



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de metodología DMAIC, para aumentar la productividad en el  
área de corte, de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero industrial

AUTOR:

Luis Angel Sanchez Gomez

ASESORA:

Dra. Luz Graciela Sánchez Ramírez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

Lima- Perú

2018

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don **Luis Angel Sanchez Gomez**, cuyo título es: "Aplicación de metodología DMAIC, para aumentar la productividad en el área de corte, de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 – 2018".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **(12) (doce)**

Lima, San Juan de Lurigancho, 17 de Julio del 2018

.....  
**Mg. Roberto Carlos Conde Rosas**  
 PRESIDENTE

.....  
**Dra. Luz Graciela Sánchez Ramírez**  
 SECRETARIO

.....  
**Dr. José Pablo Rivera Rodríguez**  
 VOCAL



### **Dedicatoria**

En primer lugar, a mis grandes motores en la vida Dios, mi madre Judith Gomez E. y mi novia Thalía, por todo el apoyo incondicional para seguir adelante y alcanzar mis objetivos.

### **Agradecimiento**

A Dios por darme vida y salud para poder alcanzar mis metas. Agradecer a los asesores de la escuela profesional de ingeniería industrial, quienes con sus conocimientos y sus distintos puntos de vista me ayudaron a indagar más sobre el tema y a poder realizar un óptimo trabajo, pero sobre todo a mi familia que los valoro cada día más.

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo Luis Angel Sanchez Gomez con DNI N° 48169290, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Arquitectura e ingeniería, Escuela Profesional de ingeniería industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 19 de 05 de 2018

---

**Luis Angel Sanchez Gomez**  
DNI: 48169290

## **Presentación**

En cumplimiento con los dispositivos vigentes que establece la Universidad César Vallejo, con el fin de optar el grado de Ingeniero Industrial, presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación de metodología DMAIC, para aumentar la productividad en el área de corte, de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018”,

El propósito de la presente investigación fue aplicar la metodología DMAIC, el cual obtiene indicadores que se aproximan a la realidad de muchas empresas, siendo sus estudios y análisis un instrumento para construir nuevos indicadores y que están orientados a la toma de decisiones e interés de las empresas de manufactura, así como de servicios, ya que las exigencias laborales son mayores cada vez, por lo tanto, están en la búsqueda de profesionales capaces y competitivos.

La investigación está dividida en ocho capítulos, en el capítulo I se presenta la introducción con la realidad problemática de la empresa de manera nacional e internacional, los antecedentes por los trabajos de referencia que dan credibilidad que el método aplicado es correcto y consigo trae beneficios, fundamentos científicos de la variables donde veremos la parte teórica donde los autores de libros dan mayor alcance de la aplicación del método, problemas según el planteamiento de la variable dependiente, objetivos e hipótesis donde se dará aceptación e interpretación según los resultados; en el capítulo II se expresa la metodología, el diseño del estudio, método de la aplicación, las técnicas, los instrumentos y fuentes de recolección de datos así como los métodos de análisis de datos que va dirigido a la descripción previa a los resultados; en el capítulo III, se hace una descripción de los resultados, contraste de las hipótesis el cual se verá la aceptabilidad de la metodología; en el capítulo IV se presenta la discusión de resultados, luego en los apartados V y VI se formulan las conclusiones y las recomendaciones, en la sección VII se presentan las referencias bibliográficas consultadas en el proceso de investigación y por último el capítulo VIII apéndice, donde se observara gran parte de la aplicación directa, diagramas, figuras, entre otros.

Señores miembros del jurado espero que esta investigación sea tomada para su evaluación y aprobación.

**LUIS ANGEL SANCHEZ GOMEZ**

**Índice General**

Páginas

<b>Acta de Aprobación de Tesis</b>	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimiento</b>	<b>iv</b>
<b>Declaratoria de Autenticidad</b>	<b>v</b>
<b>Presentación</b>	<b>vi</b>
<b>Índice General</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>xi</b>
<b>Resumen</b>	<b>xxii</b>
<b>Abstract</b>	<b>xiv</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Realidad Problemática</b>	<b>16</b>
1.1.1 Realidad problemática internacionales	16
1.1.2 Realidad problemática nacionales	17
<b>1.2 Antecedentes</b>	<b>19</b>
1.2.1 Antecedentes internacionales	19
1.2.2 Antecedentes nacionales	21
<b>1.3 Fundamentación científica, teórica o humanística</b>	<b>23</b>
1.3.1 (Gutierrez & De la Vara, 2013)	23
1.3.2 (MW Global Consulting, 2018)	25
1.3.3 (CSSGB, 2016)	30
1.3.4 Mejorar (Silva, Oliveira, & Silva, 2017)	31
1.3.5 Productividad (Gutierrez, 2014)	35
1.3.6 Otros autores	36
<b>1.4 Justificación</b>	<b>38</b>
1.4.1 Justificación teórica	38
1.4.2 Justificación práctica	38
1.4.3 Justificación metodológica	38
<b>1.4.4 Justificación epistemológica</b>	<b>39</b>
<b>1.5 Justificación de la investigación</b>	<b>39</b>
1.5.1 Académica	39
1.5.2 Legal	39
1.5.3 Social	40
1.5.4 Económica	40
1.5.5 Practica	40
<b>1.6 Formulación del Problema</b>	<b>40</b>
1.6.1 Problema general	40
1.6.2 Problemas específicos	40

<b>1.7 Hipótesis</b>	<b>41</b>
1.7.1 Hipótesis general	41
1.7.2 Hipótesis específica 1	41
1.7.3 Hipótesis específica 2	42
<b>1.8 Objetivo</b>	<b>43</b>
1.8.1 Objetivo general	43
1.8.2 Objetivos específicos	43
<b>II. Método</b>	<b>44</b>
<b>2.1 Metodología</b>	<b>45</b>
2.1.1 Diseño de investigación	45
2.1.2 Tipo de estudio	46
2.1.3 Alcance	46
2.1.4 Enfoque	46
<b>2.2 Variables, Operacionalización</b>	<b>47</b>
<b>2.2.1 Variables</b>	<b>47</b>
<b>2.2.2 Definición operacional</b>	<b>47</b>
<b>2.2.3 Operacionalización de las variables</b>	<b>48</b>
Matriz de operacionalización de las variables	49
<b>2.3 Población, Muestra y muestreo</b>	<b>50</b>
2.3.1 Población	50
2.3.2 Muestra	50
<b>2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>51</b>
2.4.1 Técnicas	51
2.4.2 Validez de los instrumentos	53
2.4.3 Confiabilidad de los instrumentos	53
<b>2.4.4 Método de análisis de datos</b>	<b>53</b>
<b>2.4.5 Aspectos éticos</b>	<b>54</b>
<b>III. Resultado</b>	<b>55</b>
<b>3.1.1 Información de la manufactura FITESA PERÚ</b>	<b>56</b>
3.1.2 Proceso productivo de FITESA PERÚ	56
<b>3.2 Estadística descriptiva</b>	<b>57</b>
<b>3.3 Análisis Inferencial</b>	<b>60</b>
3.3.1 Prueba de hipótesis general	60
3.3.2 Prueba de hipótesis específicas	62
<b>IV. Discusión</b>	<b>67</b>
<b>Discusión de resultados</b>	<b>68</b>

<b>V. Conclusión</b>	<b>70</b>
<b>VI. Recomendaciones</b>	<b>72</b>
<b>VII. Referencias</b>	<b>74</b>
<b>VIII. Apéndice</b>	<b>62</b>
Apéndice A: Matriz de consistencia	79
<b>Apéndice B: Instrumentos</b>	<b>80</b>
Apéndice C: Autorizaciones	81
<b>Apéndice D: Certificado de validez de contenido de variables</b>	<b>83</b>
Apéndice E: Base de datos	86

### Índice de Tablas

Tabla 1 Utilización de herramientas de control	29
Tabla 2 Desarrollo muestral	51
Tabla 3 Down Time Pre - Post	57
Tabla 4 Porcentajes de eficiencia Pre - Post	58
Tabla 5 Porcentaje de eficacia Pre - Post	58
Tabla 6 Porcentaje de productividad Pre - Post	59
Tabla 7 Resumen de procesamiento de tiempos-Productividad	60
Tabla 8 Descripción estadística del Pre-Post-Productividad	60
Tabla 9 Prueba de normalidad - Shapiro Wilk-Productividad	61
Tabla 10 Prueba de Willcoxon - Rango	61
Tabla 11 Prueba estadística de significancia	62
Tabla 12 Resumen de procesamiento-Eficiencia	62
Tabla 13 Descripción estadística del Pre-Post-Eficiencia	62
Tabla 14 Prueba de normalidad-Shapiro Wilk-Eficiencia	63
Tabla 15 Prueba de willcoxon - Rango	64
Tabla 16 Prueba estadística de significancia	64
Tabla 17 Resumen de procesamiento de caso-Eficacia	64
Tabla 18 Descripción estadística de Eficacia	65
Tabla 19 Prueba de normalidad-Shapiro Wilk-Eficacia	65
Tabla 20 Estadística de muestras emparejadas Eficacia	66
Tabla 21 Correlación de muestras emparejadas Eficacia	66
Tabla 22 Cuadrilla 'A'- PRE - POST	92
Tabla 23 Cuadrilla 'B'-PRE-POST	92
Tabla 24 Cuadrilla 'C'-PRE-POST	92
Tabla 25 Cuadrilla 'D'-PRE-POST	92

Tabla 26 Información acumulada de tiempos por cuadrillas, y sus límites de control	92
Tabla 27 Recurso tiempo PRE-POST - Reducción	93
Tabla 28 Límites de control PRE-POST	93
Tabla 29 Índice de inestabilidad	93
Tabla 30 Data de tiempos totales por día-mensual	100
Tabla 31 Constantes para gráficos de control-para los LC	103

### Índice de Figuras

Figura 1 Variables, Causa - Efecto	45
Figura 2 Matriz de operacionalización	49
Figura 3 Down Time - Cambio de jumbo	57
Figura 4 Porcentaje de eficiencia	58
Figura 5 Porcentaje de eficacia	59
Figura 6 Porcentaje de productividad	60
Figura 7 Matriz de consistencia	79
Figura 8 Tiempos de Down time descritos de gráficos	80
Figura 9 Gráfico general de DOWN TIME	80
Figura 10 Autorización firmada por el representante legal para la utilización de información	81
Figura 11 Autorización firmada por el representante legal para utilizar el nombre de la empresa en la publicación	82
Figura 12 Certificado n° 1 de validación de instrumento	83
Figura 13 Certificado n° 2 de validación de instrumento	84
Figura 14 Certificado n° 3 de validación de instrumento	85
Figura 15 Espina de pescado-ISHIKAWA	86
Figura 16 Ranking textil global	87
Figura 17 Intervalo de tiempo de cuadrillas	88
Figura 18 Histograma de tiempos generales de cuadrillas	88
Figura 19 Ejecución de tiempos muestrales por cuadrilla	89
Figura 20 Resumen de tiempos de muestras por cuadrilla "A"	89
Figura 21 Resumen de tiempos de muestras por cuadrilla "B"	90
Figura 22 Resumen de tiempos de muestras por cuadrilla "C"	90
Figura 23 Resumen de tiempos de muestras por cuadrilla "D"	90
Figura 24 Aplicación SMED-Cambio de Jumbo (1)	91
Figura 25 Aplicación SMED-Cambio de Jumbo (2) + Reducción de costo	91
Figura 26 Carta de control 'A' - PRE	94
Figura 27 Carta de control 'A' - POST	94
Figura 28 Carta de control 'B' - PRE	95
Figura 29 Carta de control 'B' - POST	95
Figura 30 Carta de control 'C' - PRE	96
Figura 31 Carta de control 'C' - POST	96
Figura 32 Carta de control 'D' - PRE	97
Figura 33 Carta de control 'D' - POST	97

Figura 34 Flujo grama de procesos productivos	98
Figura 35 Diagrama de flujo de objeto de estudio	99
Figura 36 Análisis en IbaAnalyzer	99
Figura 37 Pareto '80-20' de todos los motivos de down time	100
Figura 38 Métricas 6 sigma - PRE	101
Figura 39 Métricas 6 sigma - POST	101
Figura 40 Data legal requerida por la empresa para un proyecto	102
Figura 41 Cilindros de nivel de tiempos por actividad de la operación cambio de jumbo- Para la parte medir o analizar.	102
Figura 42 Nuevo procedimiento de cambio de jumbo	103
Figura 43 Lugar de cambio de jumbo 'Zona de jumbos y rewinder'	104
Figura 44 Maquina maestra para el cambio de jumbo	104
Figura 45 Presentación legal del proyecto - SMED para el cambio de jumbo	105
Figura 46 DOP- proceso productivo para el área de corte	106
Figura 47 Base de datos de las muestras 'A'	107
Figura 48 Base de datos de la muestras 'B'	108
Figura 49 Base de datos de las muestras 'C'	109
Figura 50 Base de datos de las muestras 'D'	110
Figura 51 Plano específico para el cambio de jumbo	110
Figura 52 Acta de aprobación de originalidad de tesis	111
Figura 53 Porcentaje de originalidad - Turnitin	112
Figura 54 Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional	113
Figura 55 Autorización de versión final de trabajo de investigación	114

## Resumen

La tesis titulada “Aplicación de metodología DMAIC, para aumentar la productividad, en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018”, cuyo objetivo es reducir actividades y down time para lograr aumentar la productividad, según (Gutierrez, 2014), define que la productividad considera los recursos empleados para generarlos, toma indicadores como la eficiencia y eficacia, con el fin de optimizar los recursos y tener una mejora de los procesos; así mismo (Gutierrez & De la Vara, 2013), sostiene que la metodología DMAIC, logra volver más productivo las operaciones, ya sea largo como a corto plazo, puesto que localiza el defecto y actúa directamente sobre ello. El tipo de investigación según (Sampieri, 2014), esta investigación sería aplicada, porque se sustenta en la investigación teórica, puesto que tiene como finalidad controlar situaciones, proceso o partes del proceso con las teorías existentes, y de un diseño experimental, ya que las variables son manipuladas; la población está conformada por los indicadores de productividad de 4 meses antes y 4 meses después de la aplicación, siguiendo el orden de la cantidad de muestra calculada; para la recolección de data se utilizó un formato en Excel de toma de tiempos de las actividades de la operación de cambio de jumbo, sistema integrado MES que nos brinda la información más específica de los tiempos y características de los registros, cronometro, check list y videos, la validez de juicio de expertos se convalido con las firmas de tres magister's de la universidad Cesar Vallejo. Se utilizó el software estadístico SPSS.23. para obtener parte de los resultados haciendo la prueba de normalidad shapiro will, y también se realizó la prueba T Student de hipótesis paramétricas de medias, donde logramos obtener resultados de aumento de productividad de 78%, la eficiencia de 46% y eficacia de 61%, se concluye que la aplicación de las etapas de la metodología DMAIC, el que ayuda significativamente a aumentar la productividad para las distintas áreas de la empresa FITESA PERÚ; finalmente se recomienda a la empresa continuar con el monitoreo y control estadístico para ver las variaciones así como aplicar la metodología para las distintas áreas, además de poder implementarlo en las otras FITESA a nivel internacional.

