en la que se presentó las tareas a realizar durante la aplicación de dicha metodología.

Y por último se dio el alcance de las tareas necesarias para la aplicación del SMED, a su vez el esquema a realizar para incrementar los tiempos del proceso de cambio de molde en la máquina inyectora.

4.2.2.2 Implementación

Separar tareas internas y externas

Este punto radica en detectar todas las tareas del proceso de cambio de molde y separar las tareas internas, las cuales se dan con la máquina en reposo (parada), y las tareas externas, la cuales se dan con la máquina en movimiento.

Tabla 24

Separar tareas internas y externas con aplicación de SMED

			SEPARAR TAREAS INTERNAS - EXTERNAS						
ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (min)	SÍMBOLOS					TAREAS	
			○	⇒	◐	□	▽	Internas	Externas
1	Colocar la maquina en modo manual	0.10	•					X	
2	Trasladar el tecle a la maquina inyectora	6.65		•				X	
3	Buscar herramientas a utilizar	8.52	•					X	
4	Trasladar herramientas a la maquina	4.51		•				X	
5	Cerrar llave de agua	0.14	•					X	
6	Desajustar abrazaderas de mangueras	2.32	•					X	
7	Retirar las mangueras de agua del molde	2.25	•					X	
8	Botar con aire el residuo de agua del molde	1.12	•					X	
9	Engrasar las partes moldantes (fijo y movil)	2.04	•					X	
10	Cierre de molde de forma lenta	0.11			•			X	
11	Colocar los cancamos al molde	0.31	•					X	
12	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del tecle	0.68	•					X	
13	Tensar la cadena del tecle (no del todo)	0.26	•					X	
14	Desajustar y sacar pernos de la placa botadora	2.30	•					X	
15	Desajustar y sacar las chuletas del molde (dejar 1)	2.60	•					X	
16	Abrir la placa movil	0.12			•			X	
17	Desajustar y sacar los esparragos del molde	2.33	•					X	
18	Desajustar y sacar la chuleta faltante	1.10	•					X	
19	Bajar molde de la maquina inyectora	6.34	•					X	
20	Retirar el cancamo y la cadena del tecle	0.43	•					X	

21	Trasladar molde a almacen de moldes	4.27		•				X	
22	Guardar molde en almacen	11.18					•		X
23	Sacar molde a utilizar	9.70					•		X
24	Trasladar molde a maquina inyectora	3.82		•				X	
25	Colocar el cancamo al molde	0.42	•					X	
26	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del tecele	0.62	•					X	
27	Subir el molde a la maquina	6.35	•					X	
28	Centrar el molde con la placa fija	2.48	•					X	
29	Verificar que las distancias del molde sean iguales en placa	1.18				•		X	
30	Sujetar el molde con chuletas a la placa fija	3.62	•					X	
31	Acercar placa movil	0.09			•			X	
32	Enroscar esparragos al molde	2.23	•					X	
33	Cerrar la placa movil con el molde	0.11			•			X	
34	Sujetar el molde con chuletas a la placa movil	3.54	•					X	
35	Retirar el cancamo y la cadena del tecele	0.45	•					X	
36	Abrir molde	0.09			•			X	
37	Avanzar botador	0.07			•			X	
38	Empernar esparragos a placa botadora (de inyectora)	2.38	•					X	
39	Retroceder botadores	0.08			•			X	
40	Verificar y medir conectores de agua	0.68				•		X	
41	Buscar mangueras por medida de conector	8.04	•					X	
42	Trasladar mangueras a máquina	2.21		•				X	
43	Colocar mangueras de agua al molde	4.61	•					X	
44	Ajustar abrazadera a manguera de agua	2.83	•					X	
45	Abrir llave de agua	0.24	•					X	
46	Ordenar area de trabajo	8.54	•					X	
TOTAL		124.06	30	5	7	2	2	103.18	20.88

En la tabla 24, se evidencia el proceso de cambio de molde con los tiempos de cada tarea actualmente, y vemos que cuenta con 44 tareas internas y 2 tareas externas, dando un total de 46 tareas; también nos muestra el tiempo de las tareas internas y externas los cuales son 103.18 y 20.88 minutos respectivamente, dando un total del tiempo del proceso de cambio de molde de 124.06 minutos.

Convertir tareas internas en externas

Este punto es para analizar que otras operaciones se pueden llevar a cabo con la máquina en funcionamiento, para así pasar a ser tareas externas y poder reducir la parada de máquina; esto se puede obtener con mejorar el método de trabajo o modificar algunos equipos o herramientas.

Tabla 25

Convertir tareas internas en externas con aplicación de SMED

			CONVERTIR TAREAS INTERNAS A EXTERNAS						
ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (min)	SÍMBOLOS					TAREAS	
			○	⇒	◐	□	▽	Internas	Externas
1	Colocar la maquina en modo manual	0.10	•					X	
2	Trasladar el tecla a la maquina inyectora	6.65		•					X
3	Buscar herramientas a utilizar	8.52	•						X
4	Trasladar herramientas a la maquina	4.51		•					X
5	Cerrar llave de agua	0.14	•					X	
6	Desajustar abrazaderas de mangueras	2.32	•					X	
7	Retirar las mangueras de agua del molde	2.25	•					X	
8	Botar con aire el residuo de agua del molde	1.12	•					X	
9	Engrasar las partes moldantes (fijo y movil)	2.04	•					X	
10	Cierre de molde de forma lenta	0.11			•			X	
11	Colocar los cancamos al molde	0.31	•					X	
12	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del tecla	0.68	•					X	

13	Tensar la cadena del tecle (no del todo)	0.26	•					X	
14	Desajustar y sacar pernos de la placa botadora	2.30	•					X	
15	Desajustar y sacar las chuletas del molde (dejar 1)	2.60	•					X	
16	Abrir la placa movil	0.12			•			X	
17	Desajustar y sacar los esparragos del molde	2.33	•					X	
18	Desajustar y sacar la chuleta faltante	1.10	•					X	
19	Bajar molde de la maquina inyectora	6.34	•					X	
20	Retirar el cancamo y la cadena del tecle	0.43	•					X	
21	Trasladar molde a almacen de moldes	4.27		•					X
22	Guardar molde en almacen	11.18					•		X
23	Sacar molde a utilizar	9.70					•		X
24	Transladar molde a maquina inyectora	3.82		•					X
25	Colocar el cancamo al molde	0.42	•					X	
26	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del tecle	0.62	•					X	
27	Subir el molde a la maquina	6.35	•					X	
28	Centrar el molde con la placa fija	2.48	•					X	
29	Verificar que las distancias del molde sean iguales en placa	1.18				•		X	
30	Sujetar el molde con chuletas a la placa fija	3.62	•					X	
31	Acercar placa movil	0.09			•			X	
32	Enroscar esparragos al molde	2.23	•					X	
33	Cerrar la placa movil con el molde	0.11			•			X	
34	Sujetar el molde con chuletas a la placa movil	3.54	•					X	
35	Retirar el cancamo y la cadena del tecle	0.45	•					X	
36	Abrir molde	0.09			•			X	
37	Avanzar botador	0.07			•			X	
38	Empernar esparragos a placa botadora (de inyectora)	2.38	•					X	
39	Retroceder botadores	0.08			•			X	
40	Verificar y medir conectores de agua	0.68				•		X	

41	Buscar mangueras por medida de conector	8.04	•						X
42	Trasladar mangueras a máquina	2.21		•					X
43	Colocar mangueras de agua al molde	4.61	•					X	
44	Ajustar abrazadera a manguera de agua	2.83	•					X	
45	Abrir llave de agua	0.24	•					X	
46	Ordenar area de trabajo	8.54	•					X	
TOTAL		124.06	30	5	7	2	2	65.16	58.90

En la tabla 25, se presenta el proceso de cambio de molde con los tiempos y actividades ya habiendo cambiado de tareas internas a externas, por ello vemos que cuenta con 37 tareas internas y 9 tareas externas, dando un total de 46 tareas; también nos muestra el tiempo de las tareas internas y externas los cuales son 65.16 y 58.90 minutos respectivamente, dando un total del tiempo del proceso de cambio de molde de 124.06 minutos. Todo esto se dio gracias a dicha metodología y las reuniones post cambio de molde, ya que se cuenta con la opinión e ideas de los colaboradores para reducir los tiempos.

Mejorar tareas

En este punto se mejoró los aspectos de todas las tareas (tanto internas como externas). Para llevar a cabo esto se presentó un cuadro un cuadro con todas las actividades tanto interna como externas, las cuales serán mejoradas acorde al tiempo en que se ejecuta.

Tabla 26

Tareas internas y externas a mejorar

			MEJORAR LAS TAREAS INTERNAS - EXTERNAS						
ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (min)	SÍMBOLOS					TAREAS	
			○	⇒	D	□	▽	Internas	Externas
3	Buscar herramientas a utilizar	8.52	•						X
4	Trasladar herramientas a la maquina	4.51		•					X
9	Engrasar las partes moldantes (fijo y movil)	2.04	•					X	
15	Desajustar y sacar las chuletas del molde (dejar 1)	2.60	•					X	
18	Desajustar y sacar la chuleta faltante	1.10	•					X	
30	Sujetar el molde con chuletas a la placa fija	3.62	•					X	
34	Sujetar el molde con chuletas a la placa movil	3.54	•					X	
41	Buscar mangueras por medida de conector	8.04	•						X
42	Trasladar mangueras a máquina	2.21		•					X
46	Ordenar area de trabajo	8.54	•					X	
TOTAL		44.72	8	2				21.44	23.28

En la tabla 26, se mostró todas las actividades las cuales fueron seleccionadas para su mejoría y así reducir el tiempo de dichas tareas, ya sean internas como externas. Obtenemos como dato que las mejoras se realizaran a 10 tareas en total, 6 internas y 4 externas, con un tiempo de 21.44 y 23.28 minutos respectivamente.

Ahora se mostrará un cuadro con las mejoras de dichas actividades y la reducción de su tiempo de ejecución, con el fin de aminorar y mejorar el periodo de tiempo del proceso de cambio de molde.

Tabla 27

Mejora de las tareas internas y externas

ÍTEM	TAREAS	MEJORAS
3	Buscar herramientas a utilizar	Se mejoró el orden de las herramientas y repuestos, a la vez se utilizó un coche de herramientas para su almacenaje. Por eso ya no hay necesidad de realizar esta tarea de búsqueda.
4	Trasladar herramientas a la maquina	Se utilizó un coche de herramientas, para facilitar su traslado y disminuir su tiempo
9	Engrasar las partes moldantes (fijo y móvil)	Se adquirió una grasa protectora en spray para una mejor y más rápida aplicación, a su vez esta no necesita pasar por limpieza de molde
15	Desajustar y sacar las chuletas del molde (dejar 1)	Se adquirió una pistola de impacto neumática para reducir el tiempo de ajuste y desajuste de pernos
18	Desajustar y sacar la chuleta faltante	Se adquirió una pistola de impacto neumática para reducir el tiempo de ajuste y desajuste de pernos
30	Sujetar el molde con chuletas a la placa fija	Se adquirió una pistola de impacto neumática para reducir el tiempo de ajuste y desajuste de pernos
34	Sujetar el molde con chuletas a la placa móvil	Se adquirió una pistola de impacto neumática para reducir el tiempo de ajuste y desajuste de pernos
41	Buscar mangueras por medida de conector	Se mejoró el orden de las mangueras de agua por medidas. Por eso ya no hay necesidad de realizar esta tarea de búsqueda.
42	Trasladar mangueras a máquina	Se utilizó un coche para facilitar su traslado y disminuir su tiempo
46	Ordenar área de trabajo	Al mejorar las demás tareas, disminuyó el esfuerzo y tiempo de ordenamiento de la área de trabajo

En la tabla 27, se mostró las mejoras que se realizó para disminuir cada tiempo de las tareas internas y externas.