**Palabras clave:** Metodología DMAIC, Productividad, Mejora de procesos y control.

## Abstract

The thesis titled "Application of DMAIC methodology, to increase productivity, in the cutting area of the company FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018", which aimed to reduce activities and down time to achieve increased productivity, according to (Gutierrez, 2014), defines that productivity considers the resources used to generate them, takes indicators such as efficiency and effectiveness, in order to optimize resources and have an improvement of processes; likewise (Gutierrez & De la Vara, 2013), maintains that the DMAIC methodology, manages to make operations more productive, either long or short term, since it locates the defect and acts directly on it. The type of research according to (Sampieri, 2014), this research would be applied, because it is based on theoretical research, since it aims to control situations, process or parts of the process with existing theories, and an experimental design, since the variables are manipulated; the population is made up of the productivity indicators of 4 months before and 4 months after the application, following the order of the amount of sample calculated; For data collection, an Excel format of time taking of the activities of the jumbo change operation was used, the integrated system MES that gives us the most specific information on the times and characteristics of the registers, chronometer, check list and videos, the validity of expert judgment is validated with the signatures of three magister's of the Cesar Vallejo University. The statistical software SPSS.23 was used. To obtain part of the results by performing the shapiro will normality test, and the Student T test of parametric hypotheses of means was also performed, where we obtained results of productivity increase of 78%, efficiency of 46% and efficiency of 61%, it is concluded that the application of the stages of the DMAIC methodology, Which significantly helps increase productivity for the different areas of the company FITESA PERÚ; Finally, it is recommended that the company continue monitoring and statistical control to see the variations and apply the methodology for the different areas, as well as being able to implement it in the other FITESA at an international level

**Key words:** DMAIC Methodology, Productivity, Process Improvement and control.

# **I. Introducción**

## **1.1 Realidad Problemática**

### **1.1.1 Realidad problemática internacionales**

(Groover, 2014), La creación de los pañales desechables inicia en 1946, bajo la necesidad de Marion Donovan, que al tener a su primera hija decide hacer un pañal recubierto con una cortina de plástico con la parte media interna llevaba una tela mucho más absorbente; Marion provenía de una familia de inventores, por lo que la creatividad era parte de su día a día, en 1949, presenta la solicitud de su patente, al mismo tiempo en que comenzó a comercializarse, siendo aprobada la solicitud el 12 de junio de 1951, posterior a eso empezó a crear pañales que sean totalmente desechables, cuyo interior no lleve tela sino algún tipo de género que fuese totalmente absorbente y mantuviese alejada de la humedad de la piel de los bebés; al no lograrlo vendió su idea a Víctor Mils que fue ingeniero químico en la empresa PROCTER & GAMBLE, que inicia su creación en los años 50 con la marca PAMPERS el que lograría realizar los pañales totalmente desechables y lo que hoy es comercializado, donde solo los de la clase alta lograban adquirir esos productos, en los años 80 se empezó a comercializar los paquetes económicos, a los cuales fueron agregados una cintas reajustables en sustitución de alfileres y con un forro más suave, y en los años 90 ya se empieza a comercializar con tela que atraían la humedad hacia el centro los cuales fueron más cómodos para los bebés.

FITESA empieza su creación con telas no tejidas a partir de polipropileno en el año 1989, actualmente tiene 14 plantas productivas alrededor del mundo, con procesos que sumas productividad y otros que definitivamente retrasa esto y se engloba en el que hacer para compensarlo, como en el caso de Brasil – Gravataí, México y Alemania, es donde tienen corte en línea, no necesitan el proceso de winder ni rewinder, el cual los hace más productivos, pero tomándolo desde la parte analítica y de calidad ellos observan o pueden tomar muestras al tener los rollos ya cortados listos para empaquetar, el cual así como les da un plus por la rapidez, se les quita por la cantidad de rechazo y tiempo que perderían si sale mal un plan, adicional a eso las plantas de Brasil – Cosmópolis, China, Suecia, Estados Unidos – Washington, Estados Unidos – Carolina del Sur, Estados Unidos – Wisconsin, Italia, Perú, tienen una línea, con una reicofil 4, con la máquina de corte separada a la de extrusión, pero unida al rewinder, donde se realiza los cambios de jumbo, los que toma tiempo es que necesita realizar operaciones adicionales, que corta de manera directa de extrusión, sin necesidad de pasar por el winder ni almacenaje en la zona de

jumbos, tampoco por rewinder, cuya complicidad está en la demoras adicionales a otras líneas de reicofil, el cual se procura ser los más productivos posibles para compensar esa desventaja.

Según (Diario do comercio, 2014), el 32.6% pretende mantener sus operaciones, y solo el 2.2%, planea reducir sus operaciones, puesto que la planta ubicada en Perú, está dentro del porcentaje, que pretender lograr mejoras en sus procesos y operaciones, el inconveniente es que no todas las naves tienen la misma estructura ni la misma tecnología, y pues ninguna tiene la similitud en operaciones como cambio de jumbo, cambio de receta, y operacionales, etc., puesto que algunas tienen obviadas algunos procesos u áreas.

Todo este sistema es monitoreado por Protheus, el software que acumula la información total registrada por las salidas finales y entradas así como, la parte teórica de lo que se estaría produciendo por día, etc., dando y colocando también la información real de los que se vaya avanzando, para ver las diferencia así como colocar metas dentro de los indicadores de procesos y producción, para así poder realizar mejoras continuas obteniendo datos totales a diferencia del sistema Mes, que no todas las plantas las tienen, solo contando con este sistema Perú y Brasil Cosmópolis

En Fitesa Perú, tenemos una línea, con una reicofil 4, con la máquina de corte separada a la de extrusión, pero unida al rewinder, donde se realiza los cambios de jumbo, los que toma tiempo es que necesita realizar operaciones adicionales a comparación a la planta de Brasil-Gravataí, México y Alemania, que corta de manera directa de extrusión, sin necesidad de pasar por el winder ni almacenaje en la zona de jumbos, tampoco por rewinder y directo a corte cuyo nombre tiene como Corte en línea, cuya complicidad está en la demoras adicionales a otras líneas de reicofil, el cual se procura ser los más productivos posibles para compensar esa desventaja, (se presentara un diagrama de Ishikawa también llamado causa-efecto en el diagrama n°3), contando con el Down time de extrusión y rewinder provoca un Down time en corte, el cual es monitoreado por un sistema llamado MES “Sistema de Eficiencia de Manufactura”, el cual brinda información en tiempo real de las maquinas en proceso productivo.

### **1.1.2 Realidad problemática nacionales**

(Groover, 2014), FITESA inicia la inversión para la planta en Perú en 2010, teniendo una duración de 2 años para lograr iniciar su producción de telas no tejidas, el cual denominaron como FITESA PERÚ, produciendo inicialmente spunmelt, desarrollados para productos médicos, e higiene femenina, y solo utilizando spunbond para pañales.

En Perú no se tiene competencia de la magnitud de Fitesa Perú, según (ABINT, 2018), solo existen productores de telas no tejidas a nivel internacional, y como cliente principal se encuentra Kimberly-Clark, el cual tiene una planta en Perú, y a nivel global también, el cual solo consume productos de FITESA, y con un mayor consumo en FITESA PERÚ, y de manera más específica se desarrollara el proceso productivo de la manufactura de producción de telas no tejidas; además la (APTT, 2016), lo ubica en el puesto 15 del ranking de mayor producción textil en el año 2016 a nivel mundial.

FITESA PERÚ, cuenta con un costo elevado por tiempo muerto, que a pesar de contar de un sistema de monitoreo y control, no se realiza un plan de acción, según lo que indicado; tiene maquinas casi en su totalidad automatizadas, aun así el proceso no es totalmente continuo y existe tiempos donde para la máquina y según el flujo en el área de corte se deriva al proceso con mayor Down time, sin conocer las operaciones originales, a eso se le denominan motivos de paradas para el llenado manual del operador ligado al PLC, para obtener todos los momentos que se detenga la máquina, obteniendo datos adicionales como rendimiento, MTTR, %Producción; derivados de las hojas de acompañamiento que llenen del Access, tal cual se copiara dentro del MES, de manera general el área de corte es cual presenta más pérdida de productividad y dinero por tiempo muerto, por ende se muestra un diagrama de Pareto de los motivos principales que afectan de manera directa; El proceso para realizar el corte es pasar los jumbos al área de rewinder y colocarlos en la máquina, “el cual lleva como motivo: cambio de jumbo”, al simultaneo se pasan los tubetes a la máquina de corte de tucos, (tubetes), el cual estos pasan por un separador del mismo e inflado de las mordazas de los ejes de carbono o goma(Robot Sparceless), estos pasan a la máquina de corte, donde se encuentra con la tela no tejida proveniente de rewinder, se procede a ajustar el Neck-In, para que las cuchillas y contra cuchillas estén acorde a las medidas que el cliente desea, luego se va dar arranque a la máquina, donde se bobinara y obtendrá rollos cortados, al culminar la bobina deseada del diámetro deseado se desinfla la presión de aire de las mordazas del eje, para ser liberada del tuco, para finalizar colocando etiquetas de rollos, y enviar a empaque, cada parte del proceso que provoque un tiempo muerto será registrado por el MES y de esta data se llenara una data de manera específica con gráficos de tiempos unitarios, para localizar causa raíz y determinar un plan de acción.

A nivel local no hay competencia existente, el cual lo vuelve competitivo y único en telas no tejidas, FITESA PERÚ, presenta su variedad de productos, para futuras empresas

que desean adquirir nuestros productos; contamos con dos tecnologías: Spunbond Y Meltblown, el cual se diferencian por la fluidez del material (polipropileno), y otros parámetros dentro del proceso, en el diagrama n° 4, se podrá visualizar el diagrama del proceso productivo.

## **1.2 Antecedentes**

### **1.2.1 Antecedentes internacionales**

(Mendez & Hernandez, 2015), en sus tesis, “Análisis y propuesta de mejora al proceso de la dirección general de vida silvestre (DGVS) mediante la aplicación DMAIC de six sigma”, estudio de enfoque cuantitativo, de un tipo de investigación aplicada y un diseño experimental, con una muestra de 10 personas del proceso de gestión de trámites, cuyo objetivo fue lograr un desempeño perfecto, cero defectos con respecto a insatisfacción con el cliente, ya que el método DMAIC, permite identificar los problemas reales y consecuente a eso el Six Sigma nos permite mejorar el proceso, analizando el proceso de gestión de tramites de la DGVS, así como algunas propuestas de mejora para el área clave de la dirección como es el archivo de trámites, cuya investigación detalla que en la dimensión Controlar para el post, encontró un resultado muy bueno de 15% de aumento de productividad, así mismo la identificación de un estudio de tiempos para lograr lo descrito, para reducir los tiempos innecesarios y aumentar el flujo del procedimiento de la gestión de tramites de la DGVS, para lograr una reducción significativa del coste por demoras en gestión de trámites.

(Vasquez A. , 2016), en su tesis, “Análisis y mejora de la calidad en el proceso de perforación diamantina utilizando la metodología DMAIC”, con un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, diseño experimental y una muestra de 15 operadores, cuyo objetivo fue optimizar la calidad en el proceso de perforación diamantina interior mina, logró aumentar el nivel de sigma de  $1.81\sigma$  a  $2.65\sigma$ , disminuyendo la variabilidad, implicando que el proceso sea más centrado, para esto se realizó un control estadísticos de procesos, con cartas de control basada en la media, reduciendo los puntos especiales, o también llamados puntos fuera del límite superior de control, obtuvo también menor producto rechazado y con más sustento en la mejora de calidad, acondicionando nuevos parámetros de mejora para evidenciar la optimización realizada, paralelamente a esto se coloca un nuevo

procedimiento actualizado de las operaciones realizadas en producción que lograrían una mayor calidad de producto.

(Aravena , 2016), en su tesis, “Aplicación de la metodología DMAIC al proceso de requerimiento de materiales caso aplicado empresa GOODYEAR CHILE”, con un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, diseño cuasi-experimental, cuyo objetivo fue disminuir la pérdida producidas por concepto desperdicios de materiales en la nave de neumáticos, optimizará los recursos, con un mayor impacto en la utilización de menor esfuerzo así como designar a un encargado para cada mejora de manera activa con el fin de implementar las iniciativas; con el método DMAIC, se obtuvo los resultados esperados, poniendo énfasis en la parte definir, ya que es la parte donde si no se tiene las operaciones automatizadas es complicado copilar información que requiera de esto, aun así logró localizar el problema fundamentar y actuar sobre ellos que era el desperdicio de materiales, el cual impactaba sobre los costos; en la parte controlar se localiza una hoja de información llenada por el operador, lo cual no lo hace tan confiable con los resultados reales, implementando un sistema de peso sobre el final de la máquina, que determine la cantidad exacta y por tipo de material.

(Acuña, 2013), en su tesis, “Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolates”, de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño experimental y muestra de 6 muestras por cada grupo operativo, contando con 4 grupos operativos, cuyo objetivo fue identificar las causas potenciales del o los problemas identificados en el área de fabricación de chocolates localizada en la parte definir de la metodología DMAIC, causante de haber aumentado el nivel de sigma de  $1.83\sigma$  a  $3.87\sigma$ , reduciendo tiempos en los cambios de formato, paros no programados y en el aseo, entre otros; ya que se realizó un control estadístico de procesos, para mejorar la cantidad de día que se realiza los paros, la frecuencia, entre otras cosas que definen los tiempos en que se realizaran las actividades de mantenimiento y actividades diarias de los operadores.