Por último, se mostrará los resultados obtenidos posterior a la aplicación del SMED en el proceso de cambio de molde.

Tabla 28

Tareas internas y externas mejoradas

			MEJORAR LAS TAREAS INTERNAS - EXTERNAS						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (min)	SÍMBOLOS					TAREAS	
			○	⇨	D	□	▽	Internas	Externas
1	Colocar la maquina en modo manual	0.10	•					X	
2	Trasladar el tecle a la maquina inyectora	6.65		•					X
3	Trasladar herramientas a la maquina	1.87		•					X
4	Cerrar llave de agua	0.14	•					X	
5	Desajustar abrazaderas de mangueras	2.32	•					X	
6	Retirar las mangueras de agua del molde	2.25	•					X	
7	Botar con aire el residuo de agua del molde	1.12	•					X	
8	Engrasar las partes moldantes (fijo y movil)	0.23	•					X	
9	Cierre de molde de forma lenta	0.11			•			X	
10	Colocar los cancamos al molde	0.31	•					X	
11	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del tecle	0.68	•					X	
12	Tensar la cadena del tecle (no del todo)	0.26	•					X	
13	Desajustar y sacar pernos de la placa botadora	2.30	•					X	
14	Desajustar y sacar las chuletas del molde (dejar 1)	0.91	•					X	
15	Abrir la placa movil	0.12			•			X	
16	Desajustar y sacar los esparragos del molde	2.33	•					X	
17	Desajustar y sacar la chuleta faltante	0.13	•					X	
18	Bajar molde de la maquina inyectora	6.34	•					X	
19	Retirar el cancamo y la cadena del tecle	0.43	•					X	
20	Trasladar molde a almacen de moldes	4.27		•					X
21	Guardar molde en almacen	11.18					•		X
22	Sacar molde a utilizar	9.70					•		X
23	Transladar molde a maquina inyectora	3.82		•					X

24	Colocar el cancamo al molde	0.42	•					X	
25	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del tecele	0.62	•					X	
26	Subir el molde a la maquina	6.35	•					X	
27	Centrar el molde con la placa fija	2.48	•					X	
28	Verificar que las distancias del molde sean iguales en placa	1.18				•		X	
29	Sujetar el molde con chuletas a la placa fija	0.52	•					X	
30	Acercar placa movil	0.09			•			X	
31	Enroscar esparragos al molde	2.23	•					X	
32	Cerrar la placa movil con el molde	0.11			•			X	
33	Sujetar el molde con chuletas a la placa movil	0.52	•					X	
34	Retirar el cancamo y la cadena del tecele	0.45	•					X	
35	Abrir molde	0.09			•			X	
36	Avanzar botador	0.07			•			X	
37	Empernar esparragos a placa botadora (de inyectora)	2.38	•					X	
38	Retroceder botadores	0.08			•			X	
39	Verificar y medir conectores de agua	0.68				•		X	
40	Trasladar mangueras a máquina	1.53		•					X
41	Colocar mangueras de agua al molde	4.61	•					X	
42	Ajustar abrazadera a manguera de agua	2.83	•					X	
43	Abrir llave de agua	0.24	•					X	
44	Ordenar area de trabajo	4.27	•					X	
TOTAL		89.32	30	5	7	2	2	50.30	39.02

En la tabla 28, se mostró todas las actividades mejoradas. Obtenemos como dato 37 actividades internas y 7 actividades externas, con un tiempo de 50.30 y 39.02 minutos respectivamente.

Tabla 29

Tiempo observado del proceso de cambio de molde (post test)

Item	Operaciones	AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				PROMEDIO
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	
		Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1	Turno 1					
	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	
1	Colocar la maquina en modo manual	0.10	0.09	0.10	0.11	0.07	0.09	0.13	0.08	0.08	0.11	0.13	0.07	0.10	0.08	0.15	0.11	0.10
2	Trasladar el teclé a la maquina inyectora	6.65	6.58	6.50	6.42	6.51	6.55	7.28	6.41	7.07	6.21	6.51	7.01	6.58	7.00	6.55	6.51	6.65
3	Trasladar herramientas a la maquina	1.87	1.61	1.48	1.54	1.94	1.88	1.67	1.82	1.62	1.89	1.94	1.73	1.86	1.97	1.71	1.49	1.75
4	Cerrar llave de agua	0.14	0.14	0.15	0.17	0.10	0.18	0.14	0.13	0.19	0.12	0.09	0.15	0.14	0.18	0.11	0.14	0.14
5	Desajustar abrazaderas de mangueras	2.32	2.35	2.20	2.34	2.27	2.31	2.41	2.17	2.50	2.31	2.19	2.42	2.33	2.37	2.31	2.37	2.32
6	Retirar las mangueras de agua del molde	2.25	2.15	2.27	2.18	2.20	2.30	2.27	2.31	2.40	2.17	2.30	2.25	2.31	2.19	2.41	2.24	2.26
7	Botar con aire el residuo de agua del molde	1.12	1.00	1.08	1.12	1.02	1.09	1.12	1.31	1.00	1.21	1.27	1.11	1.24	1.06	1.08	1.13	1.12
8	Engrasar las partes moldantes (fijo y movil)	0.23	0.26	0.31	0.20	0.19	0.22	0.30	0.27	0.19	0.20	0.24	0.18	0.28	0.20	0.32	0.25	0.24
9	Cierre de molde de forma lenta	0.11	0.10	0.16	0.18	0.09	0.07	0.12	0.06	0.11	0.10	0.14	0.09	0.17	0.09	0.08	0.15	0.11
10	Colocar los cancamos al molde	0.31	0.24	0.27	0.30	0.25	0.30	0.31	0.20	0.41	0.43	0.37	0.30	0.24	0.41	0.30	0.36	0.31
11	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del teclé	0.68	0.60	0.69	0.70	0.72	0.73	0.67	0.58	0.78	0.59	0.78	0.71	0.67	0.75	0.67	0.78	0.69
12	Tensar la cadena del teclé (no del todo)	0.26	0.19	0.25	0.30	0.31	0.24	0.21	0.27	0.30	0.28	0.33	0.13	0.34	0.24	0.38	0.30	0.27
13	Desajustar y sacar pernos de la placa botadora	2.30	2.23	2.27	2.30	2.21	2.25	2.31	2.40	2.37	2.33	2.26	2.40	2.35	2.33	2.39	2.21	2.31
14	Desajustar y sacar las chuletas del molde (dejar 1)	0.91	0.86	0.95	0.89	1.00	0.92	0.90	0.87	1.00	0.90	0.94	0.88	0.95	1.00	0.92	0.89	0.92
15	Abrir la placa movil	0.12	0.15	0.13	0.08	0.15	0.13	0.18	0.07	0.17	0.06	0.15	0.18	0.07	0.19	0.05	0.11	0.12
16	Desajustar y sacar los esparragos del molde	2.33	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.21	2.39	2.27	2.33	2.40	2.33	2.40	2.47	2.30	2.21	2.32
17	Desajustar y sacar la chuleta faltante	0.13	0.15	0.10	0.17	0.09	0.13	0.10	0.16	0.11	0.13	0.14	0.09	0.10	0.13	0.15	0.10	0.12
18	Bajar molde de la maquina inyectora	6.34	6.20	6.89	6.25	6.31	6.34	6.47	6.18	6.45	6.03	6.31	6.21	6.39	6.40	6.47	6.33	6.35
19	Retirar el cancamo y la cadena del teclé	0.43	0.36	0.38	0.37	0.40	0.50	0.50	0.47	0.34	0.50	0.43	0.48	0.31	0.44	0.51	0.43	0.43
20	Trasladar molde a almacen de moldes	4.27	4.19	3.99	4.11	3.79	4.31	5.12	3.63	4.68	4.05	4.15	4.66	3.50	4.88	4.00	5.01	4.27
21	Guardar molde en almacen	11.18	10.99	11.50	11.68	11.00	10.86	11.34	10.87	11.32	11.58	10.89	11.42	10.91	11.02	11.00	11.24	11.18
22	Sacar molde a utilizar	9.70	9.44	10.01	9.32	9.78	9.37	10.21	9.30	9.89	10.08	9.39	9.58	10.11	9.48	9.53	10.08	9.70
23	Trasladar molde a maquina inyectora	3.82	4.78	3.50	4.28	3.59	3.88	3.94	4.01	3.67	3.76	3.79	4.00	3.55	3.51	3.50	3.78	3.84
24	Colocar el cancamo al molde	0.42	0.31	0.37	0.40	0.43	0.50	0.41	0.44	0.35	0.50	0.51	0.49	0.52	0.33	0.46	0.48	0.43
25	Amarrar con cadena el cancamo y gancho del teclé	0.62	0.65	0.50	0.70	0.55	0.53	0.75	0.62	0.79	0.52	0.78	0.79	0.48	0.59	0.53	0.58	0.62
26	Subir el molde a la maquina	6.35	6.20	6.50	6.21	6.28	6.41	6.35	6.27	6.47	6.08	6.45	6.39	6.50	6.54	6.24	6.49	6.36
27	Centrar el molde con la placa fija	2.48	2.39	2.41	2.48	2.37	2.50	2.59	2.63	2.70	2.19	2.49	2.58	2.61	2.34	2.39	2.58	2.48
28	Verificar que las distancias del molde sean iguales en placa	1.18	1.11	1.22	1.19	1.20	1.10	1.21	1.20	1.18	1.24	1.10	1.19	1.14	1.16	1.26	1.17	1.18
29	Sujetar el molde con chuletas a la placa fija	0.52	0.49	0.50	0.56	0.61	0.50	0.47	0.51	0.53	0.48	0.50	0.47	0.53	0.49	0.56	0.47	0.51
30	Acercar placa movil	0.09	0.05	0.08	0.07	0.10	0.08	0.13	0.10	0.07	0.12	0.08	0.06	0.07	0.13	0.06	0.10	0.09
31	Enrosacar esparragos al molde	2.23	2.15	2.18	2.25	2.17	2.20	2.31	2.18	2.25	2.30	2.24	2.25	2.27	2.30	2.15	2.19	2.23
32	Cerrar la placa movil con el molde	0.11	0.10	0.15	0.13	0.09	0.08	0.15	0.10	0.09	0.08	0.14	0.09	0.15	0.13	0.08	0.12	0.11
33	Sujetar el molde con chuletas a la placa movil	0.52	0.47	0.58	0.62	0.45	0.55	0.49	0.53	0.59	0.43	0.52	0.49	0.56	0.52	0.50	0.62	0.53
34	Retirar el cancamo y la cadena del teclé	0.45	0.54	0.53	0.40	0.39	0.42	0.39	0.51	0.47	0.60	0.38	0.45	0.39	0.57	0.44	0.37	0.46
35	Abrir molde	0.09	0.09	0.07	0.06	0.05	0.10	0.09	0.12	0.08	0.14	0.10	0.08	0.07	0.12	0.08	0.11	0.09
36	Avanzar botador	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05	0.09	0.10	0.04	0.06	0.08	0.06	0.11	0.10	0.08	0.05	0.13	0.08
37	Empernar esparragos a placa botadora (de inyectora)	2.38	2.30	2.27	2.40	2.29	2.29	3.01	2.36	2.40	2.28	2.34	2.38	2.29	2.34	2.36	2.40	2.38
38	Retroceder botadores	0.08	0.08	0.10	0.05	0.09	0.06	0.12	0.04	0.06	0.08	0.06	0.11	0.10	0.08	0.05	0.13	0.08
39	Verificar y medir conectores de agua	0.68	0.72	0.78	0.68	0.65	0.59	0.65	0.67	0.68	0.76	0.74	0.68	0.59	0.61	0.70	0.69	0.68
40	Trasladar mangueras a máquina	1.53	1.47	1.58	1.44	1.50	1.48	1.56	1.59	1.51	1.43	1.40	1.59	1.60	1.49	1.51	1.53	1.51
41	Colocar mangueras de agua al molde	4.61	4.80	5.00	4.61	4.67	4.50	4.47	4.71	4.64	4.37	4.55	4.61	4.58	4.47	4.68	4.55	4.61
42	Ajustar abrazadera a manguera de agua	2.83	2.90	2.91	2.76	2.79	2.61	2.57	2.87	2.94	3.01	2.81	2.58	2.95	3.05	2.99	2.71	2.83
43	Abrir llave de agua	0.24	0.26	0.24	0.19	0.20	0.15	0.34	0.28	0.18	0.32	0.21	0.26	0.38	0.15	0.19	0.30	0.24
44	Ordenar area de trabajo	4.27	4.30	4.48	4.20	4.15	4.12	4.28	4.37	4.29	4.41	4.17	4.22	4.31	4.27	4.19	4.36	4.27
		89.32	88.29	89.95	88.76	87.42	87.91	92.35	88.10	91.25	88.79	88.77	90.25	89.09	90.17	88.34	90.30	89.32

Evaluación del proceso después de aplicar SMED

Se espera que a largo plazo la aplicación de esta metodología permita que la proyección que se presenta sea menor, con el fin de aminorar los tiempos del proceso de cambio de molde, de forma progresiva. Por lo tanto se llegó a la siguiente información tras aplicar de la metodología SMED.