(Curillo, 2014), en su tesis, “Análisis y propuesta de mejoramiento de productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA”, de enfoque cuantitativo, tipo aplicada de diseño cuasi-experimental y una muestra de 10 operadores, con el objeto de analizar los beneficios que obtendremos con la propuesta, el cual logró que el indicador productividad aumente sus niveles, haciéndolo de la manera más segura estratégicamente,

actualizado y eficaz, esto logrado por la utilización de la metodología DMAIC, al utilizar las dimensiones otorgadas por esta metodología, considerando como parte crítica la compilación de datos y controlar los resultados mejorados, ya que gran parte de las operaciones está hecha de manera manual, recomendando no dejar de lado el control continuo de las actividades, y reportes otorgados de manera diaria para localizar si hay alguna varianza en los puntos de control.

### **1.2.2 Antecedentes nacionales**

(Colcas, 2017), en su tesis, “Propuesta de mejora de la productividad en el área de confecciones de una empresa de prendas de jean aplicando six sigma” de enfoque cuantitativo, tipo aplicada y diseño cuasi-experimental, con el fin de reducir los traslados de las órdenes de producción, mediante una nueva distribución de la nave, puesto que en la etapa de análisis se determinó que los factores que afectan son las variables medidas como las especificaciones del cliente, para esto se realizó la metodología DMAIC, para lograr identificar el problema de mayor impacto económico en producción, optando por mejorar el recurso tiempo con la finalidad de volver más productiva la producción y aumentando el nivel de sus indicadores.

(Alcantara & Castañeda, 2014), en su tesis, “Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC”, de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, de diseño experimental y con una muestra de 30 operaciones, cuyo objetivo fue utilizar la metodología DMAIC en el proceso general para localizar el punto de fallo, en esta propuesta se encontraba en área de corte, y se logró reducir la cantidad de rechazos, controlando con un control estadístico de procesos, para tener mapeado las situaciones actuales y reales del panorama de corte, estableciendo límites de control para realizar planes de acción de manera directa como mejora continua sobre el defecto, obteniendo un mejor resultado tanto para la empresa como para los clientes, ya que sus productos podrán ser más eficaces, y nuestras operaciones más eficientes y eficaces a las vez, por ende aumento de productividad, así mismo se utilizaría para mejora futuras en los procesos productivos de la empresa.

(Diaz, 2017), en su tesis para obtener el título de ingeniero industrial, “Propuesta de mejora mediante la metodología DMAIC para reducir los costos en el área de distribución de combustible líquidos de la corporación PRIMAX S.A.”, de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño experimental y con una muestra de 30 distribuciones, cuyo objetivo fue obtener rentabilidad en el área de distribución de combustibles líquidos, es determinando el

origen y seguimiento según DMAIC, para obtener un beneficio de 472,272.22 nuevos soles mensuales, el cual se vio reflejado en las etapas del método PDHA, con la controles continuos y seguimiento del impacto económico de la mejora, ya que así mismo impactaba más sobre las demás causantes según su diagrama de Pareto utilizado en la etapa definir.

(Sanchez & Zapata, 2017), en su tesis, “Análisis y mejora de procesos en una empresa que fabrica productos de consumo masivo del rubro no alcohólico utilizando la metodología DMAIC”, de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, de diseño experimental y un muestra de 5 ordenes masivas, cuyo objetivo fue resolver la problemática de la empresa mejorando la calidad de los procesos y productos que ofrece, mejorando así mismo sus indicadores, para aumentar la rentabilidad de la producción, esto fue posible al contar con indicadores de eficiencia, eficacia y productividad, el cual anuncia la situación porcentual en la que trabajaba la empresa, dando por motivo que la calidad de los productos era el de mayor impacto sobre los indicadores, volviéndose motivo de investigación y estudio del caso, se aplicó la metodología DMAIC, para sustentar las mejoras y acciones relacionadas con los nuevos parámetros a considerar para obtener un producto apto para las especificaciones de los clientes.

(Vasquez A. , 2016), en su tesis, “Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington Automotriz E.I.R.L. Cajamarca para aumentar el nivel de productividad”, de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño experimental y una muestra de 4 paradas de línea, cuyo objetivo fue realizar una mejora continua con la implementación de Lean Manufacturing, en el área de mantenimiento así como aumentar la sustentabilidad del área, reduciendo costos y mostrando un trabajo más eficiente y eficaz; esto se logró gracias a la definición de los problemas de demoras en las paradas de mantenimiento, aplicando SMED para obtener mejores tiempos de cambios en los equipos, así mismo controlando de manera sostenida y continua los tiempos reflejados en cuanto demoran en las paradas, así como transmitir la diferencia en la realización de dichas actividades, obteniendo finalmente que de manera general se tenga mayor productividad.

### **1.3 Fundamentación científica, teórica o humanística**

#### **1.3.1 (Gutierrez & De la Vara, 2013)**

##### **Metodología DMAIC:**

Para la metodología DMAMC, se deben analizar las características críticas de calidad (CCC), para poder tomar decisiones, en las operaciones correspondientes así como poder tener certeza que lo que buscamos está fijada en el objetivo de poder optimizar nuestros procedimientos y así mismo volverse operaciones productivas a corto o largo plazo y carácter competitivo para el mercado, así como para los clientes en sus productos estrella como subsecuentes, así como las siglas DMAMC, que viene a ser las etapas de la metodología a implementar con las palabras en español, por ende son interpretadas iguales (p.404).

##### **Definir:**

Se debe delimitar y formar los criterios de éxito, y poder obtener un marco del proyecto con objetivos claros y realistas el cual tiene que tener soporte de la alta dirección, para poder ser medible y veraz; para este marco se deberán tener definidos por completo con sus diferentes elementos, las cuales se seleccionaran las características críticas que escuchamos por el cliente interno como externo, cuyas características se basan a las variables, tiempos de ciclo, costos, defectos, quejas y productividad, entre otras.

##### **Medir:**

El objetivo es entender con claridad y cuantificar la magnitud de los problemas, ya que, se detalla minuciosamente el proceso, flujo de operaciones y el funcionamiento; exponiendo las métricas (Y), con lo que se evaluara el éxito de la finalidad del proyecto.

##### **Analizar:**

La meta es identificar la causa raíz del problema principal (X), el entender cómo y porque se genera el problema, se aplica la técnica de los 5 porqués para hallar la causa, también puedes ser identificadas con herramientas como:

Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto (80 y 20), Cartas de control, Mapeo de procesos actualizado, Diagrama de dispersión, entre otros. (p. 36)

**Mejorar:**

El objetivo es realizar una propuesta e implementarla como soluciones para determinar la causa raíz, asegurando que el problema será eliminado o reducido, con las siguientes técnicas Lean:

Hojas de verificación, 5s, Smed “se realiza para este proyecto”, Poka-Yoke, entre otros.

Una vez generadas las alternativas de solución se deben evaluar con una matriz que refleje los diferentes criterios sobre estas.

“La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto”.

**Controlar:**

“Control estadístico de procesos; Se monitorea las características críticas del manejo de graficas de control, y realizar un plan de acción futura ante posibles fallos o mejoras continúa, para elaborar esto se realiza los siguientes pasos:

Recolectar los datos:

Calcular el promedio  $\bar{X}$  y R, para cada subgrupo

$$\text{Promedio} = \bar{X} = \frac{X1 + X2 + X3 + \dots + Xn}{N}$$

**Límites de Control para Medias**

Limites Superior de Control

$$LSCX = \bar{X} + A_2\bar{R}$$

Limites Inferior de Control

$$LSCX = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

‘Donde  $A^2$  es una constante que varía por el tamaño de muestra

LSC= Promedio ( $\bar{X}$ ) + ( $A^2$ , que según este caso vendría a ser en el  $n=4$ , ya que son 4 cuadrillas\* Rango ( $\bar{R}$ ))

LIC= Promedio ( $\bar{X}$ ) - ( $A^2$ , que según este caso vendría a ser en el  $n=4$ , ya que son 4 cuadrillas\* Rango ( $\bar{R}$ ))

### **Seleccione la escala para las gráficas de control**

Para graficar la  $\bar{X}$ , debería ser al menos del tamaño de los límites de tolerancias especificadas o dos veces el Rango promedio " $\bar{R}$ ".

### **Trazar la carta de control**

Marcar los puntos de la gráfica y unirlos para visualizar el comportamiento del proceso de una mejor manera.

### **Analizar graficas de control**

Realizar el cálculo del índice de inestabilidad,  $S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} * 100$

### **Dispositivo a prueba de error o Poka Yoke**

Método correcto de realizar una actividad o posición de algún objeto, evitando errores.

### **Resumen de graficas de control y Poka Yoke**

Describir las conclusiones de las gráficas de control para poder visualizar la tendencia, ciclos, la inestabilidad y los cambios repentinos de nivel, para corroborar si se está llevando a cabo la mejora" (p. 190-192)

### **1.3.2 (MW Global Consulting, 2018)**

#### **Metodología DMAIC:**

Los factores de éxitos son esenciales para tener un punto claro de lo que queremos lograr, y cada vez volverlo una necesidad para la manufactura, como liderar el factor más importante del proyecto, mejorar el flujo productivo, reducción de tiempos, defectos y costos, mejorar la calidad, productividad y comunicación, además de una entrega rápida y más eficaz de los productos terminados.

#### **Definir:**

Se tiene que determinar los CTQ's (Critical To Quality), del proyecto, que por definición es un atributo o característica de calidad de un producto (Tiempo de una operación), que es importante najo la expectativa del cliente, en este caso interno cual es importante identificar en qué casos se debe seguir la metodología six sigma y en qué casos es mejor utilizar alguna otra de resultados más rápidos o para solución de problemas como

la de círculos de calidad, en realidad aunque se quisiera proponer soluciones a un problema sin análisis previos no sería tan válido para las acciones correctivas.

### **Medir:**

En todos los procesos existe variación, ya que, en esta etapa se realiza la medición de la variación, para determinar los datos que estén fuera de especificación, causante del problema con el proceso para determinar esto debemos preguntarnos:

¿Qué es lo que necesitamos medir?; ¿Cómo lo vamos a medir?

Cuyo objeto es:

Conocer el uso de las herramientas de la fase de medición, Determinar las mediciones son importante para el proyecto, Recolectar datos relevantes,, Convertir los datos en números para conocer su comportamiento, Detectar cual es la frecuencia con la que ocurren los defectos

Herramientas utilizadas para la etapa medir:

1. Estadística descriptiva: Definiciones básicas con ejemplos de estadística
2. Distribución normal: Propiedades de distribución normal
3. Diagrama causa efecto: Representar de forma ordenada las causas que posiblemente este originando el problema(efecto), es muy efectiva ya que puedes encontrar las causas más importantes
4. Diagrama de Pareto: otorgar un peso a los problemas con mayor potencial de mejora, muestra la frecuencia relativa en un gráfico de barras descendientes.
5. Diagrama de dispersión: Técnica para estudiar la relación entre dos variables, facilita el entendimiento del problema.
6. Mapa de procesos: secuencia gráfica de cada una de las operaciones y actividades que se realizan en el proceso productivo, desde el inicio a fin, permite la visualización de los procesos y determinar las actividades innecesarias para realizar un proceso actual después de la mejora.

### **Analizar:**

Se debe realizar un análisis de recolección de datos de la etapa medir, con el propósito de conocer las relaciones de causa raíz del problema, este análisis no proporciona las

evidencias de las fuentes de variación y desempeño insatisfactorio, puesto que es de gran utilidad para mejorar el proceso productivo.

El objeto de la etapa análisis es:

Determinar el nivel de desempeño del proceso actual, identifica las fuentes de variación o puntos especiales, se realiza un proceso de validación estadística, para apoyarse para la hipótesis

Se trabaja con las siguientes herramientas:

1. Capacidad de proceso: Determina cual es el desempeño del proceso para cumplir los límites de especificación; Comparando la variación del proceso contra la variación permitida por el cliente interno.
2. Métricas seis sigmas: Medir la capacidad del proceso en términos cuantificables para analizar su mejora a través del tiempo, calculado de la siguiente manera:
3. DPU: Defectos por Unidad
4. DPO: Defectos por Oportunidad

Formulas:

1. DPU: Cantidad de defectos/Cantidad de producción total
2. DPU: “Down Time de operación/Tiempo de cuadrilla”
3. DPO: Cant. de defectos/Cant. de producción total\*Frecuencia
4. DPO: “Down Time de Op./Tiempo de cuadrilla\*Prom.Frecuencia”
5. SIGMA A CORTO PLAZO (ST): Nivel de desviación estándar (sigma), del proceso, “El que se usara en este proyecto”.
6. Intervalo de confianza y prueba de hipótesis: Herramienta utilizada para ser inferencias de la población a partir de la muestra
7. Análisis de regresión: Sirve para predecir el valor de una variable a partir de una o más variables, es usada para conocer las relaciones que existe entre las variables dependientes e independientes.

### **Mejorar:**

En esta fase se seleccionan las causas con mayor impacto e investigar el comportamiento de estas causas, que consiste en realizar los cambios en los niveles de operación de los factores 'x' para obtener buenos resultados en 'Y', optimizando y mejorando el proceso; Es una serie de pruebas donde se realizan cambios en las variables

de las entradas de un proceso, para observar e identificar los cambios en la respuesta de salida.

En los diseños de experimento pueden incluir:

Encontrar cuales son los factores que influyen más a la variable 'Y', determinar en donde ajusta las variables 'X', de tal forma que 'Y' se acerque al requerimiento nominal, determinar donde ajustar las variables 'X', de tal forma que la variabilidad en 'Y' sea pequeña, determinar donde justar las variables de influencia 'X', de tal forma que los efectos de las variables 'Y', sean minimizados

También es útil para estabilizar un proceso y lograr resultados como; rendimiento mejorado, Variabilidad reducida y comportamientos cercano al valor nominal, Tiempo de desarrollo reducido, Costos totales reducidos.

### **Controlar:**

El control se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (Control de las X) y ahí culmina el proyecto.

Nos dice que esta etapa es una de las más difíciles, ya que, las acciones tomadas tienen que ser permanentes y tienen que generalizarse para ser evaluadas constantemente, "El reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo", para esto se establece un control para, que los problemas no vuelvan a ocurrir, no dejar que estos conocimientos y mejoras se olviden, mantener el desempeño del proceso, transmitir y conseguir las mejoras continuas.

Este sistema de control cuenta con tres niveles:

### **Estandarizar el proceso**

Deben realizarse acciones para asegurar las mejoras por cambio del sistema/estructura que forma parte del proceso, una técnica es el Poka-Yoke, que generalmente es de mucha utilidad.

### **Documentar el plan de control**

Se desarrolla documentos con los procedimientos estándares de las operaciones del proceso, además de realizar capacitaciones a todos los trabajadores con un sistema a

prueba de errores como: Poka-Yoke, pues se aconseja realizar los siguientes procedimientos:

1. Involucrar a todo aquel que este dentro y cercano al proceso.
2. Realizar el procedimiento tal cual el documento.
3. Ser completo y conciso.
4. El procedimiento tiene que estar a la mano de las personas involucradas con facilidad de poder visualizarlo.
5. Realizar las mejoras continuas dentro del método y actualizar los procedimientos.
6. Eliminar los procedimientos obsoletos, para evitar errores.

### **Monitorear el proceso**

Se necesita tener evidencias de cómo van funcionando las mejoras realizadas según los procedimientos, “Se debe tener cuidado especial de no confundir los conceptos de capacidad y estabilidad”, las preguntas claves para un correcto monitoreo son:

1. ¿Cómo se monitorean?
2. ¿Con qué frecuencia se verifican?
3. ¿Se conocen las especificaciones y metas óptimas?
4. ¿Cuál es su capacidad y estabilidad?
5. ¿Cuáles deben tener cartas de control?”.

El último paso es lograr que la mejora se mantenga y sea actualizada a través del tiempo, como interrelación se encuentran los procedimientos, instructivos y registros; cuyos objetivos son, usar herramientas de control, verificar que las mejoras se sigan y estén bajo control, identificar las actividades o procesos que están fuera de control para corregirlos de inmediato, las mejoras consistentemente tienen que tener un control, las mejoras consistentemente tienen que tener un control.

Tabla 1 *Utilización de herramientas de control*

<b>Herramientas</b>	<b>¿Para qué es utilizada?</b>
Pre control	Se utiliza para detectar fallas en el proceso, determina los valores de las variables para el arranque de producción o inicio de operación.
Cartas de control	Analiza las variables en la mayoría de sus procesos,

	se enfoca en las causas que ocasionan la variación y que refleja la magnitud de la variabilidad.
Poka-Yoke	Sistema utilizados a prueba de errores

Validar e implementar un sistema de medición: Se valida la variable 'X' del proceso, pues se necesita de un plan de control para esta variable, con procedimientos documentados y entrenamiento del personal directo a las actividades de mejora. (MW Global Consulting, 2018)

### 1.3.3 (CSSGB, 2016)

#### **Metodología DMAIC:**

Nos dice que lo que debemos entender la descripción del proceso y la selección del proyecto, para determinar el uso de la metodología de mejoramiento DMAIC, en el lugar de utilizar otras herramientas que solucionan problemas, así como tener muy claro cuáles son las metas de la organización y cuáles son las que tiene que ser fuentes de estudio y mejora de proceso al mejorar su productividad (p.6).

#### **Definir:**

Señala sobre la etapa definir que ayudar al desarrollo de métricas primarias y secundarias (calidad, tiempo de ciclo; costo) y establece métricas clave de proyecto que se relacionen con la voz del cliente (p.8); el cliente define, sus requerimientos críticos de calidad (CTQ, "critical to quality"), y el proceso central de negocio involucrado, tales como, definir quiénes son los clientes, definir los requerimientos de los clientes y sus expectativas, definir los límites del proyecto-inicio y fin del proyecto, definir el proceso a ser mejorado mediante el desarrollo del mapa de flujo de procesos (p.41).

#### **Medir:**

Se debe revisar los mapas de procesos, procedimientos escritos, instrucciones de trabajo, diagrama de flujo, etc.; distinguiendo entre un parámetro de una población y una muestra estadística, para definir y aplicar métodos de recolección de datos tales como lista de verificación, datos codificados, etc. (p.10); Se mide el desempeño del proceso de un negocio al desarrollar un plan para recolectar los datos para el proceso, recolectar los datos de muchas fuentes para determinar el estado actual, recolectar los resultados de las encuestas de los clientes para determinar las dificultades (p.41).

**Analizar:**

Las pruebas para los promedios, varianzas y proporciones; definir, comparar y contrastar la importancia de la estadística y resultados en la práctica (p.12); analizando los datos recolectados y el mapa de flujo de proceso para determinar las causas de los defectos y las oportunidades de mejora.

- Identificar las restricciones entre el desempeño actual y el desempeño meta
- Priorizar a las oportunidades de mejorar según se va analizando
- Identificar las fuentes excesivas de variación, también llamados puntos especiales en las cartas de control.
- Identificar los procedimientos estadísticos objetivos y los límites de confianza, para una mayor veracidad de los que se va realizando (p.41).

**Mejorar:**

Se debe mejorar el proceso para las metas, mediante el diseño de soluciones creativas para corregir y prevenir problemas.

- Crear soluciones innovadoras utilizando tecnología y disciplina
- Desarrollar e implementar los planes de mejoramiento (p.41).

**Controlar:**

En etapa controlar se debe tener un mapeado, describiendo los objetivos y beneficios del control estadístico de procesos (SPC), incluyendo controlar el desempeño del proceso, identificar causas especiales y comunes de variación, etc.; desarrollando un plan de control para documentar y mantener las mejoras, y velar por la implementación de controles y sistemas de monitoreo” (p.13).

Controlar las mejoras para mantener el proceso en el nuevo curso, haciendo:

- Evitar volver al método anterior
- Desarrollar un plan de monitoreo continuo
- Mejorar mediante modificaciones del sistema (p.41).

**1.3.4 Mejorar (Silva, Oliveira, & Silva, 2017)****Definir:**

Para (Silva, Oliveira, & Silva, 2017), El primer paso es definir el problema, para poder tener claro que es lo que se tiene actualmente y si es aceptable para el proceso, siguiente a

eso debe analizar los indicadores propuestos, así como los existentes, para lograr una mayor determinación sobre el proyecto, además de identificar los indicadores más críticos.

**Medir:**

Para (Silva, Oliveira, & Silva, 2017), es muy importante la utilización del diagrama de Pareto para ordenar los problemas, midiéndolo en diversas escalas, obteniendo resultados gráficos cuantitativos, donde obtendremos prioridades de estudio, atacar primero al problema mayor y tanto como operacional como económico.

**Analizar:**

Para (Silva, Oliveira, & Silva, 2017), se debe identificar las causas principales, y motivos de fallos, considerando generar una reunión de comunicación, aplicando en primer lugar un diagrama de Ishikawa, herramienta ampliamente utilizada en diseño seis sigma.

**Mejorar:**

Debe aplicarse las técnicas y herramientas de ingeniería para lograr resultados, y obtener un sustento de las mejoras que se hacen tanto como el beneficio personal de ver los indicadores subir proporcionalmente.

**Controlar:**

Para (Silva, Oliveira, & Silva, 2017), se debe monitorear los indicadores de producción efectuada diariamente con el propósito de controlar cualquier cambio que genere fallas y de dar soporte en la toma de decisiones para la corrección de problemas interviniendo directamente sobre las operaciones productivas, utilizando los criterios de éxito así como el conocimiento para tener planes de acción muy efectiva (p. 39)

**1.3.5.1 Técnicas SMED**

Para (Cabrera, 2015), la aplicación de la herramienta SMED tiene como fin mejorar la eficiencia operativa de un proceso que toma consecuencias sobre el sistema global, puesto que fue desarrollado para realizar las mejoras en los cambios, tal cual se refleja en los vehículos de carreras formula 1 y buscando evitar desperdiciar el valioso tiempo, logra ahorro de tiempo substanciales considerando como impacto de incrementar su productividad y mejorando la competitividad.

Con esto lograremos controlar:

- Tiempo de espera en cola antes de procesar.
- Tiempo de corrida del proceso
- Tiempo de espera después de su procesamiento
- Tiempo en tránsito

Para después lograr:

- Reduce el costo laboral por el cambio de jumbo
- Incrementa la capacidad del equipo que es cuello de botella
- Ayuda a eliminar muda “Tiempo”
- Mejora la utilización laboral, la producción de activos y del equipo
- Reduce los tiempos de entrega
- Estandarización del diseño
- Simplificación del trabajo
- Fuente para encontrar medios para minimizar Down Time

Para su aplicación se requiere:

- Participación colectiva del personal, cuya involucración es del 100% y con actitud para realizar mejoras continuas
- Conocer a detalle el proceso actual del cambio de jumbo, cuya oportunidad se utiliza para desarrollar la reducción de tiempos.
- Convertir las actividades internas en externas, se debe examinar con el fin de corregir y modificar las actividades internas para que sea factible las mejoras
- Mejoramiento de elementos, se realiza los experimentos, con el fin de definir la correcta corrección de Down Time.
- Eliminación de Ajustes, esto se utiliza para la estandarización, con esto poder satisfacer al mercado actual, en este caso cliente interno (área de corte).
- Guía para la reducción de tiempos:
- Realizar un dibujo del flujo del proceso productivo, indicando y precisando el área donde se realizará la reducción de tiempos.
- Cronometrar las actividades realizadas en el proceso en el cual se realizará la reducción de tiempos, y todo anotarlo en una hoja de cálculos.

- Verificar que los elementos y herramientas están completas y adecuadas para realizar la reducción.
- Realizar la capacitación con todos los involucrados y llevar a la práctica el nuevo procedimiento.

Guía específica del estudio:

- Conocer la media y la variabilidad de cada actividad del proceso.
- Identificar las causas de la variabilidad y analizarlas para ser reducidas o eliminadas.

Implementación del plan del trabajo: hallando las actividades externas e internas:

- Actividades externas; se puede realizar cuando la maquina está operando y no afectaría en el proceso o puede hacerse incluso antes o simplemente no hacerlo.
- Actividades internas; tiene como condición que la maquina este sin funcionamiento, para poder realizar los cambios, y que deber ser simplificadas en su máximo.
- Actividades desperdicio de tiempo; son las actividades que no añaden valor al proceso y que usualmente son las actividades que consumen el tiempo de manera innecesaria.

Se debe realizar un Procedimiento de Operación Estándar (POE); con el objetivo de priorizar el uso de recursos, puesto que es aplicada en los cuellos de botella, con un mayor impacto en la producción para aumentar la productividad, por ende, elevar la rentabilidad.

SMED, incorporando el POE, quedará como constancia que es realizado o será realizado, y que va dirigido para las mejoras continuas y con soluciones factibles y de bajo costo.

(Salazar, 2016), nos relata parte de la historia de esta herramienta; “Shingeo Shingo, creador de la técnica SMED, ingeniero mecánico japonés, reconocido por ser uno de los líderes en la práctica de manufactura en el sistema Toyota, además se le reconoce por haber creado y formalizado el cero control de calidad, el cual hace énfasis en la aplicación de los Poka Yoke”, cuya técnica es aplicada en distintos tipos de manufactura, así como de servicios, para lograr aumentar la producción y ser más rentables.

### **1.3.5.2 Control Estadístico de Procesos**

Para (OCW Cabero, 2017), el gráfico que se debería usar para este caso en particular debe ser el de gráfico de control por variable, donde  $\bar{X}$  debe ser controlado como tendencia central del proceso y R, para lograr la controlar la variabilidad, así poder visualizar la racha

o alteraciones del gráfico de control y hacer un plan de acción cuando existan puntos que estén por encima de la media y encima del límite superior de control (LSC), así como analizar los puntos que están debajo de los límites o debajo de la media, con el objeto de poder optimizar los puntos próximos.

(Minitab17, 2017), “Collect data at equally spaced intervals, such as once every hour, once every shift, or once a day. Select a time interval that is short enough to ensure that you capture changes to the process in a timely manner”, traducido, “Recopile datos e intervalos igualmente espaciados, como una vez cada hora, una vez por turno o una vez al día. Seleccione un intervalo de tiempo lo suficientemente corto como para garantizar que capture los cambios en el proceso de manera oportuna”, el cual se tomara como 7 cambios de jumbos por cada cuadrilla o turno existente, solo con los tiempos totales, (como test de normalidad, también llamado como “I-MR Chart”); de manera más específica o tiempos individuales por actividades, utilizaremos,( solo para los datos por cuadrillas, ejemplo de las 7 muestras que se tomaran por cada una, “Xbar-R Chart”); donde se utilizan subgrupos pequeños por la cantidad menos a 8, y se puede usar el rango para estimar la variación del proceso; y (usar para los totales en forma de comparativa por cada actividad de todas las cuadrillas y todas las muestras “Xbar-S Chart”), donde los subgrupos son mayores a 8, y analiza la desviación estándar, el cual es un estimador cada vez mejor de la variación del proceso que el rango.

Para (EcuRed, 2018), “Walter Andrew Shewhart, físico, ingeniero y estadístico, conocido como el padre del control estadístico de calidad, primer miembro honorario de ASQ(Sociedad Americana para la Calidad), reunión con éxito las disciplinas de estadística, ingeniería y economía”, cuyo fin es poder analizar los criterios de éxito y los puntos especiales de las cartas de control, la definición esta como parte de resumen histórico donde fue creada el control estadístico.

### **1.3.5 Productividad (Gutierrez, 2014)**

La productividad aumenta según las mejoras productivas, dando cabida a que estas mejoras deberán ser reflejadas en sus indicadores, eficiencia y eficacia, para esto se determinara las formulas correspondientes, y dando lugar también para la mejora continua, optimizando los recurso que rentabilicen el negocio (p.20).