Porcentaje de tareas de preparación interna (post test)

Tabla 30

Porcentaje de tareas de preparación interna (post test)

$$\%TPI = \frac{NTI}{NTT} \times 100$$

Número de tareas internas	Número total de tareas	% Tareas de preparación interna
37	44	84%

En la tabla 30, se dio como resultado que el indicador del porcentaje del número de tareas internas tras aplicar la metodología SMED es de un 84%, dando como criterio de cumplimiento a la actividad de cambio de molde como satisfactorio.

Tiempo de tarea de preparación interna (post test)

Tabla 31

Tiempo de tarea de preparación interna (post test)

$$\%TTPI = \frac{TATI}{TTT} \times 100$$

Tiempo actual de tareas internas	Tiempo total de tareas	% Tiempo de tarea de preparación interna
50.30	89.32	56%

En la tabla 31, se dio como resultado que el indicador del porcentaje de tiempo de tarea de preparación interna tras aplicar la metodología SMED es de un 56%, dando como criterio de cumplimiento a la actividad de cambio de molde como satisfactorio.

Tiempo mejorado (post test)

Tabla 32

Tiempo mejorado (post test)

$$\%TM = \frac{TU}{TP} \times 100$$

Tiempo utilizado	Tiempo programado	% Tiempo mejorado
50.30	89.32	56%

En la tabla 32, se dio como resultado que el indicador del porcentaje de tiempo mejorado tras aplicar la metodología SMED es de un 56%, dando como criterio de cumplimiento a la actividad de cambio de molde como satisfactorio.

Por último, se pasa a calcular nuevamente la eficiencia, la eficacia y la productividad, mediante una tabla la cual nos muestra estos datos después de haber aplicado la metodología SMED.

Tabla 33

Datos eficiencia, eficacia y productividad después de aplicar SMED

MES	SEMANA	TURNO	DÍA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN REAL	HORAS PROGRAMADA	HORAS REAL	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
AGOSTO	Semana 1	Turno 1	Día 1	10000	9301	12	11.16	93.01	93.00	86.50
	Semana 2	Turno 1	Día 2	10000	9316	12	11.18	93.16	93.17	86.79
	Semana 3	Turno 1	Día 3	10000	9286	12	11.14	92.86	92.83	86.21
	Semana 4	Turno 1	Día 4	10000	9306	12	11.17	93.06	93.08	86.62
SETIEMBRE	Semana 5	Turno 1	Día 5	10000	9315	12	11.18	93.15	93.17	86.78
	Semana 6	Turno 1	Día 6	10000	9311	12	11.17	93.11	93.08	86.67
	Semana 7	Turno 1	Día 7	10000	9289	12	11.15	92.89	92.92	86.31
	Semana 8	Turno 1	Día 8	10000	9299	12	11.16	92.99	93.00	86.48
OCTUBRE	Semana 9	Turno 1	Día 9	10000	9285	12	11.14	92.85	92.83	86.20
	Semana 10	Turno 1	Día 10	10000	9308	12	11.17	93.08	93.08	86.64
	Semana 11	Turno 1	Día 11	10000	9296	12	11.16	92.96	93.00	86.45
	Semana 12	Turno 1	Día 12	10000	9302	12	11.16	93.02	93.00	86.51
NOVIEMBRE	Semana 13	Turno 1	Día 13	10000	9292	12	11.15	92.92	92.92	86.34
	Semana 14	Turno 1	Día 14	10000	9294	12	11.15	92.94	92.92	86.36
	Semana 15	Turno 1	Día 15	10000	9298	12	11.16	92.98	93.00	86.47
	Semana 16	Turno 1	Día 16	10000	9296	12	11.16	92.96	93.00	86.45
								93.00	93.00	86.49

En la tabla 33, podemos observar que una vez aplicada la herramienta SMED, la eficiencia dio de resultado un promedio del 93%, la eficacia un 93% y la productividad un 86.49% siendo óptimos y mejorados los resultados.

4.2.3 Costo beneficio

La financiación efectuada por la aplicación del SMED se plasmó principalmente en las charlas de capacitación al personal involucrado y la obtención de algunos equipos y/o herramientas para el mejor desarrollo de ciertas tareas.

Tabla 34

Costos para la aplicación del SMED

COSTO PARA LA APLICACIÓN DE SMED			
ÍTEM	NECESIDADES		COSTO
1	Capacitación al personal involucrado	S/	100.00
2	Nuevas herramientas (pistolas neumáticas)	S/	425.00
3	Carrito transportador	S/	175.00
4	Costo de trabajo de investigación	S/	200.00
TOTAL		S/	900.00

De esta manera obtenemos los costos beneficios por la aplicación del SMED.

4.3 Análisis descriptivo de la variable independiente

Tareas de preparación interna

Tabla 35

Tareas de preparación interna antes - después

	ANTES	DESPUES
% TAREAS DE PREPARACIÓN INTERNA	96%	84%



Figura 13. Tareas de preparación interna

INTERPRETACIÓN: En la tabla 35 y figura 13, se demuestra claramente una disminución en las tareas de preparación interna con un promedio de 12% respecto al antes y al después de la investigación.

Tiempo de tarea de preparación interna

Tabla 36

Tiempo de tarea de preparación antes - después

	ANTES	DESPUES
% TIEMPO DE TAREA DE PREPARACIÓN	83%	56%



Figura 14. Tiempo de tarea de preparación

INTERPRETACIÓN: En la tabla 36 y figura 14, se demuestra claramente una disminución en el tiempo de tarea de preparación con un promedio de 27% respecto al antes y al después de la investigación.

Tiempo mejorado

Tabla 37

Tiempo mejorado antes - después

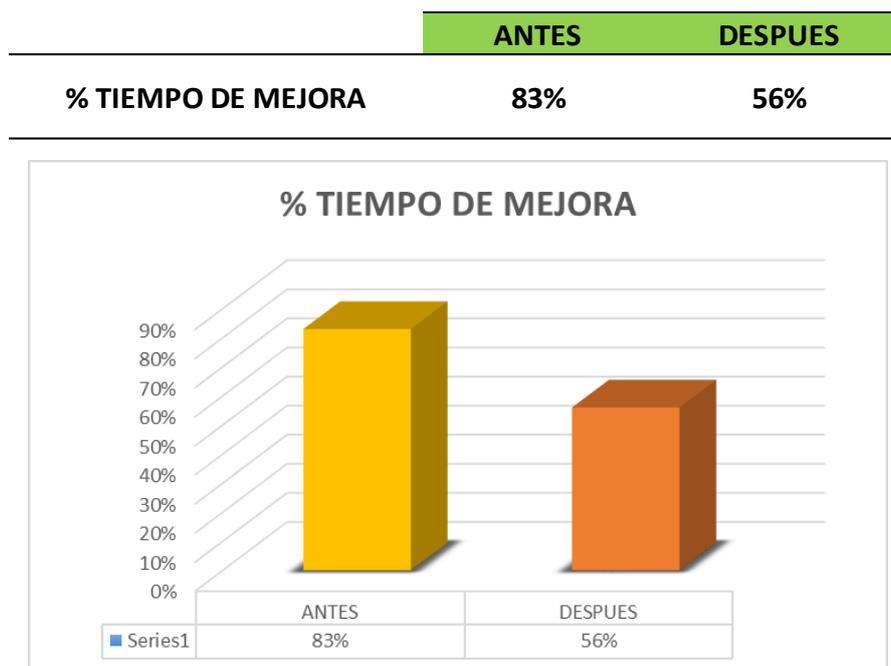


Figura 15. Tiempo de mejora

INTERPRETACIÓN: En la tabla 37 y figura 15, se demuestra claramente una disminución en el tiempo de mejora con un promedio de 27% respecto al antes y posterior a la investigación.

4.4 Análisis descriptivo de la variable dependiente

Eficiencia

Tabla 38

Eficiencia antes - después

SEMANA	EFICIENCIA ANTES	EFICIENCIA DESPUES
S1	85.92%	93.00%
S2	85.75%	93.17%
S3	85.67%	92.83%
S4	85.75%	93.08%
S5	85.75%	93.17%
S6	85.75%	93.08%
S7	85.17%	92.92%
S8	85.58%	93.00%
S9	85.58%	92.83%
S10	86.00%	93.08%
S11	85.58%	93.00%
S12	85.58%	93.00%
S13	85.83%	92.92%
S14	85.33%	92.92%
S15	85.75%	93.00%
S16	85.58%	93.00%
	86%	93%

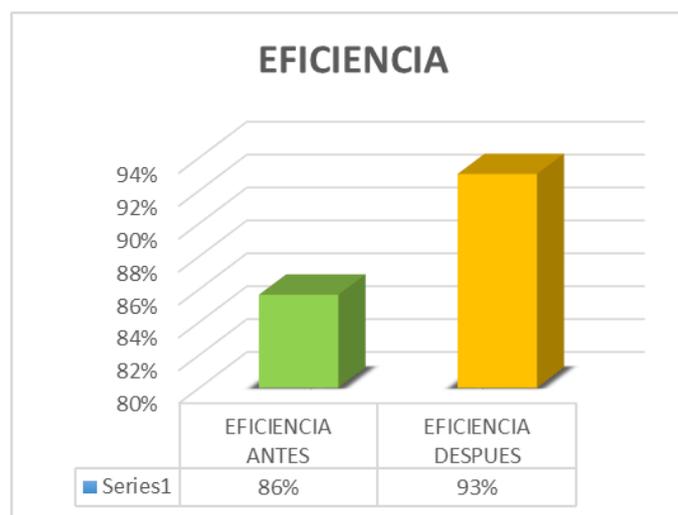


Figura 16. Porcentaje de promedio de eficiencia

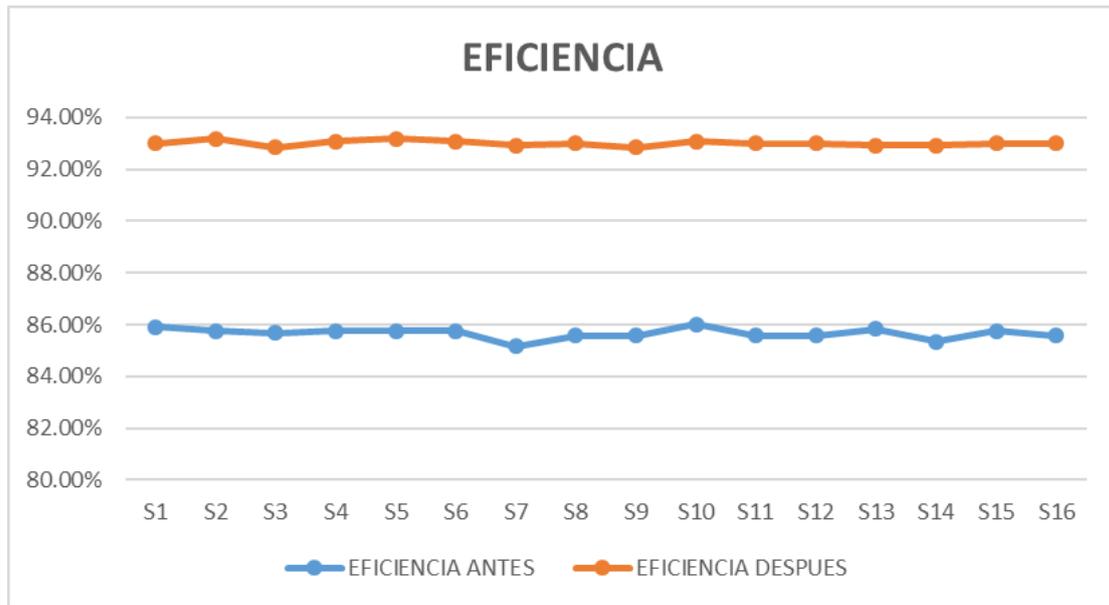


Figura 17. Porcentaje de eficiencia antes – después

INTERPRETACIÓN: En la tabla 38 y las figuras 16 - 17 se evidencia que, en el pre test, la eficiencia tiene un porcentaje de promedio de 86% y en el post test, la eficiencia tiene un porcentaje promedio de 93%, lográndose un aumento en la eficiencia del 7%, con la aplicación del SMED.