**Eficiencia:**

Para (Gutierrez, 2014), incrementar la productividad es mejorar sustancialmente la eficiencia, al reducir los tiempos desperdiciados o down time por paros de equipos, falta en los insumos y en las ordenes de compras, entre otros motivos. (p. 20)

$$\text{Formula: } \frac{\text{Tiempo de capacidad de maquina}}{\text{Tiempo real de operacion productiva}} \times 100$$

**Eficacia:**

Para (Gutierrez, 2014), la eficacia tiene como propósito optimizar y aumentar la productividad del equipo, los materiales y los procesos, además para llevarlo a cabo se debe capacitar a la gente para alcanzar los objetivos planteados, mediante la disminución de productos con defecto, fallas en arranque y en la operación de procesos, y deficiencia en materiales, en diseños y en equipos (p. 21).

$$\text{Formula: } \frac{\text{Tiempo objetivo}=\text{Tiempo estandar}}{\text{Tiempo real de operacion productiva}} \times 100$$

**1.3.6 Otros autores****Productividad:**

Según (Kanawaty, 1996), la productividad puede utilizarse para medir cuanto puede aumentar un recurso, pueden estar afectadas por factores internos como: operaciones en un mismo proceso, así como factores externos existentes, la capacidad de maquina u equipos, además del control del empleador (p.13)

Para (Deming, 1989), la medición de la productividad no hace mejorar la productividad, comentando que en los estados unidos, casi todos los días hay una conferencia y capacitaciones sobre productividad, incluso organizan un comité para que establezcan medidas y controles de productividad (p.156)

Según (Cruelles, 2013), la productividad trata de tener un método e indicadores en común que puedan dar una visión cuantitativa del estado de la improductividad de una manufactura y para esto se deberá tener:

- Un índice de lo que debe ser un informe de diagnóstico de la improductividad.
- Un sistema visual llamado (los mapas de despilfarro (p.69).

Para (Mera, 2015), el trabajo bajo análisis está relacionado con la productividad industrial, al ahorro de recursos al momento de colocar un producto en el mercado desde el procesamiento de la materia prima hasta su acabado como producto final optimizando los procesos productivos o actividades que agregan valor; esta capacidad se conoce como justo a tiempo (Just in Time), y luego como Lean Manufacturing. Este sistema significa una reducción de costos drásticamente, a lo cual se añadió la necesidad de menor cantidad de mandos medios, con la consecuente disminución de costos indirectos y con sorprendente incremento en la velocidad para la toma de decisiones; utilizar técnicas Lean ayuda a localizar y mejorar procesos productivos donde, la toma de decisiones juega un papel importante a los resultados obtenidos de los análisis realizados, con el tema del costo del mejora para lograr el aumento de productividad.

**Eficiencia:**

Según (Muños, 2009), la eficiencia de los procesos productivos es objeto de la administración de operaciones, esta debe estudiar el proceso de producción desde el punto de vista de su desempeño y otros indicadores como el de eficiencia. (p. 1); En FITESA PERÚ, se procura aumentar el desempeño cada vez más con la mejora continua, lograda por el estudio de trabajo, mediante DMAIC.

Para (Bermudez, Sierra, Riquelme, Blasco, & Casal, 2015), Tanto en productividad, como eficiencia, se hizo una medida de los indicadores tras ponderarlos, según los valores recogidos, con el fin de aumentar la meta.

**Eficacia:**

Según (García, 1998), la única solución eficaz es seguir una rigurosa metodología que analice con detalles todos los aspectos implicados en el cambio de serie y que, además los simplifique y organice comprenda la optimización de los recurso y concluir con las metas propuestas, dando por razón del aumento de productividad; FITESA PERÚ, se organiza de la mejor manera posible para poder cumplir con la programación y ofrecer un proceso eficaz.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Justificación teórica**

La investigación contribuye teóricamente debido a que se hace un análisis de las diferentes teorías de los factores que inciden en el aumento de productividad, puesto que se detalla las etapas de la metodología DMAIC, ya que teorías como las de (Gutierrez & De la Vara, 2013), y (Aquarius Software, 2014), comentan que elaborando las métricas six sigma podremos ver a cuanto de tiempo por error tendríamos mensualmente en cantidad de millón de minutos, antes de realizar el proyecto, así como después del Statistic Process Control, para obtener la reducción a nivel sigma, y tiempo mensual real, así como aplicando SMED, se reducirá los tiempos y operaciones de parte del proceso, para lograr un mayor concordancia con lo realizado con lo programado.

### **1.4.2 Justificación práctica**

La investigación es de utilidad práctica para todo tipo de estudiantes de ingeniería como ingenieros y encargados de área sin conocimiento profesional, que se preocupan por aumentar la productividad en manufacturas, definiendo un modelo para realizar estudio de los siguientes motivos según el Pareto, que se realizó para la parte “Analizar”, según su impacto de Down time, pues, de manera teórica se aplica las métricas 6 sigmas, la técnica Smed y un control estadístico de procesos (SPC); la justificación metodológica nos dirige a un tipo de estudio aplicativo, con un diseño experimental; En la justificación tecnológica tenemos la aplicación del sistema MES, para obtener la data de análisis, y finalmente la justificación económica, donde se apreciara la reducción de costos, mensuales así como por operaciones.

### **1.4.3 Justificación metodológica**

Esta investigación se justifica metodológicamente debido a que aporta para los investigadores que promueven estudios relacionados con los factores que inciden con el aumento de productividad en las manufacturas, en el estudio se explica la manera de cómo se tomó la población muestra, así como la utilización de instrumentos, como dice (Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “La investigación científica aplicada se propone transformar al conocimiento “puro” en conocimientos útil; tiene por finalidad la búsqueda y consolidación del saber y la aplicación de los conocimientos para el enriquecimiento del acervo cultural y científico”, así como para (Sampieri, 2014), “La

investigación experimental podría definirse como la investigación que se realiza manipulando deliberadamente las variables. Es decir, se trata de estudios donde hacemos variar en forma intencional las variables para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación experimental es observar fenómenos tal como se dan en su entorno natural”; contrastando la hipótesis, de tal manera que pueda demostrar su veracidad.

#### **1.4.4 Justificación epistemológica**

(Silva, Oliveira, & Silva, 2017), nos dice que el: “monitoreo de indicadores de producción es efectuada diariamente con el propósito de controlar cualquier cambio que genere fallas y de dar soporte en la toma de decisiones para la corrección de problemas”, puesto que basándonos en esto partimos a aplicar el SPC “Statistical Process Control”, se podrá controlar que los cambios se lleven a cabo, verificado en el sistema adaptado llamado (MES), “Manufacturing Execution System”, el cual nos indica a tiempo real de las paradas de proceso, y se podrá monitorear por criticidad, o mayor impacto en tiempo muerto, y (Aquarius Software, 2014), controla un sistema integrado de manufactura (MES), con la idea fundamental de ofrecer data, de manera rápida y oportuna de cada momento.

### **1.5 Justificación de la investigación**

#### **1.5.1 Académica**

Se utilizó la metodología DMAIC, el cual será objeto para aumentar la productividad, según (CSSGB, 2016), nos dice que lo que debemos entender la descripción del proceso y la selección del proyecto, para determinar el uso de la metodología de mejoramiento DMAIC, en el lugar de utilizar otras herramientas que solucionan problemas, así como tener muy claro cuáles son las metas de la organización y cuáles son las que tiene que ser fuentes de estudio y mejora de proceso al mejorar su productividad (p.6).

#### **1.5.2 Legal**

Los recolección de datos, como aplicación en la empresa son firmadas por los representantes legales, así como la validación de los indicadores, Según (Sampieri, 2014), “La confiabilidad de instrumento de medición se refiere al lado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (p.200).

### **1.5.3 Social**

Contribuye al incremento de salarios en las capacitaciones adicionales, o llamados tiempo extra, así mismo disminuyendo las operaciones y logrando un mejor desempeño y mejora de su salud al reducir actividades que puedan ser críticas ergonómicamente, según (Jacinto, 2017), “el organismo calculara en los termino que señale la lay, el valor de unidad de medida y actualización que será utilizada como unidad de cuenta índice, base, medida o referencia para determinar la cuantía del pago de las obligaciones”.

### **1.5.4 Económica**

Reduce costos por down time, reduciendo el cuello de botella al siguiente área como lograr un producto más eficiente, la optimización de recurso, causara que el negocio sea más rentable, (Mera, 2015) comenta: “Este nuevo sistema significo una reducción de costos dramáticamente, a lo cual se añadió la necesidad de menor cantidad de mandos medios, con la consecuente disminución de costos indirectos y con sorprendente incremento en la velocidad para la toma de decisiones”.

### **1.5.5 Practica**

Contribuye en dar soluciones en el área de corte, logrando que el gerente de producción y procesos tome mejores decisiones para el crecimiento de la empresa, realizando mejoras continuas, según (Gutierrez & De la Vara, 2013), hace referencia lo que provoca la metodología DMAIC con relación al beneficio, “Se establece que el marco del proyecto debe estar definido por completo con sus diferentes elementos, al seleccionar la métrica se debe haber escuchado al cliente sea interno o externo, como variables críticas (Tiempo de ciclo, costo y defecto, quejas y productividad)”.

## **1.6 Formulación del Problema**

### **1.6.1 Problema general**

¿De qué manera se logrará aumentar la productividad con la metodología DMAIC, en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018?

### **1.6.2 Problemas específicos**

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Cómo se logrará aumentar la eficiencia aplicando la metodología DMAIC, en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018?
- ¿Cómo se logrará aumentar la eficacia aplicando la metodología DMAIC, en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018?

## 1.7 Hipótesis

### 1.7.1 Hipótesis general

Ho: La aplicación de la metodología DMAIC, no logrará aumentar la productividad en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

Ha: La aplicación de la metodología DMAIC, logrará aumentar la productividad en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

**Complemento (HG):** (Universidad de Lima, 2017), “Para mejorar la productividad es necesario optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados”, y para (Web of science, 2014), “Es necesario profundizar en el análisis sobre el rol de la productividad y la innovación en la industria”; además para (UNMSM, 2017), “Estos resultados indican que la visión y la misión plantean mayor prioridad hacia los criterios de estabilidad con énfasis en productividad y eficiencia”; Quedando demostrado que la productividad antes del proyecto era de 23%, cuya mejora se ve reflejado con el 101% de productividad, y el incremento de  $3.6\sigma$  a  $3.9\sigma$ , reflejadas con la mejora bajo la misma condición de CCC, por consiguiente se acepta la hipótesis de la investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación de la metodología DMAIC, logrará aumentar la productividad en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

“Se podrá visualizar los gráficos del antes del proyecto y después del proyecto, así como el análisis del mismo para el porcentaje de productividad”.

### 1.7.2 Hipótesis específica 1

Ho: La aplicación de la metodología DMAIC, no logrará aumentar la eficiencia en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

Ha: La aplicación de la metodología DMAIC, logrará aumentar la eficiencia en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

**Complemento (HE1):** (UNMSM, 2017), “Estos resultados indican que la visión y la misión plantean mayor prioridad hacia los criterios de estabilidad con énfasis en productividad y eficiencia”; además para (Web of ciencia, 2014), “Se entiende que serían fundamentalmente para dar al proyecto la fortaleza económica, altura de miras y eficiencia practica necesaria para su correcta ejecución, demostrando de forma palpable y al más alto nivel del proyecto la seriedad de una alianza público-privada absolutamente veraz”; y para (UAEM, 2014), “La eficiencia o rapidez de una respuesta para encontrar la opción adecuada, como es la misión del ingeniero industrial”; Quedando demostrado que la productividad antes del proyecto era de 23.48%, cuya mejora se ve reflejado con el 101% de productividad, y el incremento de  $3.6\sigma$  a  $3.9\sigma$ , reflejadas con la mejora bajo la misma condición de CCC, por consiguiente se acepta la hipótesis de la investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación de la metodología DMAIC, logrará aumentar la productividad en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

### 1.7.3 Hipótesis específica 2

Ho: La aplicación de la metodología, no logrará aumentar la eficacia en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

Ha: La aplicación de la metodología, logrará aumentar la eficacia en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

**Complemento (HE2):** (Universidad de Lima, 2015), “La innovación de procesos puede permitir elevar la eficiencia y la eficacia, que son indicadores claves de la ventaja competitiva a largo plazo de las empresas manufactureras”; planteando así la (UAEM, 2014), “El objetivo general, es plantear la eficacia de la toma de decisiones donde la circunstancias comprende diversos escenarios de actuación, que comprenden las diferentes situaciones problemáticas”; así para (UNMSM, 2017), “La hipótesis general es que el enfoque de cambio en la gestión del ingeniero industrial representa un importante elemento

para la eficacia de los resultados”; Quedando demostrado que la productividad antes del proyecto era de 23%, cuya mejora se ve reflejado con el 101% de productividad, y el incremento de  $3.6\sigma$  a  $3.9\sigma$ , reflejadas con la mejora bajo la misma condición de CCC, por consiguiente se acepta la hipótesis de la investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación de la metodología DMAIC, logrará aumentar la productividad en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

## **1.8 Objetivo**

### **1.8.1 Objetivo general**

Aplicar la metodología DMAIC, en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.

### **1.8.2 Objetivos específicos**

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Aplicar SMED, en las operaciones de cambio de jumbo en el área de (Corte; “rewinder”), para reducir los tiempos muertos dentro del Down time del área de corte.

OE2: Aplicar Statistic Process Control, en el motivo de Down time por cambio de jumbo, para tener monitoreado las mejoras aplicadas al estudio, y tomar un plan de acción sobre ellas.

## **II. Método**

## 2.1 Metodología

Método hipotético deductivo, según (Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “se realizaran pruebas estadísticas, donde obtendremos datos hipotéticos, cuantificables en su media y porcentajes, con una dirección a deducir los resultados, de aprobación o desaprobación de esta.” (p. 145)

Investigación experimental, ya que se manipulara la variable independiente (metodología DMAIC), sobre la variable dependiente (productividad), con pruebas de pre y post.

### 2.1.1 Diseño de investigación

El tipo de diseño utilizado será la investigación **Experimental**, de acuerdo con lo que nos dice, (Sampieri, 2014), “La esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados.” (p.129).

(Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “Una acepción particular de experimento, más armónica con un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes).” (p. 129).

De tipología Experimental, ya que se adicionan dos variables, como aplicación de la herramienta lean, SMED, y el SPC, también llamado control estadístico de procesos, para ver el efecto sobre la variable productividad; tal como lo mencionan (Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “Estos diseños llegan a incluir una o más variables independientes y una o más variables dependientes. Asi mismo, pueden utilizar prepruebas y postpruebas para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental.” (p. 141)

Figura 1 Variables, Causa - Efecto



Figura n° 1. La variable independiente para el desarrollo del proyecto es X=Metodología DMAIC, porque es lo que se analizará de manera inicial y el cual se necesita de mayor tiempo de toma de datos, y como variable

dependiente Y=Productividad, ya que será lo que necesitamos mejorar como variable y como indicadores. (Sampieri, 2014)

### 2.1.2 Tipo de estudio

El tipo de la investigación **es aplicado**, ya que es realizada en la empresa FITES PERÚ, aplicando la metodología DMAIC, que será llevado al conocimiento útil ya que es efectiva la aplicación de la metodología, verificado con los indicadores de la variable productividad, y de acuerdo con lo que nos dice, (Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “La investigación científica aplicada se propone transformar al conocimiento “puro” en conocimientos útiles; tiene por finalidad la búsqueda y consolidación del saber y la aplicación de los conocimientos para el enriquecimiento del acervo cultural y científico”. (p. 129)

Es aplicada porque los conocimientos que se establecen, puede ser utilizados como referencias para otras investigaciones prácticas.

### 2.1.3 Alcance

Es de alcance **explicativa**, ya que obtenemos información de los análisis realizados a las variables, metodología DMAIC y productividad que para la empresa FITESA PERÚ necesita ser sustentada con el aumento de los indicadores proporcionados en la investigación de la variable productividad, el cual se complementa con lo que dice (Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “busca hallar la relación entre dos variables, e obtener la diferencia u efecto que sufren, con la finalidad de darle lugar a ser dinámico.” (p. 131)

### 2.1.4 Enfoque

Con un **enfoque cuantitativo**, ya que la data y resultados están contenida por números y porcentajes los cuales son medidos en la variable productividad de la investigación, para ser objeto de los indicadores, así como la recolección de datos de la metodología DMAIC que esta expresada en tiempos por la aplicación de la herramienta SMED, que evalúa tiempos productivos e improductivos, y estos están expresado en números, por ende concuerda con lo que dice (Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “ya que se utilizará la razón para realizar análisis que serán susceptibles de una medición, y porque busca ser resuelta con pruebas estadísticas.” (p. 140).

## **2.2 Variables, Operacionalización**

### **2.2.1 Variables**

Variable 1 (independiente): Metodología DMAIC

Es independiente, en la investigación en la empresa FITESA PERÚ se utilizan las teorías de la aplicación de la metodología DMAIC, con sus etapas y consideraciones para realizar sus indicadores por etapas para poder ver las consecuencias o efectos en la variable dependiente denominada productividad, que lleva similitud con lo que dice (Jaime, 2014), de que no requiere (No depende) de una base de datos, porque es utilizada de forma teórica para lograr el objetivo propuesto o también puede ser tomada como causa.

Variable 2 (dependiente): Productividad

Es dependiente, ya que en FITESA PERÚ se realizó la toma de datos el cual fue analizada y manipulada en efecto calculada e interpretada de los resultados, dando por consecuente los indicadores porcentuales de la investigación aplicada, semejante a lo que dice (Jaime, 2014), de que requiere (depende) de una base de datos, para poder ser un objeto de estudio también puede ser llamada como consecuencia de manipulación de los datos.

### **2.2.2 Definición operacional**

#### **Metodología DMAIC**

Se realiza todas las etapas del proceso DMAIC, el cual cuenta con indicadores directos cuantitativos, direccionados a las operaciones del cambio de jumbo, ya que ahí es donde se registra el punto crítico de trabajo, o en pocas palabras es el 40% de down time en el área de corte.

Según (Gutierrez, 2014) dice que para la metodología DMAIC, se deben analizar las características críticas de calidad (CCC), para poder tomar decisiones, en las operaciones correspondientes así como poder tener certeza que lo que buscamos está fijada en el objetivo de poder optimizar nuestros procedimientos y así mismo volverse operaciones productivas a corto o largo plazo y carácter competitivo para el mercado. (p.404).

## **Productividad**

Se realiza un análisis de las dimensiones, eficiencia y eficacia a las operaciones de cambio de jumbo, tanto en su forma porcentual de tiempo de trabajo productivo, improductivo y su cantidad de operaciones al cual se le determina un porcentaje; así mismo como se formula la productividad con la fórmula:

$$\frac{\text{Total producido "1 Cambio de jumbo"}}{\text{Recurso(s) utilizados "cant - de operadores * tiempo real producido"}} * 100$$

Según (Gutierrez, 2014), La productividad aumenta según las mejoras productivas, dando cabida a que estas mejoras deberán ser reflejadas en sus indicadores, eficiencia y eficacia, para esto se determinara las formulas correspondientes, y dando lugar también para la mejora continua, optimizando los recurso que rentabilicen el negocio (p.20).

### **2.2.3 Operacionalización de las variables**

La operacionalización de las variables, se encuentra registrada, detallando la determinación de la aplicación de la metodología DMAIC, para aumentar la productividad en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, con las dimensiones y formulas correspondientes a los indicadores de cada dimensión, para lograr los resultados mostrados, así como determinar los pasos siguientes según la metodología, tomándolo como un orden y datos que necesiten seguimiento, con el fin de lograr el pre y post de los resultados.

## Matriz de operacionalización de las variables

Figura 2 Matriz de operacionalización

"APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DMAIC, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN EL AREA DE CORTE DE LA EMPRESA FITESA PERÚ, CAJAMARQUILLA, 2017 - 2018"								
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Metodología DMAIC "Variable Independiente"	(Gutierrez & De la Vara, 2013), "Seis sigma se puede ver como la forma en que medimos, aprendemos y actuamos a través de las variables críticas de calidad (VCC), y la metodología DMAMC." (P.404), las siglas VCC, también es interpretada como característica críticas de calidad, así como las siglas DMAMC, que viene a ser las etapas de la metodología a implementar con las palabras en español, por ende son interpretadas iguales.	Se realiza todas las etapas del proceso DMAIC, el cual cuenta con indicadores directos cuantitativos, direccionado a las operaciones del cambio de jumbo, ya que ahí es donde se registra el punto crítico de trabajo, o en pocas palabras donde el 40% de down time en el área de corte	DEFINIR	No aplica indicador	Razón	Registro de las operaciones a estudiar. Calculo de conversión de tiempo a segundos. Herramientas de Localización 'Excel'	-	No aplica indicador
			MEDIR	nivel de metricas sigmas	Razón	Diagramas de flujo de proceso productivo. Diagrama de pareto de datos recolectados.	Porcentaje	$(1-DPO)*100$
			ANALIZAR	% de variacion de actividades	Razón	Diagrama de Operaciones de Proceso Diagrama de Ishikawa. Calculo de Mejor tiempo unitario Análisis de población y muestra	porcentaje	$\Sigma$ tiempos de actividades fuera del limite de control / $\Sigma$ tiempos de actividad dentro de los limites de control
			MEJORAR	Tiempos de actividades internas y externas	Razón	Hoja de calculo de plan de acción. Diagrama de Red de Operaciones críticas. Calculo de Beneficio del proyecto. Análisis de 6 Sigma	Segundos	$\Sigma$ de actividades propias del proceso que no cambiaran y $\Sigma$ de actividades del proceso que cambiaran
			CONTROLAR	Limites de control	Razón	Limites de Control de Media Calculo de indice de inestabilidad de down time	Minutos	$LCX= \bar{X} \pm A_2\bar{R}$
				Indice de inestabilidad $S_t$	Razón		Tiempo Permitido de Minutos/Dia	$\frac{\Sigma \text{ Puntos especiales}}{\Sigma \text{ puntos totales}} * 100$
Productividad	(Gutierrez, 2014) La productividad aumenta según las mejoras productivas, dando cabida a que estas mejoras deberán ser reflejadas en sus indicadores, eficiencia y eficacia, para esto se determinara las formulas correspondientes, y dando lugar también para la mejora continua, optimizando los recurso que rentabilicen el negocio (p.20).	Se realizara un analisis de eficiencia y eficacia a las operaciones de cambio de jumbo, tanto en su forma porcentual de tiempo de trabajo productivo y su cantidad de operaciones al cual se le determina un porcentaje	EFICIENCIA	% de eficiencia	Razón	Calculos de Tiempos Registrados Registro diaria explicativo de tiempos de Maquina Encuesta para mejorar la productividad operacional	Porcentaje	$\frac{\text{Tiempo de capacidad del sistema}}{\text{tiempo real de operación}} * 100$
			EFICACIA	% de eficacia	Razón		Porcentaje	$\frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{Tiempo real de operación}} * 100$

Fuente: Elaboración propia.

## **2.3 Población, Muestra y muestreo**

### **2.3.1 Unidad de análisis**

Manufactura de telas no tejidas Fitesa Perú S.A.C, Cajamarquilla, 2017 - 2018

### **2.3.2 Población**

Para efecto de la investigación la población lo conforman 4 cuadrillas, con 3 trabajadores del área de corte por cada cuadrilla, cuyo sistema que se analiza es mensual, cuyos trabajadores pertenecen tanto al área de corte, empaque o erema y de extrusión del área de producción de la empresa FITESA PERÚ, por el periodo de 4 meses del pre y 4 meses de post, donde se ejecutó la aplicación.

Según (Sampieri, 2014), dice que “la población es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones; entonces es preferible establecer con claridad las características de la población, con la finalidad de delimitar cuáles serán los parámetros muestrales” (p. 174)

### **2.3.3 Muestra**

En esta tesis se tomó como muestra la cantidad de 3 operadores fijos designados intencionalmente con apoyo de operadores de cada área, para realizar el proceso de desenrollar la bobina de tela no tejida de la empresa FITESA PERÚ, puesto que tendrá la formalidad y predisposición a responder las técnicas de recolección de datos.

Los criterios de inclusión son; Tener experiencia en el manejo la operación, pertenecer a una cuadrilla, contar con capacitación del manejo del puente grúa, no contar con restricciones físicas.

Los criterios de exclusión son; Desconocimiento de la operación, operador nuevo, operador con restricciones físicas, no contar con capacitación de puente grúa.

Muestra tipo probabilística; según (Sampieri, 2014), “las muestras probabilísticas son subgrupos de la población en el que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos.” (p. 181)

Muestra probabilística estratificada, según (Sampieri, 2014), “La estratificación aumenta la precisión de la muestra e implica el uso deliberado de diferentes tamaños de muestra para cada estrato, a fin de lograr reducir la varianza de cada unidad de la media maestra.” (p. 181)

Formula descrita:

$$\frac{\text{población} * \text{nivel de confianza} * \text{probabilidad de éxito} * \text{probabilidad de fracaso}}{\text{probabilidad de error} * (\text{población} - 1) + \text{nivel de confianza} * \text{probabilidad de éxito} * \text{probabilidad de fracaso}}$$

Tabla 2 *Desarrollo muestral*

<b>Datos:</b>	
Población	7.609146
Nivel de confianza	0.9025
probabilidad de éxito	0.5
probabilidad de fracaso	0.5
probabilidad de error	0.0025
	1.716813
	0.242148
Tamaño de Muestra	7.089939
Tamaño de Muestra para estudio	7

En la población se considera un mes entre las 4 cuadrillas, ya que la información se tornó a la mejora a corto plazo y este resultado será multiplicado por 4, ya que se realiza para cada cuadrilla la cantidad de muestras correspondientes, dando como total 28 muestras, el cual consideramos 7 muestras finales ya que se trabajó, con los promedios de la misma oportunidad de muestra.

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 2.4.1 Técnicas

Según (Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “una vez que seleccionamos el diseño de investigación apropiado y la muestra adecuada de acuerdo con nuestro problema de estudio e hipótesis (si es que se establecieron), la siguiente etapa consiste en recolectar datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo/análisis o casos (participantes, grupos, fenómenos, procesos, organizaciones, recursos, etc.” (p. 198)

Para (Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “Recolectar los datos implica elaborar un plan desarrollado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.” (p. 198)

Los instrumentos elaborados están comprendidos en la operacionalización de las variables también se ejecutarán las revisiones de base de datos y la observación directa de los hechos, los cuales se basan en las declaraciones escritas que permitan acceder a la forma como se vienen realizando los procesos de dispersión en la empresa, y en el registro sistemático de las adaptaciones de los operarios frente a una nueva filosofía de trabajo.

Los instrumentos a utilizarse serán en forma de registros de recolección de datos, que me permita en la observación, medir objetivamente el proceso, de modo que tenga toda la información necesaria del área, a fin de tomar mejores decisiones.

Entre estos tenemos:

- Observación
- Análisis

Para garantizar la veracidad de la información recatada se deben emplear los instrumentos adecuados al tipo de investigación y orientados al logro de los objetivos, utilizando los siguientes:

System Fitesa; “MES (Manufacturing Execution System)\_PAF(Plant Application Fundamentals)”;

Según (Aquarius Software, 2014), “Efficiency management module, tracks & monitors overall equipment effectiveness, (Down time, waste and production counts)”, nos dice que la aplicación tiene como objetivo hacer visible los errores cometidos y llevar una correcta trazabilidad; genera datos en tiempo real, y debe ser registrado por los operadores, dando algún motivo por tipo de evento, el más estudiado para esta ocasión y del cual se tomara la data y control es del Down time de corte, pues en este sistema se ve reflejado con el tiempo que la maquina estuvo parada y la cantidad de veces o eventos que ocurrió solo con determinado motivo, para así obtener el tiempo unitario aproximado del Total/Cant. de eventos, con esta data podemos obtener un Pareto de las paradas más críticas y poder realizar indicadores de Down time de producción que serán observadas por los operadores y sus líderes.

Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP); Muestra el proceso productivo con los tiempos promedios, para tener mapeado como es que actúa a futuro con los cambios realizados, así como clasifica la unión de puntos dentro del proceso de una manera más sencilla.

Flujo Grama del proceso productivo completo-Bizagi; Podremos ver de manera más completa todo el flujo dentro del proceso productivo de la producción de telas no tejidas en Fitesa Perú, así como mencionar los parámetros a considerarse en cada parte operacional o neta del proceso de máquina.

Herramienta de Localización; esta aplicada en Microsoft Excel con el fin de formalizar los análisis del proyecto, donde se podrá visualizar la data que se requirió, así como el seguimiento para la realización de los pasos de elaboración llamada descripción de la

aplicación, en este se encontrará la realización de las métricas 6 sigmas tanto el antes como el después, matriz de característica crítica de calidad.