Tabla 39

Cuadro estadístico de la dimensión eficiencia

		Estadísticos	
		Eficiencia_Pre	Eficiencia_Post
N	Válido	16	16
	Perdidos	0	0
Media		85,6606	93,0000
Error estándar de la media		,05138	,02533
Mediana		85,7100	93,0000
Moda		85,58 ^a	93,00
Desv. Desviación		,20554	,10132
Varianza		,042	,010
Rango		,83	,34
Mínimo		85,17	92,83
Máximo		86,00	93,17

Tabla 40

Cuadro descriptivo de la dimensión eficiencia

		Estadístico	Desv. Error	
Eficiencia_Pre	Media	85,6606	,05138	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	85,5511	
		Límite superior	85,7701	
	Media recortada al 5%	85,6690		
	Mediana	85,7100		
	Varianza	,042		
	Desv. Desviación	,20554		
	Mínimo	85,17		
	Máximo	86,00		
	Rango	,83		
	Rango intercuartil	,17		
	Asimetría	-,806	,564	
	Curtosis	1,262	1,091	
	Eficiencia_Post	Media	93,0000	,02533
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	92,9460	
		Límite superior	93,0540	
Media recortada al 5%		93,0000		
Mediana		93,0000		
Varianza		,010		
Desv. Desviación		,10132		
Mínimo		92,83		
Máximo		93,17		
Rango		,34		
Rango intercuartil		,16		
Asimetría		,000	,564	
Curtosis		-,319	1,091	

INTERPRETACIÓN: En la tabla 39 y 40 se puede apreciar el análisis descriptivo de la dimensión eficiencia, procesado en el programa SPSS 25, que la media (promedio de los valores estudiados), en el pre test es de 85,66 y el post test nos da 93; por consiguiente, la mediana en el pre test es 85,71 y el post test es de 93, por último, cabe recalcar que presenta una desviación estándar en el pre test de 20,55 y en el post test es de 10,13.

Eficacia

Tabla 41

Eficacia antes - después

SEMANA	EFICACIA ANTES	EFICACIA DESPUES
S1	85.95%	93.01%
S2	85.73%	93.16%
S3	85.68%	92.86%
S4	85.75%	93.06%
S5	85.78%	93.15%
S6	85.79%	93.11%
S7	85.16%	92.89%
S8	85.61%	92.99%
S9	85.59%	92.85%
S10	85.97%	93.08%
S11	85.58%	92.96%
S12	85.61%	93.02%
S13	85.80%	92.92%
S14	85.37%	92.94%
S15	85.72%	92.98%
S16	85.62%	92.96%
	86%	93%

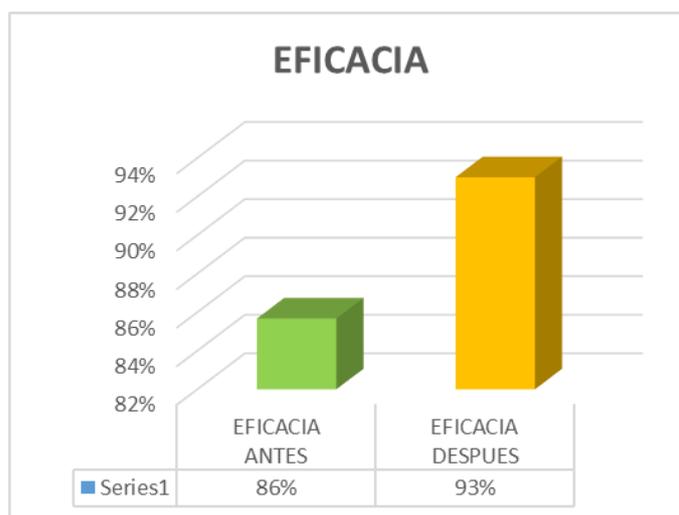


Figura 18. Porcentaje de promedio de eficacia

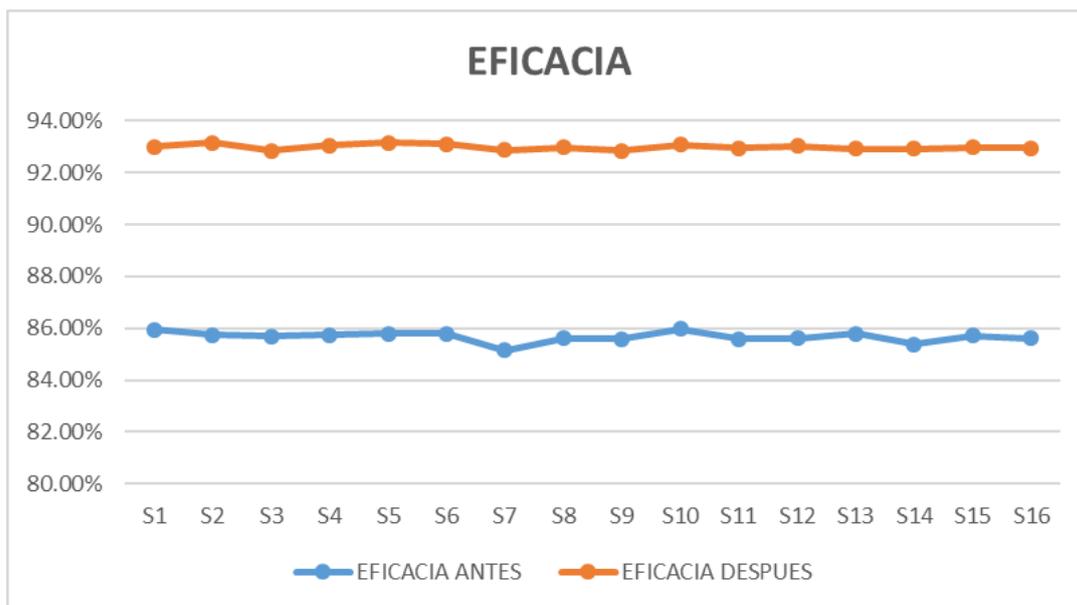


Figura 19. Porcentaje de eficacia antes – después

INTERPRETACIÓN: En la tabla 41 y las figuras 18 - 19 se evidencia que, en el pre test, la eficacia tiene un porcentaje de promedio de 86% y en el post test, la eficacia tiene un porcentaje promedio de 93%, lográndose un aumento en la eficacia del 7%, con la aplicación del SMED.

Tabla 42

Cuadro estadístico de la dimensión eficacia

		Estadísticos	
		Eficacia_Pre	Eficacia_Post
N	Válido	16	16
	Perdidos	0	0
Media		85,6694	92,9963
Error estándar de la media		,04995	,02401
Mediana		85,7000	92,9850
Moda		85,61	92,96
Desv. Desviación		,19978	,09605
Varianza		,040	,009
Rango		,81	,31
Mínimo		85,16	92,85
Máximo		85,97	93,16

Tabla 43

Cuadro descriptivo de la dimensión eficacia

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
Eficacia_Pre	Media	85,6694	,04995	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	85,5629	
		Límite superior	85,7758	
	Media recortada al 5%	85,6810		
	Mediana	85,7000		
	Varianza	,040		
	Desv. Desviación	,19978		
	Mínimo	85,16		
	Máximo	85,97		
	Rango	,81		
	Rango intercuartil	,19		
	Asimetría	-1,006	,564	
	Curtosis	1,956	1,091	
	Eficacia_Post	Media	92,9962	,02401
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	92,9451	
		Límite superior	93,0474	
Media recortada al 5%		92,9953		
Mediana		92,9850		
Varianza		,009		
Desv. Desviación		,09605		
Mínimo		92,85		
Máximo		93,16		
Rango		,31		
Rango intercuartil		,15		
Asimetría		,239	,564	
Curtosis		-,796	1,091	

INTERPRETACIÓN: En la tabla 42 y 43 se puede apreciar el análisis descriptivo de la dimensión eficacia, procesado en el programa SPSS 25, que la media (promedio de los valores estudiados), en el pre test es de 85,67 y el post test nos da 92,99; por consiguiente, la mediana en el pre test es 85,70 y el post test es de 92,99, por último, cabe recalcar que presenta una desviación estándar en el pre test de 19,98 y en el post test es de 9,6.

Productividad

Tabla 44

Productividad antes - después

SEMANA	PRODUCTIVIDAD ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUES
S1	73.85%	86.50%
S2	73.51%	86.79%
S3	73.40%	86.21%
S4	73.53%	86.62%
S5	73.56%	86.78%
S6	73.56%	86.67%
S7	72.53%	86.31%
S8	73.27%	86.48%
S9	73.25%	86.20%
S10	73.93%	86.64%
S11	73.24%	86.45%
S12	73.27%	86.51%
S13	73.65%	86.34%
S14	72.85%	86.36%
S15	73.50%	86.47%
S16	73.28%	86.45%
	73%	86%