Minitab-17; para poder obtener los resultados de la data tomada a través del tiempo, con el fin de brindarnos gráficos, donde podremos analizar a criterio de tomar buenas decisiones, y realizar los planes de acción mediante la discusión de los resultados expuestos por este software, y también para realizar el control estadístico que se desea según la aplicación DMAIC, en su último punto de control.

#### **2.4.2 Validez de los instrumentos**

Según (Sampieri, 2014), la validez del contenido es el “grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide.” (p.201)

La validación de los instrumentos, es autorizada por tres doctores en ingeniería que dan crédito a ser un trabajo óptimo para ser motivo de estudio, así como de aplicación por el nivel teórico y práctico de la situación u oportunidad de mejora.

Los doctores de ingeniería industrial calificados que dan crédito de este estudio son:

- Dr. Sánchez Ramírez, Luz Graciela
- Dr. Meza Velásquez, Marco Antonio
- Dr. Panta Salazar, Javier Francisco

#### **2.4.3 Confiabilidad de los instrumentos**

Según (Sampieri, 2014), “La confiabilidad de instrumento de medición se determina mediante diversas técnicas, las cuales se comentaran brevemente después de revisar los conceptos de validez y objetividad” (p.200).

En el desarrollo del proyecto los datos obtenidos mediante el MES o Registro Diario de Tiempos, debe mantenerse resultados similares durante el periodo que se realizó el estudio sin variación alguna en el proceso, esto permitirá que la información sea certera.

#### **2.4.4 Método de análisis de datos**

Para (Hernandez , Fernandez, & Baptista, 2014), “en la actualidad, el análisis cuantitativo de los datos se lleva a cabo por computadora u ordenador.”; así mismo recomienda el uso de programas como (IBM®SPSS y Minitab®), por ser sencillo y fácil de manejar.

En este análisis de datos se utilizará el software MINITAB-17, donde se podrá obtener los gráficos de control y distribución normal del análisis PRE, contando con una muestra de 7 cambios de jumbo/Cuadrilla de solo un área del proceso productivo (Corte), en esta

pausa solo se colocará de manera descriptiva, ya que la data se encontraran tanto en Minitab-17 como en Microsoft Excel, datos reales y continuos, y los resultados del pre y el post, de la empresa FITESA PERÚ, que serán mostradas e interpretadas en el punto n° 3 “Resultado”.

Principal software a utilizar es IBM®SPSS, para realizar las pruebas estadísticas, como la prueba de normalidad, con el test de Shapiro-Wilk; la prueba T de Student (utilizado para la hipótesis), así como los parámetros de centralización: media, mediana y moda, además de los parámetros de dispersión: varianza y desviación estándar, entre otros; también un diagrama de cajas (BoxPlots), que se basa en obtener los valores percentiles y la mediana para determinar si hay valores atípicos.

#### **2.4.5 Aspectos éticos**

En este desarrollo de proyecto de investigación se respeta la propiedad intelectual; las políticas morales y las convicciones religiosas, la biodiversidad y el medio ambiente; el compromiso divulgar la identificación de los trabajadores que participan en la recolección de datos del desarrollo del proyecto; según el artículo 14 del código de ética de la investigación de la UCV, aprobada con la resolución de consejo universitario N° 0126-2017/UCV del 23 de mayo de 2017, obteniendo la aprobación del representante legal de la empresa FITESA PERÚ, cumpliendo los principios universales de bioética; como no maleficencia, autonomía y justicia.

### **III. Resultado**

### **3.1.1 Información de la manufactura FITESA PERÚ**

Nombre de la empresa:

FITESA PERÚ S.A.C

Ubicación:

Cajamarquilla, Parcelamiento 71 y 72, Lurigancho

Tipo de empresa:

Manufacturera de telas no tejidas

Tipo de industria:

Industria plástica a base de polipropileno

### **3.1.2 Proceso productivo de FITESA PERÚ**

se desarrolla el proceso productivo de la manufactura de producción de telas no tejidas, elaboradas con polipropileno en pellets, cuyo inicio de proceso es el enviar los pellets a unas tolvas que van dirigidas a unos silos mediante succión, que serán enviados a la línea según la tecnología; tenemos dos tecnologías (Spunbond y Meltblown), cuya designación es el silo 1 y 2, exclusivamente para Meltblown, y el restante que son del silo 3 hasta el 12 para Spunbond, están separadas por unas tuberías que son adaptables para colocar las mangueras que tendrán el fin de ser dirigida a las tolvas dosificadoras, mediante succión de vacío, pasando los pellets a las extrusoras que trabajan con una presión de 115, en los cabezales de Spunbond y 49 en los cabezales de Meltblown, luego pasa por una bomba de hilar que dosifica según el set point de la caída de filamentos, como siguiente para por un sistema de aire de proceso que causa el hilado perfecto del material, por una serie de parámetros a considerarse por tipo de producto, luego es enviada a la banda transportadora con el cual se gradúa el peso base junto a la dosificación de la bomba de hilar, pasando por la calandra, mediante presión de los rodillos (rodillo liso y rodillo grabado), como siguiente es enviada al Kiss Roll o llamado humidificador, en caso sea el producto Fílico o TZ, pasará también por el secador de lo contrario pasará por el humidificador y secador mas no serán activados, luego pasa por una revisión de Cognex que es el visor de calidad, donde localiza las imperfecciones de la tela, y finalmente es bobinada, para sufrir una espera para las pruebas de calidad, si es aprobada pasará por el rewinder donde se realiza el cambio de jumbo, y pasa a ser cortada la tela mediante un Neck-in programado, poner etiquetas y

pasar por el área de empaque y almacenado, tal como se muestra en el diagrama n° 2, y de manera específica del objeto estudiado en el diagrama n° 3.

### Introducción de resultados

Los datos tomados, en tiempos están detallados por cada cuadrilla y por la cantidad de muestras requeridas; así como también se podrá visualizar el cálculo y análisis SMED en la parte mejora de la metodología DMAIC, en la tabla n° 25-26, de manera general se muestra un dibujo de la acumulación de down time durante el día en el software IbaAnalyzer, para desarrollar las pruebas pre y post se desarrollara con Microsoft Excel, y para las hipótesis se realizará la prueba T de Student en el software SPSS, obteniendo resultados, severamente confiables.

### 3.2 Estadística descriptiva

Tabla 3 *Down Time Pre - Post*

Muestras	Down Time Pre	Down Time Post
1	00:06:53	00:03:27
2	00:06:07	00:03:27
3	00:08:11	00:03:26
4	00:07:58	00:03:28
5	00:07:15	00:03:25
6	00:07:20	00:03:28
7	00:07:44	00:03:25
<b>Promedio</b>	<b>00:07:21</b>	<b>00:03:27</b>

Se visualiza la mediana de los tiempos entre cuadrillas, obteniendo promedios de cada muestra tomada, y el promedio total de un antes y un después.

Figura 3 *Down Time - Cambio de jumbo*

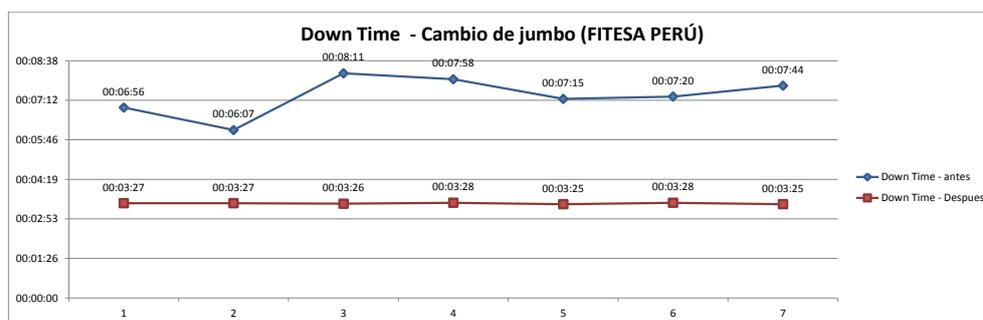


Figura 3. Se puede observar que de las 7 muestras entre en punto 3-4 sube considerablemente, luego baja en el punto 5 y posterior a eso tiene una tendencia de crecimiento lo que significa que demorarían aún más en el cambio de jumbo

Tabla 4 Porcentajes de eficiencia Pre - Post

Muestras	Eficiencia Pre%	Eficiencia Post%
1	36.3%	72.5%
2	40.9%	72.5%
3	30.5%	72.8%
4	31.4%	72.1%
5	34.5%	73.2%
6	34.1%	73.2%
7	32.3%	72.5%
<b>Promedio</b>	<b>34.3%</b>	<b>72.7%</b>

Se visualiza el gran incremento de 46% de eficiencia, donde esta medida como mediana de cada muestra, así como el promedio del antes y después del proyecto.

Figura 4 Porcentaje de eficiencia

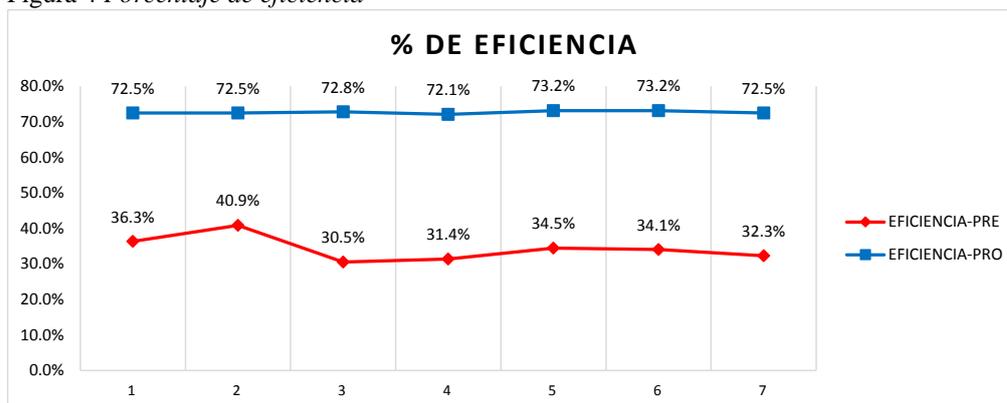


Figura 4. Gráfico de líneas de porcentajes de eficiencia, donde se logra visualizar que en el post se encuentra por encima del 80% y el pre debajo del 50%, obteniendo como resultado que hay una clara evidencia de que las operaciones son más eficientes.

Tabla 5 Porcentaje de eficacia Pre - Post

Muestras	Eficacia Pre%	Eficacia Post%
1	43.6%	87.0%
2	49.0%	87.0%
3	36.7%	87.4%
4	37.7%	86.5%
5	41.1%	87.8%
6	40.9%	87.8%

<b>7</b>	<b>38.8%</b>	<b>87.0%</b>
<b>Promedio</b>	<b>41.1%</b>	<b>87.2%</b>

Se visualiza los porcentajes de eficacia, con un aumento de 61%, en el promedio general, donde estos datos fueron medidos por la mediana de cada muestra.

Figura 5 Porcentaje de eficacia

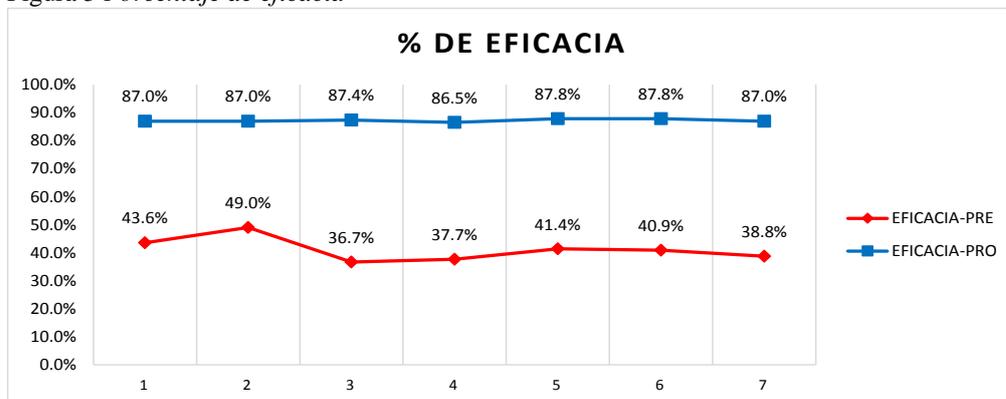


Figura 5. En este gráfico se evidencia que la eficacia pre, era no mayor al 65% y el post logrado superar el 100%, por ende, se ve una mejora considerable.

Tabla 6 Porcentaje de productividad Pre - Post

<b>Muestras</b>	<b>Productividad Pre%</b>	<b>Productividad Post%</b>
<b>1</b>	<b>45.9%</b>	<b>91.7%</b>
<b>4</b>	<b>49.4%</b>	<b>91.7%</b>
<b>3</b>	<b>37.0%</b>	<b>92.0%</b>
<b>4</b>	<b>39.6%</b>	<b>91.5%</b>
<b>5</b>	<b>42.0%</b>	<b>92.3%</b>
<b>6</b>	<b>41.7%</b>	<b>92.3%</b>
<b>7</b>	<b>40.3%</b>	<b>91.7%</b>
<b>Promedio</b>	<b>42.30%</b>	<b>91.9%</b>

Se presenta los porcentajes de productividad el cual son la multiplicación de eficiencia por eficacia de cada muestra porcentual, con una variación mejorada de 78% de productividad.

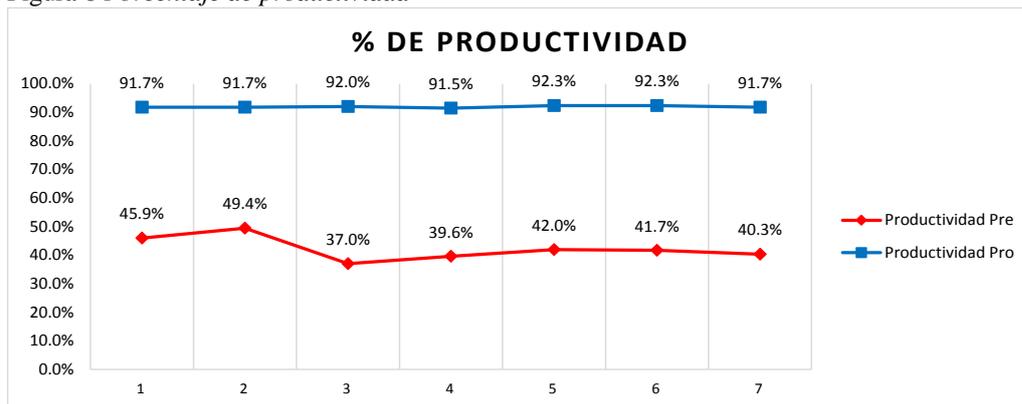
Figura 6 *Porcentaje de productividad*

Figura 6. En este gráfico se visualiza la alteración del índice de productividad del pre y post de la investigación con un aumento del 78%.