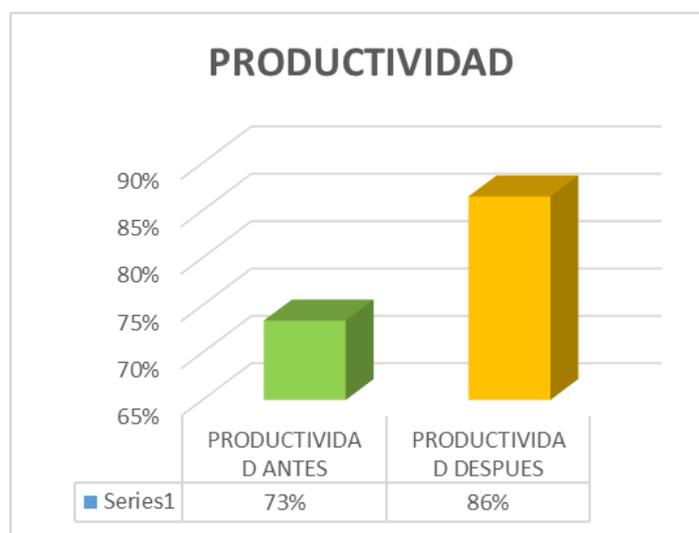


Figura 20. Porcentaje de promedio de productividad

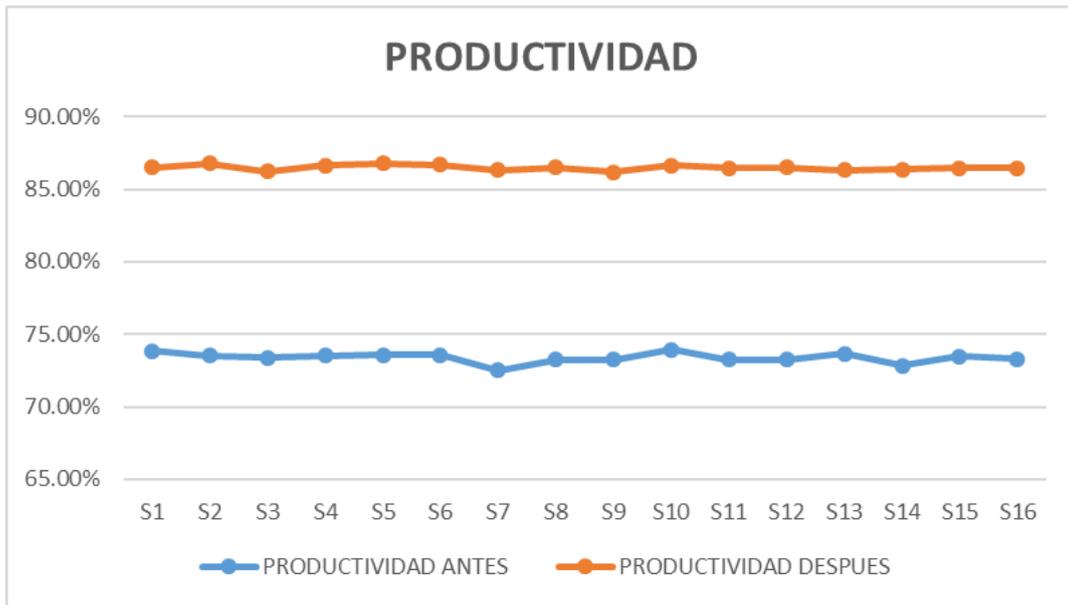


Figura 21. Porcentaje de productividad antes – después

INTERPRETACIÓN: En la tabla 44 y las figuras 20 - 21 se evidencia que, en el pre test, la productividad tiene un porcentaje de promedio de 73% y en el post test, la productividad tiene un porcentaje promedio de 86%, lográndose un aumento en la productividad del 13%, con la aplicación del SMED.

Tabla 45

Cuadro estadístico de la variable dependiente productividad

		Estadísticos	
		Productividad_Pre	Productividad_Post
N	Válido	16	16
	Perdidos	0	0
Media		73,3862	86,4863
Error estándar de la media		,08633	,04492
Mediana		73,4500	86,4750
Moda		73,27 ^a	86,45
Desv. Desviación		,34533	,17966
Varianza		,119	,032
Rango		1,40	,59
Mínimo		72,53	86,20
Máximo		73,93	86,79

Tabla 46

Cuadro descriptivo de la variable dependiente productividad

			Estadístico	Desv. Error
Productividad_Pre	Media		73,3862	,08633
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	73,2022	
		Límite superior	73,5703	
	Media recortada al 5%		73,4036	
	Mediana		73,4500	
	Varianza		,119	
	Desv. Desviación		,34533	
	Mínimo		72,53	
	Máximo		73,93	
	Rango		1,40	
	Rango intercuartil		,31	
	Asimetría		-,918	,564
	Curtosis		1,635	1,091
	Productividad_Post	Media		86,4863
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	86,3905	
		Límite superior	86,5820	
Media recortada al 5%			86,4853	
Mediana			86,4750	
Varianza			,032	
Desv. Desviación			,17966	
Mínimo			86,20	
Máximo			86,79	
Rango			,59	
Rango intercuartil			,29	
Asimetría			,136	,564
Curtosis			-,630	1,091

INTERPRETACIÓN: En la tabla 45 y 46 se puede apreciar el análisis descriptivo de la variable dependiente productividad, procesado en el SPSS 25, que la media (promedio de los valores estudiados), en el pre test es de 73,39 y el post test nos da 86,49; por consiguiente, la mediana en el pre test es 73,45 y el post test es de 86,48, por último, cabe recalcar que presenta una desviación estándar en el pre test de 34,53 y en el post test es de 17,97.

4.5 Análisis estadístico inferencial de la variable dependiente

En este tipo de análisis se utilizará las recolecciones de datos y con ayuda del programa SPSS 25, que nos permitirá corroborar la hipótesis planteada.

Prueba de normalidad

La prueba de normalidad de los datos obtenidos debe proceder con los siguientes criterios.

Tabla 47

Criterios para la elección de estadístico

CONDICIÓN	ESTADÍSTICO
Datos < 30	Shapiro Wilk
Datos > 30	Kolmogorov

Tabla 48

Criterio para la prueba de normalidad

CONDICIÓN	TIPIFICACIÓN	DISTRIBUCIÓN
SIG < 0.05	No Paramétricos	No Normal
SIG > 0.05	Paramétricos	Normal

4.5.1 Prueba de normalidad de la dimensión “Eficiencia”

Tabla 49

Resumen de procesamiento de casos de la eficiencia antes y después

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia_Pre	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
Eficiencia_Post	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

Tabla 50

Prueba de normalidad de la dimensión eficiencia antes y después

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_Pre	,222	16	,033	,919	16	,164
Eficiencia_Post	,188	16	,136	,929	16	,239

Tabla 51

Regla de decisión de datos paramétricos de la eficiencia antes y después

CONDICIÓN	ANTES	DESPUÉS	CONCLUSIÓN	ESTADÍGRAFO
Sig. > 0.05	Si	Si	Paramétrico	T Student
Sig. < 0.05	Si	No	No Paramétrico	Wilcoxon
Sig. < 0.05	No	Si	No Paramétrico	Wilcoxon
Sig. < 0.05	No	No	No Paramétrico	Wilcoxon

INTERPRETACIÓN: En la Tabla 50, se evidencia que el nivel de significancia de la eficiencia de pre test es 0,164 siendo más del 0,05 y el nivel de significancia del post test es 0,239 también más del 0,05, de tal forma que, según la Tabla 51, las cifras son PARAMÉTRICOS, y la hipótesis se efectúa con el estadígrafo T Student.

4.5.2 Prueba de normalidad de la dimensión “Eficacia”

Tabla 52

Resumen de procesamiento de casos de la eficacia antes y después

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficacia_Pre	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
Eficacia_Post	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

Tabla 53

Prueba de normalidad de la dimensión eficacia antes y después

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_Pre	,202	16	,079	,916	16	,148
Eficacia_Post	,090	16	,200*	,964	16	,732

Tabla 54

Regla de decisión de datos paramétricos de la eficacia antes y después

CONDICIÓN	ANTES	DESPUÉS	CONCLUSIÓN	ESTADÍGRAFO
Sig. > 0.05	Si	Si	Paramétrico	T Student
Sig. < 0.05	Si	No	No Paramétrico	Wilcoxon
Sig. < 0.05	No	Si	No Paramétrico	Wilcoxon
Sig. < 0.05	No	No	No Paramétrico	Wilcoxon

INTERPRETACIÓN: En la Tabla 53, se evidencia que el nivel de significancia de la eficacia de pre test es 0,148 siendo más del 0,05 y el nivel de significancia del post test es 0,732 también más del 0,05, de tal forma que, según la Tabla 54, las cifras son PARAMÉTRICOS, y la hipótesis se efectúa con el estadígrafo T Student.

4.5.3 Prueba de normalidad de la variable “Productividad”

Tabla 55

Resumen de procesamiento de casos de la productividad antes y después

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad_Pre	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
Productividad_Post	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

Tabla 56

Prueba de normalidad de la variable productividad antes y después

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_Pre	,211	16	,055	,922	16	,182
Productividad_Post	,135	16	,200*	,960	16	,655

Tabla 57

Regla de decisión de datos paramétricos de la productividad antes y después

CONDICIÓN	ANTES	DESPUÉS	CONCLUSIÓN	ESTADÍGRAFO
Sig. > 0.05	Si	Si	Paramétrico	T Student
Sig. < 0.05	Si	No	No Paramétrico	Wilcoxon
Sig. < 0.05	No	Si	No Paramétrico	Wilcoxon
Sig. < 0.05	No	No	No Paramétrico	Wilcoxon

INTERPRETACIÓN: En la Tabla 56, se evidencia que el nivel de significancia de la eficacia de pre test es 0,182 siendo más del 0,05 y el nivel de significancia del post test es 0,655 también más del 0,05, de tal forma que, según la Tabla 57, las cifras son PARAMÉTRICOS, y la hipótesis se efectúa con el estadígrafo T Student.

4.6 Validación de la hipótesis

Para la prueba de hipótesis general y específicos, se hizo uso de la prueba de T Student para las muestras relacionadas, debido a que las cifras numéricas expuestas apuntan a una distribución normal.

Validación de hipótesis general “Productividad”

H0: La aplicación del SMED no mejora significativamente la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. - 2019

H1: La aplicación del SMED mejora significativamente la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. – 2019

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$$
$$H_1: \mu_{Pa} > \mu_{Pd}$$

Tabla 58

Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis general

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad_Pre	73,3863	16	,34533	,08633
	Productividad_Post	86,4863	16	,17966	,04492

INTERPRETACIÓN: En la Tabla 58, se evidenció que la media de la productividad antes (73,3863) es menor a la media de la productividad después (86,4863), por tanto, se aprueba la hipótesis alterna que indica que la aplicación del SMED mejora significativamente la productividad en la línea de producción de reglas en Artesco S.A. – 2019.

Tabla 59

Prueba de muestras relacionadas de la hipótesis general

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad_Pre - Productividad_Post	-13,10000	,30248	,07562	-13,26118	-12,93882	-173,235	15	,012

Tabla 60

Regla de decisión de prueba de hipótesis

p valor “sig.” ≤ 0.05	Se rechaza hipótesis nula
P valor “sig.” > 0.05	Se acepta hipótesis nula

INTERPRETACIÓN: De la tabla 59 se evidenció que el nivel de significancia de la prueba de T Student aplicada a la productividad antes y después, es de 0,012 siendo menor a 0,05; por ende y en base a la regla de decisión de la tabla 60, se ratifica el rechazo a la hipótesis nula, por tanto, se aprueba la hipótesis alterna que demuestra que la aplicación del SMED mejora significativamente la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. – 2019.

Validación de hipótesis específica “Eficiencia”

H0: La aplicación del SMED no mejora significativamente la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. - 2019

H1: La aplicación del SMED mejora significativamente la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. – 2019

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{EFa} \leq \mu_{EFd}$$

$$H_1: \mu_{EFa} > \mu_{EFd}$$

Tabla 61

Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficiencia_Pre	85,6606	16	,20554	,05138
	Eficiencia_Post	93,0000	16	,10132	,02533

INTERPRETACIÓN: En la Tabla 61, se evidenció que la media de la eficiencia antes (85,6606) es menos que la media de la eficiencia después (93,000), por tanto, se aprueba la hipótesis alterna que indica que la aplicación del SMED mejora significativamente la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. – 2019.

Tabla 62

Prueba de muestras relacionadas de la hipótesis específica

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia_Pre - Eficiencia_Post	-7,33938	,18538	,04635	-7,43816	-7,24059	-158,363	15	,001

Tabla 63

Regla de decisión de prueba de hipótesis

p valor “sig.” ≤ 0.05	Se rechaza hipótesis nula
P valor “sig.” > 0.05	Se acepta hipótesis nula

INTERPRETACIÓN: De la tabla 62 se evidenció que el nivel de significancia de la prueba de T Student aplicada a la eficiencia antes y después, es de 0,001 siendo menos que 0,05; por lo tanto y en base a la regla de decisión de la tabla 63, se ratifica el rechazo a la hipótesis nula, por ende, se aprueba la hipótesis alterna que señala que la aplicación del SMED mejora significativamente la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. – 2019.

Validación de hipótesis específica “Eficacia”

H0: La aplicación del SMED no mejora significativamente la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. - 2019

H1: La aplicación del SMED mejora significativamente la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. – 2019

Regla de decisión:

$H_0: \mu_{EFa} \leq \mu_{EFd}$ $H_1: \mu_{EFa} > \mu_{EFd}$
--

Tabla 64

Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficacia_Pre	85,6694	16	,19978	,04995
	Eficacia_Post	92,9963	16	,09605	,02401

INTERPRETACIÓN: En la Tabla 64, se evidenció que la media de la eficacia antes (85,6694) es menos que la media de la eficacia después (92,9963), por tanto, se aprueba la hipótesis alterna que indica que la aplicación del SMED mejora significativamente la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. – 2019.

Tabla 65

Prueba de muestras relacionadas de la hipótesis específica

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia_Pre - Eficacia_Post	-7,32688	,17103	,04276	-7,41801	-7,23574	-171,364	15	,003

Tabla 66

Regla de decisión de prueba de hipótesis

p valor “sig.” ≤ 0.05	Se rechaza hipótesis nula
P valor “sig.” > 0.05	Se acepta hipótesis nula

INTERPRETACIÓN: De la tabla 65 se evidencia que el nivel de significancia de la prueba de T Student aplicada a la eficacia antes y después, es de 0,003 siendo menor a 0,05; por tanto y en base a la regla de decisión de la tabla 66, se ratifica el rechazo a la hipótesis nula, por ende, se aprueba la hipótesis alterna que muestra que la aplicación del SMED mejora significativamente la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. – 2019.

V. DISCUSIÓN

En el presente estudio se plasman las causas que originan una baja en la productividad y para poder dar soluciones a esta problemática se plantea el uso del SMED, el propósito es demostrar que después de identificar dichos problemas, se evalúe y ejecute una propuesta y que ésta se pueda desarrollar de manera óptima durante el desarrollo del estudio de la mano de ciertos recursos que ayudará a complementar la información requerida, lo cual haga que se cumpla con los objetivos que deseamos ver reflejados durante el avance de la investigación; para lograr esto se solicita el respaldo de ciertos instrumentos y técnicas que faciliten la recopilación y registro de datos cuantitativos para luego poder contrastar los resultados del presente estudio con los de otros estudiosos llegando a afirmar que al aplicar el SMED en la línea de producción de reglas se constata una mejora en la productividad de la empresa Artesco S.A.

Asimismo, se puede detallar ciertas ventajas que se tiene al utilizar la metodología SMED, se dice que es una metodología que permite perfeccionar las operaciones o procesos, eliminando tiempos muertos y retirando las tareas que no agregan valor al proceso de producción, además de ser una técnica totalmente revolucionaria que reduce el lead time en los procesos productivos, también permite cambiar una producción pronosticada y de lotes considerables a una completamente dúctil así como también permite mejorar el cambio de producto, agilizando el alistamiento y arranque de máquina y así reducir el periodo de cambio, mediante instructivos y formatos que sirvan de guía para el proceso, estas ventajas ya mencionadas son las que se verán reflejadas en el desarrollo de la investigación evidenciando que esta metodología logra flexibilizar el sistema productivo y a su vez puede optimizar los recursos con los que dispone la organización. Dicho esto, y ante una problemática que se considera que la empresa no es ajena al tema de la disminución de productividad que se centra en el área de inyección en la línea de producción de reglas, ya que ésta baja es ocasionada por los diversos problemas que atraviesa dicho proceso a la hora del cambio de formato o molde, como lo son el traer el molde a máquina, separar las herramientas para el cambio de molde, no mantener un procedimiento adecuado para el trabajo; y también al momento de set up de máquina, ya que muestran un inadecuado método de trabajo, un excesivo tiempo de preparación, entre otros, se opta por utilizar la metodología más idónea

y la que más se adaptó cuando se hizo un cuadro comparativo con otras herramientas, hacemos referencia al SMED, ya que nos permitió separar las tareas internas de las externas y a su vez poder transformarlas. Dicha metodología nos permite disminuir el tiempo de cambio, acortando los desplazamientos y disminuyendo las operaciones innecesarias, esto permite mejorar el compromiso y desempeño de los colaboradores al momento de realizar su trabajo. De esta manera ayuda al aumento de la disponibilidad de las máquinas y posibilita la producción de pequeños lotes, sin encarecer el producto. Estos factores muestran las fortalezas de la metodología que permite llegar a un resultado favorable para el proceso.

Primera discusión

De acuerdo a la tabla 58 en la página 102, se muestra los resultados adquiridos de la media de nuestra hipótesis general, se visualiza a la productividad con un (73.39) antes y un (86.49) después de la aplicación del SMED, de esta manera respetamos la hipótesis de la investigación, demostrando así que la aplicación de esta metodología si mejora la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019, comparando muestras 16 semanas antes y 16 semanas después de la implementación y haciendo uso de las herramientas necesarias, observamos que el promedio de la productividad antes de la aplicación del SMED tiene como resultado un 73%, siendo este porcentaje menor que el promedio de la productividad después de la aplicación que nos da un resultado de 86%, de este modo nos permitió dar un incremento a la productividad de 13%, de esta forma se corroboró que existe una mejora en la productividad por la aplicación de esta metodología, este resultado concuerda con lo estudiado por Rojas y Cortez (2014) en su tesis aplicación de la metodología SMED para el cambio de bobina de semielaborado en una máquina rebobinadora del papel higiénico en la empresa papeles nacionales S.A., el cual forma parte de la presente investigación y concluyó que con la aplicación de la metodología SMED para el cambio de bobina de semielaborado en una máquina rebobinadora se llegó a reducir de 270 segundos a 183 segundos, obteniendo una reducción de tiempo del 32%, así también los supervisores y operarios notaron un alza en la productividad incrementando en la eficiencia y eficacia en el desempeño; de igual manera, la teoría obtenida de

Marrujo (2017), el cual está incluido en nuestro marco teórico, indicando que esto es el vínculo entre lo que va de salida y lo que está entrando o la correlación entre lo que se consigue y los recursos gastados para lograrlo.

Segunda discusión

De acuerdo con los resultados conseguidos en la tabla 61 de la página 103, se muestra que la media de la dimensión de eficiencia antes de la aplicación del SMED tiene como resultado un (85.66), siendo este menor que la media de la eficiencia después de la aplicación del SMED nos arroja un resultado de (93.00), cifras obtenidas en la prueba de Wilcoxon, demostrando la hipótesis de que dicha metodología mejoró la eficiencia de la producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019. En la tabla 38, se puede estimar un resultado del 86% antes de la aplicación, a su vez muestra un 93% después de la aplicación del SMED, de este modo nos permitió dar un incremento a la eficiencia de 7% mediante la aplicación del SMED, de esta forma se corroboró que existe una mejora en la eficiencia por la aplicación del SMED, este resultado coincide con lo investigado por Mendoza (2017) en su tesis Aplicación de la metodología SMED para incrementar la eficiencia en el cambio de formato de la línea de corte en la empresa Interforest Sac, Lurigancho 2017. Tuvo como objetivo establecer de qué manera el aplicar la metodología SMED incrementará la productividad en el cambio de formato de la línea de corte en la empresa Interforest SAC. De tal modo, el autor concluyó que la empresa antes de utilizar el método SMED tenía una productividad de 71.25% y con esta investigación se logró una productividad de 88.83% y se produjo un alza en la eficiencia en la hora de producción por el cual dio como resultado un incremento de 13.91%; de igual forma, la teoría obtenida por Cruelles (2012), el cual nos ayuda en la justificación de nuestro marco teórico, manifestó que hay relación entre los recursos y la producción, la finalidad es reducir el precio de los insumos utilizados tanto tiempos como materiales y la fórmula para lograr ello es la producción lograda y la producción esperada.

Tercera discusión

En base a los resultados adquiridos en la tabla 64 en la página 105 se muestra que la media de la eficacia antes de la aplicación del SMED tiene como resultado un

(85.67), siendo este menor que la media de la eficacia después de la aplicación del SMED que nos da un resultado de (92.99). Siguiendo con la hipótesis de la investigación, se ve a continuación como el aplicar SMED mejora la eficacia de la línea de producción de reglas. Como se puede evidenciar en la tabla 41, previo a la aplicación de esta metodología la eficacia es de 86% y luego aumento a un 93%, así nos permitió dar un incremento a la eficacia de 7% mediante la aplicación, de esta forma se corroboró que existe una mejora en la eficacia por la aplicación del SMED, este resultado concuerda con el estudio de Rivera (2017) en su estudio aplicación del método SMED para incrementar la productividad en línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú s.a., Lima 2017, el cual forma parte de la investigación y concluyó que gracias a la aplicación del SMED incremento notoriamente la productividad, eficiencia y eficacia y de este último se evidencia que paso de un 34.4% a un 68.3%; de igual manera, la teoría obtenida de Chiavenato (2013) del libro Introducción a la teoría general de la administración, el cual nos ayuda a justificar el marco teórico, manifestó que la eficacia está relacionada con el logro de los objetivos o resultados propuestos, es decir aplicar actividades que permitan llegar a las metas pactadas.

Posterior a plasmar las tres discusiones se puede simplificar la elaboración de la presente investigación haciendo hincapié que en la prueba de hipótesis general y específicos, se hizo uso del T Student para las muestras relacionadas afirmando así que el SMED es una metodología, que se basa en mejorar las tareas, mediante la disminución de tiempos de alistamiento de máquinas y cambio de utillaje en un tiempo menor a 10 minutos y esto conlleva a que la productividad sea definida como el nexo entre el número de productos adquiridos y los recursos aprovechados para lograr determinada producción óptima que se requiere en la línea de producción. En base a esto se puede afirmar que al contrastar los resultados del desarrollo de la presente tesis con los de otros autores tanto internacionales como nacionales los cuales han tenido problemáticas que se asemejan y utilizado la metodología SMED en sus estudios se ha podido alcanzar los resultados esperados. Estos deben ser evaluados oportunamente y se espera que sean efectuados en la línea de producción de reglas y de igual modo también se logre conseguir algún beneficio en lo que respecta a la gestión o cultura empresarial de la empresa Artesco S.A.

VI. CONCLUSIONES

Primera conclusión

Se concluye que la aplicación del SMED mejora significativamente la productividad, de esta manera se soluciona el problema, se desaprueba la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alterna debido que al aplicar el Estadígrafo T Student, la significancia dio como resultado 0,012 tal cual muestra la tabla 59, siendo este valor menor a 0,05, también se logró el objetivo general, así como se detalla en la tabla 58, en el que la media del Pre Test es 73,3863 y en el Post Test es 86,4863, por ello se dio un incremento de promedio de 13.1, que es igual al 13%.

Segunda conclusión

Se concluye que la aplicación del SMED mejora significativamente la eficiencia, de esta manera se soluciona el problema, se desaprueba la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alterna debido que al emplear el Estadígrafo T Student, la significancia dio como resultado 0,001 tal cual muestra la tabla 62, siendo este valor menor a 0,05, también se logró el objetivo general, así como se detalla en la tabla 61, en el que la media del Pre Test es 85,6606 y en el Post Test es 93, por ello se dio un incremento de promedio de 7,3394, que es igual al 7%.

Tercera conclusión

Se concluye que la aplicación del SMED mejora significativamente la eficacia, de esta manera se soluciona el problema, se desaprueba la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alterna debido que al emplear el Estadígrafo T Student, la significancia dio como resultado 0,003 tal cual muestra la tabla 65, siendo este valor menor a 0,05, también se logró el objetivo general, así como se detalla en la tabla 64, donde la media del Pre Test es 85,6694 y en el Post Test es 92,9963, por ello se dio un incremento de promedio de 7,3269, que es igual al 7%.

VII. RECOMENDACIONES

Primera recomendación

Se recomienda al jefe de producción – inyección, que habiendo demostrado que mediante la aplicación del SMED se incrementa la productividad, por consiguiente, se recomienda seguir con la recopilación de los datos posteriormente a la implementación de dicha herramienta, puesto que se podría aplicar a otros artículos así buscar mayor incremento de la productividad en los demás productos.

Segunda recomendación

Se recomienda que se siga dando un monitoreo a los trabajadores involucrados, de tal modo, que se siga respetando el tiempo propuesto dado por la aplicación del SMED, para así mantener un tiempo bajo de parada de máquina y de igual manera se podrá dar para los demás productos.

Tercera recomendación

Por último, para seguir cumpliendo con el aumento en cuanto a la cantidad producida de debe mantener el tiempo de cambio de molde al mínimo y así lograr emplear el tiempo destinado para una mejor producción, sin olvidar la seguridad del personal ni de las maquinas.

REFERENCIAS

ALARCÓN, Andrés. Implementación de OEE y SMED como herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico. Tesis (Magíster en Sistemas de producción y productividad). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2014.

Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8043/1/TESIS.pdf>

ALFARO, José, GONZÁLEZ, Clara y PINA, Montserrat. Economía y organización de empresas. 2.^a ed. Madrid: Mc Graw Hill, 2013. 152 pp.

ISBN: 9788448183653

BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación. 2.^a ed. México: Pearson Educación, 2006. 304 pp.

ISBN: 9702606454

BISQUERRA, Rafael. Metodología de la investigación educativa. 2.^a ed. Madrid: La Muralla, 2009. 459 pp.

ISBN: 9788471337481

CASTILLO, Rodrigo. Reducción de los tiempos de cambio de molde en la línea de inyección de preformas de la compañía Plásticos Team S.A.S. Tesis (Especialista en Gestión de Plantas Industriales). Santiago de Cali: Universidad de San Buenaventura, 2017.

Disponible en http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/4313/1/Reduccion_tiempos_cambio_castillo_2017.pdf

CRUELLES, Jose. Mejora de métodos y tiempos de fabricación. Barcelona: Marcombo, 2012. 343 pp.

ISBN: 9788426718129

CRUELLES, Jose. Productividad industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. Barcelona: Marcombo, 2012. 844 pp.

ISBN: 9788426718785

FLOYD, Raymond. Liquid Lean. Developing Lean Culture in the Process Industries. [en línea]. New York: Taylor & Francis Group, 2010 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2019].

Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=7I9G3zWqgUQC&pg=PA82&dq=smed&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiHwbT5057iAhUO0awKHdKRAiUQ6AEIPTAE#v=onepage&q&f=false>
ISBN: 9781420088632

GARCÍA, Alfonso. Productividad y reducción de costos para la pequeña y mediana industria. 2.^a ed. México: Trillas, 2012. 304 pp.
ISBN: 9786071707338

GÓMEZ, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica. Argentina: Editorial Brujas, 2006. 160 pp.
ISBN: 9875910260

GÓMEZ, Mijail. Aplicación del smed para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados en la empresa Corporación Visión SAC., lima 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
Disponible en
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1536/G%C3%B3mez_DM_Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GREENPEACE. (s.f.). Disponible en: <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad total y productividad. 3.^a ed. México. D.F: McGraw-Hill, 2010. 736 pp.
ISBN: 9786071503152

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing. Concepto, técnicas e implantación. Madrid: EOI Escuela de organización Industrial, 2013. 174 pp.

ISBN: 9788415061403

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación [en línea]. Madrid: EOI Escuela de organización Industrial, 2013 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2019].

Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5.^a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 736 pp.

ISBN: 9786071502919

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 6.^a ed. México: McGraw-Hill, 2014. 736 pp.

ISBN: 9781456223960

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. México: McGraw-Hill, 2014 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].

Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

LÉVY, Jean y VALERA, Jesús. Modelización con Estructuras de Covarianzas en Ciencias Sociales. España: Netbiblo, 2006. 544 pp.

ISBN: 9788497451369

MARRUJO, Claous. Aplicación del smed para mejorar la productividad de la máquina inyectora, plásticos a S.A- los olivos 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20869/Marrujo_ACK.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MENDOZA, Jonnathan. Aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad en el cambio de formato de la línea de corte en la empresa

Interforest Sac, Lurigancho 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21183/Mendoza_JA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINOR, Oscar. Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos. Tesis (Licenciatura de Ingeniería Industrial). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

Disponible en

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5453/Facultad%20de%20Ingenieria,%20Ingenieria%20Industrial,%20APLICACION%20DE%20LA%20METODOLOGIA%20SMED%20EN%20UNA%20LINEA%20DE%20EMPAQUE%20DE%20FARMACOS,%20Oscar%20Jair%20Minor%20Lopez,%20Silvina%20Hernandez%20Garcia,%202014.pdf?sequence=1>

MORALES, Carlos. Propuesta de mejora en el proceso productivo en la empresa Industrias y Derivados S.A.C. para el incremento de la productividad. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016.

Disponible en

file:///D:/UCV/DESARROLLO%20DE%20TESIS/TESIS%20UTILIZADAS/TL_MoralesRazuriCarlosAlberto.pdf

MTM Ingenieros. (s.f.). Disponible en: <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>

ORIHUELA, Víctor. Aplicación de smed en el proceso de cambio de estación de Elmer posterior para mejorar la productividad en la máquina pi-8 en la empresa Kimberly Clark, Perú lima – 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/13132/Orihuela_CVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PALACIOS, Rosmeri. Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad del área de etiquetado de la empresa Industrias Alimentarias S.A.C., Lima 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en
[file:///D:/UCV/DESARROLLO%20DE%20TESIS/TESIS%20UTILIZADAS/TE
SIS%20-%20UCV%20-%20SMED.pdf](file:///D:/UCV/DESARROLLO%20DE%20TESIS/TESIS%20UTILIZADAS/TE
SIS%20-%20UCV%20-%20SMED.pdf)

PUGLISEVICH, Rubí. 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 (Título profesional de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1771/Puglisevich_RRJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ROJAS, Laura y CORTEZ, Carlos. Aplicación de la metodología smed para el cambio de bobina de semielaborado en una maquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Risaralda: Universidad Tecnológica de Pereira, 2014.

Disponible en
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5037/65854R741.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANÁLISIS del sector plástico en el Perú [en línea]. Lima: Sociedad Nacional de Industrias, 2016. [fecha de consulta: 25 de mayo de 2019].

Disponible en <http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/sni-presentacion.pdf>

SANTOS, Javier, WYSK, Richard y TORRES, José. Mejorando la producción con LeanThinking. Madrid: Editorial Pirámide, 2010. 296 pp.

ISBN: 9788436824223

SOCCONINI, Luis. Lean manufacturing. Paso a paso. Barcelona: Marge Books, 2019. 305 pp.

ISBN: 9788417903039

TECNOLOGÍA del Plástico. Abril de 2010. Disponible en:
<http://www.plastico.com/temas/Como-cambiar-rapido-de-moldes,-una-estrategia-de-planeacion+3077342?pagina=1>

TECNOLOGÍA del Plástico. 14 de marzo de 2017. Disponible en:
<http://www.plastico.com/blogs/Cambio-de-moldes-de-inyeccion-en-10-minutos-o-menos+118496>

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica; cuantitativa, cualitativa y mixta. 2.^a ed. Lima: San Marcos E.I.R.L., 2013. 467 pp.

ISBN: 9786123028787

VÁSQUEZ, David. Propuesta de un plan para la aplicación de la estrategia SMED en el área: “Construcción de llantas de camión radial” de la empresa Continental Tire Andina S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2011.

Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1691/15/UPS-CT002299.pdf>

VERA, Carlos. Implementación de las técnicas SMED en el montaje de matrices en el área de metalistería de la planta Mabe Ecuador. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2014.

Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6623/1/TESIS%20CARLOS%20VERAV.pdf>

VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. 2.^a ed. México, D.F.: Limusa, 2011. 116 pp.

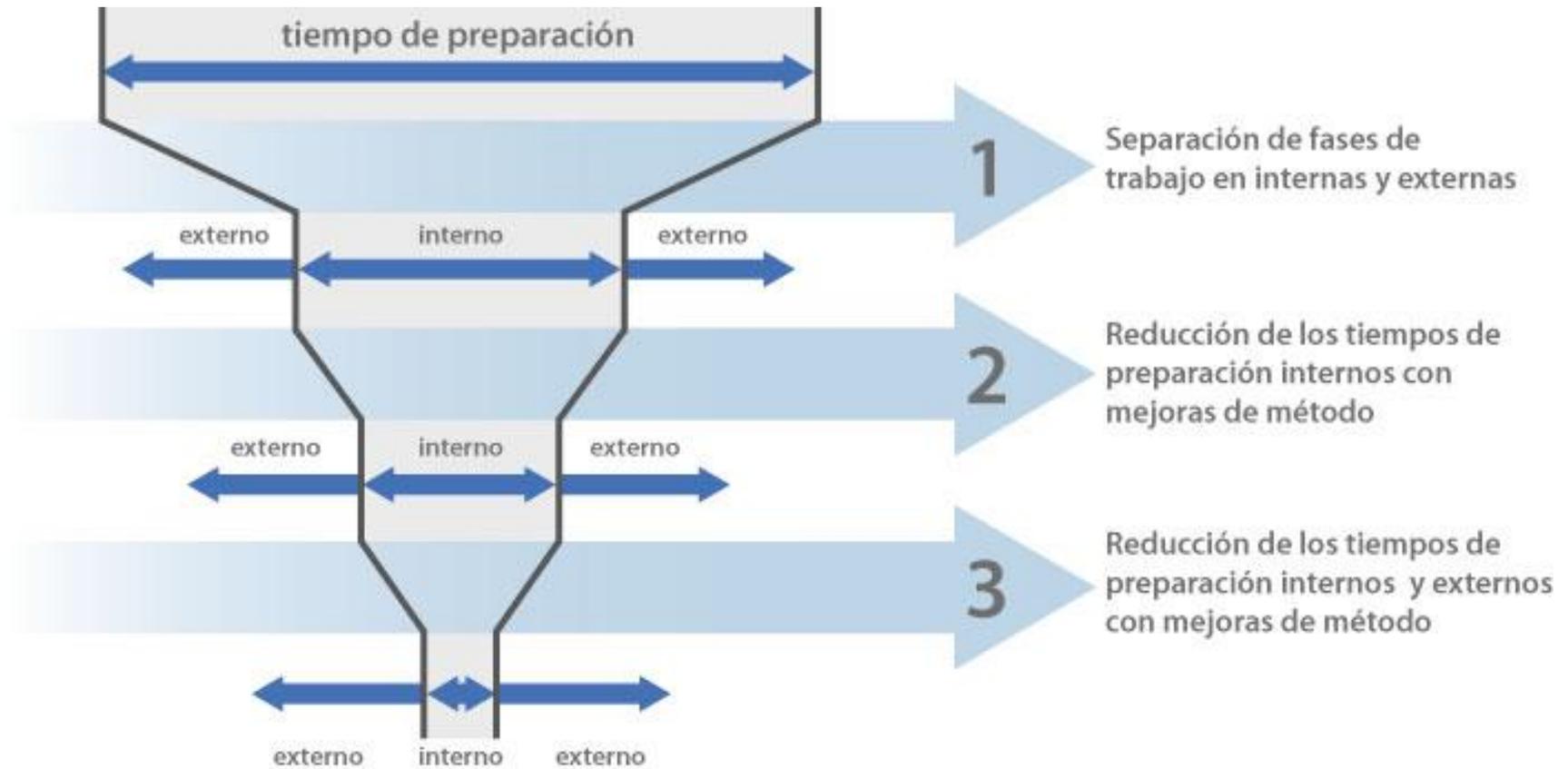
ISBN: 9789681869755

YUNI, José y URBANO, Claudio. (2006). Técnicas para investigar 2. 2.^a ed. Córdoba: Brujas, 2006. 112 pp.

ISBN: 9875910201

ANEXOS

Anexo 1. Casos de la herramienta SMED



Anexo 2. Operacionalización de las variables de la investigación

APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE REGLAS EN LA EMPRESA ARTESCO S.A. 2019

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE INDICADORES	TECNICA	INSTRUMENTO	UNIDAD DE MEDIDA	FORMULA
Variable Independiente: SMED	Santos & Wysk & Torres (2010) mencionaron: "El término SMED (Single Minute Exchange of Die) es definido como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de 10 minutos" (p. 145).	Se utilizó la metodología SMED para la separación de tareas internas y externas, conversión de tiempos internas a externas y perfeccionar las operaciones internas a externas en el proceso de cambio de molde de la empresa Artesco S.A.	Separar tareas internas y externas	% de tareas de preparación Interna	Razón	Observación	Ficha de observación	Porcentaje	$\% TPI = \frac{NTI}{NTT} \times 100$ TPI: Tareas de preparación interna NTI: Número de tareas internas NTT: Número de tareas total
			Convertir tareas internas en externas	% de tiempo de tareas de preparación interna	Razón	Observación	Ficha de observación	Porcentaje	$\% TTPI = \frac{TATI}{TTT} \times 100$ TTPI: Tiempo de tareas de preparación interna TATI: Tiempo actual de tareas internas TTT: Tiempo total de tareas
			Mejorar las tareas	% de tiempo mejorado	Razón	Observación	Ficha de observación	Porcentaje	$\% TM = \frac{TU}{TP} \times 100$ TM: Tiempo mejorado TU: Tiempo utilizado TP: Tiempo programado
Variable dependiente: Productividad	García (2012) indicó: "Es la relación entre productos logrados y los insumos que fueron utilizados a los factores de la producción que intervinieron. El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción" (p. 17).	Se representó la eficacia y eficiencia de la variable dependiente productividad en el proceso de cambio de molde de la empresa Artesco S.A.	Eficiencia	% de horas máquina.	Razón	Observación	Hoja de registro de producción	Porcentaje	$\% HM = \frac{HMU}{HMP} \times 100$ HM: Horas maquina HMU: Horas maquina utilizada HMP: Horas maquina programada
			Eficacia	% de producción de máquina.	Razón	Observación	Hoja de registro de producción	Porcentaje	$\% PM = \frac{PRHM}{PPHM} \times 100$ PM: Producción de maquina PRHM: Produccion real en horas maquina PPHM: Produccion programada en horas maquina

Anexo 3. Matriz de Consistencia

APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE REGLAS EN LA EMPRESA ARTESCO S.A. 2019

FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE INDICADORES	METODOLOGIA
GENERAL	GENERAL	GENERAL							
¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019?	Determinar en qué medida la aplicación del SMED mejora la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019	La aplicación del SMED mejora significativamente la productividad en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. - 2019	SMED	Santos & Wysk & Torres (2010) mencionaron “El término SMED (Single Minute Exchange of Die) es definido como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de 10 minutos” (p. 145).	Se utilizó la metodología SMED para la separación de tareas internas y externas, conversión de tiempos internas a externas y perfeccionar las operaciones internas a externas en el proceso de cambio de molde de la empresa Artesco S.A.	Separar tareas internas y externas	$\% TPI = \frac{NTI}{NTT} \times 100$ TPI: Tareas de preparación interna NTI: Número de tareas internas NTT: Número de tareas total	Razón	Recolección de datos
						Convertir tareas internas en externas	$\% TTPI = \frac{TATI}{TTT} \times 100$ TTPI: Tiempo de tareas de preparación interna TATI: Tiempo actual de tareas internas TTT: Tiempo total de tareas	Razón	Recolección de datos
						Mejorar las tareas	$\% TM = \frac{TU}{TP} \times 100$ TM: Tiempo mejorado TU: Tiempo utilizado TP: Tiempo programado	Razón	Recolección de datos
¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019?	Determinar en qué medida la aplicación del SMED mejora la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019	La aplicación del SMED mejora significativamente la eficiencia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019	Productividad	García (2012) indicó “Es la relación entre productos logrados y los insumos que fueron utilizados a los factores de la producción que intervinieron. El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción” (p. 17).	Se representó la eficacia y eficiencia de la variable dependiente productividad en el proceso de cambio de molde de la empresa Artesco S.A.	Eficiencia	$\% HM = \frac{HMU}{HMP} \times 100$ HM: Horas maquina HMU: Horas maquina utilizada HMP: Horas maquina programada	Razón	Recolección de datos
						Eficacia	$\% PM = \frac{PRHM}{PPHM} \times 100$ PM: Producción de maquina PRHM: Produccion real en horas maquina PPHM: Produccion programada en horas maquina	Razón	Recolección de datos
¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019?	Determinar en qué medida la aplicación del SMED mejora la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019	La aplicación del SMED mejora significativamente la eficacia en la línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A. 2019							
ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	ESPECÍFICO							

Anexo 7. Ficha Técnica de la Regla de 30 cm irrompible

	FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO
REGLA DE 30 IRROMPIBLE	



La regla de 30 irrompible es idónea ya que es biselado con borde anti-mancha con escala en centímetros y divisiones en milímetros de alta precisión.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

ESTRUCTURA FLEXIBLE E IRROMPIBLE

DISEÑO BISELADO CON BORDE ANTI - MANCHA

DISPONIBILIDAD

- * Regla 20 cm
- * Regla 30 cm

**PESO DE ARTICULO
APROXIMADO**
17.8 gr

COLORES

4 variados colores

PRESENTACIÓN

Bolsa individual con solapa para colgar

MATERIAL

El color, aspecto visual y acabado final están condicionados al tipo de material utilizado:

- * POLIPROPILENO, Virgen estabilizado de alta calidad y consistencia dura y flexible.
- * PIGMENTO, Acabado transparente y color homogéneo, colores a elegir entre una gama estándar y especial.

Anexo 8. Procedimiento de trabajo sin metodología



Anexo 9. Orden de herramientas y repuestos



Anexo 10. Hoja de autorización para realizar tesis de investigación

Lima, 18 de noviembre del 2019

Señor

Dr. Robert Julio Contreras Rivera

Director De Nacional de la Escuela Profesional De Ingeniería Industrial de la
Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este

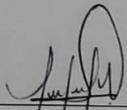
ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN

Yo Pablo Moncada Muñoz, identificado con DNI 44251971
de Jefe de producción - Inyección, en mi calidad de representante legal de
la empresa Artesco S.A., autorizo al estudiante
Christian Luis Arceta Huamanchay, estudiante de la
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima
Este, a utilizar información confidencial de la empresa para el desarrollo del proyecto de
tesis denominado
“Aplicación del smed para mejorar la productividad en la
Línea de producción de reglas en la empresa Artesco S.A.
2019”.

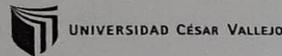
Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información alguna de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Profesional de Ingeniería Industrial.

Atentamente,


Ing. Pablo Moncada Muñoz
Jefe de producción - Inyección

Anexo 11. Validación del instrumento I



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:
APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REGLAS EN LA EMPRESA ARTESCO S.A. 2019

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED								
1	DIMENSION 1: Separar tareas internas y externas	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% TPI = \frac{NTI}{NTT} \times 100$ TPI: Tareas de preparación interna NTI: Número de tareas internas NTT: Número de tareas total	✓		✓		✓		
2	DIMENSION 2: Convertir tareas internas en externas	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% TTPI = \frac{TATI}{TTTI} \times 100$ TTPI: Tiempo de tareas de preparación interna TATI: Tiempo actual de tareas internas TTTI: Tiempo total de tareas internas	✓		✓		✓		
3	DIMENSION 3: Mejorar las tareas	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% TM = \frac{TU}{TP} \times 100$ TM: Tiempo mejorado TU: Tiempo utilizado TP: Tiempo programado	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD								
1	DIMENSION 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% HM = \frac{HMU}{HMP} \times 100$ HM: Horas maquina HMU: Horas maquina utilizada HMP: Horas maquina programada	✓		✓				
2	DIMENSION 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% PM = \frac{PRHM}{PPHM} \times 100$ PM: Producción de maquina PRHM: Producción real en horas maquina PPHM: Producción programada en horas	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SE HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg.: SANCHEZ PANTALEON LIZ GARCIA DNI: 38721174

Especialidad del validador: GESTION DE OPERACION Y PRODUCTIVIDAD

Lima, 2 de Octubre del 2019

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: 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.

Anexo 12. Validación del instrumento II

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:
APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REGLAS EN LA EMPRESA ARTESCO S.A. 2019

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED					
1	DIMENSION 1: Separar tareas internas y externas $\% TPI = \frac{NTI}{NTT} \times 100$ TPI: Tareas de preparación interna NTI: Número de tareas internas NTT: Número de tareas total	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
2	DIMENSION 2: Convertir tareas internas en externas $\% TTI = \frac{TATI}{TTTI} \times 100$ TTPI: Tiempo de tareas de preparación interna TATI: Tiempo actual de tareas internas TTTI: Tiempo total de tareas internas	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
3	DIMENSION 3: Mejorar las tareas $\% TM = \frac{TU}{TP} \times 100$ TM: Tiempo mejorado TU: Tiempo utilizado TP: Tiempo programado	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD					
1	DIMENSION 1: Eficiencia $\% HM = \frac{HMU}{HMP} \times 100$ HM: Horas maquina HMU: Horas maquina utilizada HMP: Horas maquina programada	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
2	DIMENSION 2: Eficacia $\% PM = \frac{PRHM}{PPHM} \times 100$ PM: Producción de maquina PRHM: Producción real en horas maquina PPHM: Producción programada en horas	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. (Mg.) Silvia Espinoza DNI. 07187345

Especialidad del validador. I. Inid Lima, 12 de oct del 2019


 Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: 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

Anexo 13. Validación del instrumento III


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:
APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REGLAS EN LA EMPRESA ARTESCO S.A. 2019

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED								
1	DIMENSION 1: Separar tareas internas y externas	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% TPI = \frac{NTI}{NTT} \times 100$ <small>TPI: Tareas de preparación interna NTI: Número de tareas internas NTT: Número de tareas total</small>	✓		✓		✓		
2	DIMENSION 2: Convertir tareas internas en externas	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% TIPI = \frac{TATI}{TTTI} \times 100$ <small>TIPI: Tiempo de tareas de preparación interna TATI: Tiempo actual de tareas internas TTTI: Tiempo total de tareas internas</small>	✓		✓		✓		
3	DIMENSION 3: Mejorar las tareas	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% TM = \frac{TU}{TP} \times 100$ <small>TM: Tiempo mejorado TU: Tiempo utilizado TP: Tiempo programado</small>	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD								
1	DIMENSION 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% HM = \frac{HMU}{HMP} \times 100$ <small>HM: Horas maquina HMU: Horas maquina utilizada HMP: Horas maquina programada</small>	✓		✓		✓		
2	DIMENSION 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\% PM = \frac{PRHM}{PPHM} \times 100$ <small>PM: Producción de maquina PRHM: Producción real en horas maquina PPHM: Producción programada en horas</small>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg.: MARCA VELASQUEZ MARCA A DNI: 86252711

Especialidad del validador: MBA EN MANTENIMIENTO / ENL. SISTEMAS Lima 17 de octubre del 2019

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: 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.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ARCELA HUAMANCHAY CHRISTIAN LUIS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "APLICACIÓN DEL SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REGLAS EN LA EMPRESA ARTESCO S.A. 2019", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
ARCELA HUAMANCHAY CHRISTIAN LUIS DNI: 71426136 ORCID 0000-0001-6372-8750	Firmado digitalmente por: CARCELAH7 el 01-09-2021 20:56:22

Código documento Trilce: INV - 0321261