### 3.3 Análisis Inferencial

#### 3.3.1 Prueba de hipótesis general

Tabla 7 *Estadísticos descriptivos - Productividad*

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PRODUCTIVIDAD_PRE	7	,37	,49	,4229	,04030
PRODUCTIVIDAD_POST	7	,91	,92	,9186	,00378
N válido (por lista)	7				

Tabla 8 *Descripción estadística del Pre-Post-Productividad*

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
PRODUCTIVIDAD_PRE	Media	,4229	,01523	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3856	
		Límite superior	,4601	
	Media recortada al 5%	,4221		
	Mediana	,4200		
	Varianza	,002		
	Desviación estándar	,04030		
	Mínimo	,37		
	Máximo	,49		
	Rango	,12		
	Rango intercuartil	,06		

	Asimetría		,650	,794
	Curtosis		,012	1,587
PRODUCTIVIDAD_POST	Media		,9186	,00143
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9151	
		Límite superior	,9221	
	Media recortada al 5%		,9190	
	Mediana		,9200	
	Varianza		,000	
	Desviación estándar		,00378	
	Mínimo		,91	
	Máximo		,92	
	Rango		,01	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		-2,646	,794
	Curtosis		7,000	1,587

Tabla 9 Prueba de normalidad - Shapiro Wilk - Productividad

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD_PRE	,243	7	,200*	,942	7	,652
PRODUCTIVIDAD_POST	,504	7	,000	,453	7	,000

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Se realiza el análisis de shapiro-wilk, ya que la muestra es menor a 30

**Prueba Willcoxon**

Tabla 10 Prueba de Willcoxon - Rango

**Rangos**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
PRODUCTIVIDAD_POST	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
- PRODUCTIVIDAD_PRE	Rangos positivos	7 <sup>b</sup>	4,00	28,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	7		

a. PRODUCTIVIDAD\_POST < PRODUCTIVIDAD\_PRE

b. PRODUCTIVIDAD\_POST > PRODUCTIVIDAD\_PRE

c. PRODUCTIVIDAD\_POST = PRODUCTIVIDAD\_PRE

Tabla 11 *Prueba estadística de significancia*

Estadísticos de prueba	
	PRODUCTIVIDAD_POST - PRODUCTIVIDAD_PRE
Z	-2,371 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,018

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Interpretación: De la regla de decisión y de la tabla n° 7, ha quedado demostrado que la media de la productividad pre (0.42) es menor que la media de la productividad post (0.91), por consiguiente, se acepta la hipótesis de la investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación de la metodología DMAIC aumenta la productividad en el área de corte de la empresa Fitesa Perú.

### 3.3.2 Prueba de hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

Tabla 12 *Estadístico descriptivo - Eficiencia*

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EFICIENCIA_PRE	7	,31	,41	,3414	,03532
EFICIENCIA_POST	7	,72	,73	,7243	,00535
N válido (por lista)	7				

Valida la cantidad de datos ingresados, llamados también muestras.

Tabla 13 *Descripción estadística del Pre-Post-Eficiencia*

		Descriptivos	
		Estadístico	Error estándar
EFICIENCIA_PRE	Media	,3414	,01335
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3088
		Límite superior	,3741
	Media recortada al 5%	,3394	
	Mediana	,3400	
	Varianza	,001	

	Desviación estándar		,03532	
	Mínimo		,31	
	Máximo		,41	
	Rango		,10	
	Rango intercuartil		,05	
	Asimetría		1,360	,794
	Curtosis		1,912	1,587
EFICIENCIA_POST	Media		,7243	,00202
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,7193	
		Límite superior	,7292	
	Media recortada al 5%		,7242	
	Mediana		,7200	
	Varianza		,000	
	Desviación estándar		,00535	
	Mínimo		,72	
	Máximo		,73	
	Rango		,01	
	Rango intercuartil		,01	
	Asimetría		,374	,794
	Curtosis		-2,800	1,587

Tabla 14 Prueba de normalidad-Shapiro Wilk-Eficiencia

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_PRE	,230	7	,200*	,861	7	,155
EFICIENCIA_POST	,360	7	,007	,664	7	,001

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se tiene que realizar una prueba wilcoxon, ya que uno tiene la significancia mayor a 0.05, que tendría como interpretación que se trabaja con un nivel de confianza menor al 95%, y el otro con una significancia de 0.00, lo que indica ser 100% confiable, y como dice (Sampieri, 2014), “si en el análisis de la hipótesis uno es confiable y otro no, se realiza wilcoxon, ya que solo se visualiza el efecto del análisis pre o post.” (p.142)

## Prueba Willcoxon

Tabla 15 Prueba de willcoxon - Rango

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
EFICIENCIA_POST -	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
EFICIENCIA_PRE	Rangos positivos	7 <sup>b</sup>	4,00	28,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	7		

a. EFICIENCIA\_POST &lt; EFICIENCIA\_PRE

b. EFICIENCIA\_POST &gt; EFICIENCIA\_PRE

c. EFICIENCIA\_POST = EFICIENCIA\_PRE

Tabla 16 Prueba estadística de significancia

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	EFICIENCIA_POST - EFICIENCIA_PRE
Z	-2,371 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,018

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Interpretación: De la regla de decisión y de la tabla n° 12, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia pre (0.34) es menor que la media de la eficiencia post (0.72), por consiguiente, se acepta la hipótesis de la investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación de la metodología DMAIC aumenta la productividad en el área de corte de la empresa Fitesa Perú.

**Hipótesis específica 2**

Tabla 17 Resumen de procesamiento de caso-Eficacia

	Resumen de procesamiento de casos					
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICACIA_PRE	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%
EFICACIA_POST	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%

Valida la cantidad de datos obtenidos o llamados muestra.

Tabla 18 Descripción estadística de Eficacia

<b>Descriptivos</b>			Estadístico	Error estándar
EFICACIA_PRE	Media		,4129	,01554
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3748	
		Límite superior	,4509	
	Media recortada al 5%		,4110	
	Mediana		,4100	
	Varianza		,002	
	Desviación estándar		,04112	
	Mínimo		,37	
	Máximo		,49	
	Rango		,12	
	Rango intercuartil		,06	
	Asimetría		1,185	,794
	Curtosis		1,258	1,587
	EFICACIA_POST	Media		,8729
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	,8683	
		Límite superior	,8774	
Media recortada al 5%			,8726	
Mediana			,8700	
Varianza			,000	
Desviación estándar			,00488	
Mínimo			,87	
Máximo			,88	
Rango			,01	
Rango intercuartil			,01	
Asimetría			1,230	,794
Curtosis			-,840	1,587

Tabla 19 Prueba de normalidad-Shapiro Wilk-Eficacia

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_PRE	,242	7	,200*	,904	7	,358
EFICACIA_POST	,435	7	,000	,600	7	,000

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

## Prueba Willcoxon

Tabla 20 Rangos - eficacia

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
EFICACIA_POST -	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
EFICACIA_PRE	Rangos positivos	7 <sup>b</sup>	4,00	28,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	7		

a. EFICACIA\_POST < EFICACIA\_PRE

b. EFICACIA\_POST > EFICACIA\_PRE

c. EFICACIA\_POST = EFICACIA\_PRE

Tabla 21 prueba de significancia de Eficacia

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	EFICACIA_POST - EFICACIA_PRE
Z	-2,371 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,018

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Interpretación: De la regla de decisión y de la tabla n° 18, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia pre (0.41) es menor que la media de la eficiencia post (0.87), por consiguiente, se acepta la hipótesis de la investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación de la metodología DMAIC aumenta la productividad en el área de corte de la empresa Fitesa Perú.

### Resumen de resultados

La hipótesis nula ( $H_0$ ), es rechazada y se elaboró el desarrollo del proyecto como opción única para el aumento porcentual de la variable productividad, así como un mejor control posterior a la investigación realizada.

## **IV. Discusión**

## **Discusión de resultados**

### **Primera discusión**

Los resultados del estudio fueron favorables para el aumento de productividad, los que fueron semejantes a los resultados u objetivos cumplidos de los trabajos previos de (Vasquez A. , 2016), (Acuña, 2013), (Sanchez & Zapata, 2017) y (Vasquez A. , 2016), quienes encontraron que aumento el nivel de sigma, así como la disminución de la variabilidad, reduciendo los tiempos, reduce costos y se mantiene un trabajo más eficiente y eficaz; respectivamente; así mismo, guarda mucha relación con las teorías encontradas tanto en libros, revistas científicas, libros electrónicos, Informes de cursos especializados, como en los caso con mayor cercanía a los objetivos planteados y/o al proceso de desarrollo de la investigación, como los siguientes fuentes; (MW Global Consulting, 2018), (CSSGB, 2016), (Silva, Oliveira, & Silva, 2017), el cual detallan las etapas, del estudio con efectividad, de manera que pueda ser más sencillo la ejecución del trabajo, y asemejándose más al tema de mejora de procesos y aumento de productividad delineados con el estudio estadístico y de tiempos, también llamados “Down Time”

### **Segunda discusión**

Los resultados del presente estudio fueron semejantes a los estudios descritos porque, van dirigidos a los objetivos planteados para este desarrollo, así como a la buscar mejorar el proceso productivo, sin embargo, los resultados del estudio de (Mendez & Hernandez, 2015), (Aravena , 2016), (Curillo, 2014), (Colcas, 2017), (Alcantara & Castañeda, 2014), (Diaz, 2017), fueron no tan diferentes pero, con un énfasis a otro tipo de objetivo más de gestión, sin mucho análisis, adicional a eso van direccionados más a rentabilidad, donde para obtener todo esto se necesitaría temas adicionales de costos, para obtener resultados monetarios, mas no de tiempos y mejoras porcentuales de productividad, por otra parte se encuentra algunas teorías relacionadas al tema, el cual son muy certeras, mas no delineado al estudio estadístico y de tiempos, para aumentar la productividad, encontrando las teorías relacionadas de (Cabrera, 2015), (Salazar, 2016), que únicamente habla sobre métodos de estudio de tiempos, el cual se aplicara en una de las etapas, mas no se profundizará, al igual que las teorías de (OCW Cabero, 2017), (Minitab17, 2017) y (EcuRed, 2018), que solo define temas sobre control estadístico de procesos, el cual también se definirá en una de las etapas.

### **Tercera discusión**

Las teorías más semejantes al resultado de este desarrollo, para la variable productividad fueron: (Gutierrez, 2014), (Kanawaty, 1996), (Cruelles, 2013), que expresan de manera directa que la productividad es un indicador muy atractivo para las grandes empresas, así como la reducción de fallas, ya que el próximo paso tomar los planes de acción respectivo, a diferencia de (Mera, 2015), que se centra en reducir los costos y localización de problema, el cual no es tan significativo para el desarrollo de la investigación, así mismo para sus dos dimensiones de eficiencia y eficacia, compartiendo matiz con las teorías de (Gutierrez, 2014) y (Muños, 2009), con el objetivo de mejorar la eficiencia y el efecto que causaría sobre la productividad, a diferencia de (Bermudez, Sierra, Riquelme, Blasco, & Casal, 2015), que lo ven como un indicador adicional; complementando con la última dimensión eficacia, tanto (Gutierrez, 2014), como (Garcia, 1998), se centran en optimizar la productividad, disminuyendo defectos y simplificando operaciones, el cual es el eje de este desarrollo.

## **V. Conclusión**

**Primera conclusión**

Se aplicó la técnica SMED, para reducir los tiempos muertos, también llamados Down Time, en el área de corte, lo que ocasionó un aumento de nivel sigma, así mismo la reducción de actividades y optimización del recurso tiempo y operador en las operaciones de cambio de jumbo.

**Segunda conclusión**

Se aplicó un control estadístico de procesos (SPC), basado en tiempos, con el fin de controlar y tomar planes de acción, en el área de corte, con el Down Time por motivo de cambio de jumbo.

**Tercera conclusión**

Se definieron cuadros y tablas especiales, únicamente para la aplicación del método, así como diagramas que ayudaran a las etapas e identificación de los causantes del porqué se realiza la investigación.

**Cuarta conclusión**

Se completó las etapas DMAIC, logrando cumplir aumentar la variable productividad, en el área de corte con el motivo de cambio de jumbo.

## **VI. Recomendaciones**

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

**Primera recomendación**

Ampliar la investigación científica con un periodo y tamaño de muestras mayor para obtener datos certeros y más confiables de las variaciones que puedan surgir en la operación estudiada.

**Segunda recomendación**

Ampliar la investigación científica a un ámbito geográfico mayor, pudiendo utilizar esta investigación para las demás plantas de Fitesa a nivel internacional, así mismo por realizarla a las siguientes actividades que son causantes de un motivo de Down Time.

**Tercera recomendación**

Ampliar la cantidad de variables, teniendo en cuenta en esta investigación se pudo adicionar la variable SMED y/o SPC, para tener un mayor campo de veracidad en la aplicación total del estudio.

**Cuarta recomendación**

Usar el software Minitab para tener un mayor manejo de gráficos estadísticos y más dinámicos, que permitirán una mejor respuesta sobre la solución.

Las recomendaciones a la empresa son las siguientes:

**Primera recomendación**

Capacitar a los operadores nuevos como a los antiguos, ya que mejorará el desempeño de nuevo procedimiento, de manera general para toda el área de producción.

**Segunda recomendación**

Optimizar el tiempo con coordinación del líder de producción, para que pueda estar pendiente del seguimiento a los nuevos procedimientos

## **VII. Referencias**

- ABINT. (15 de Abril de 2018). *Associacao Brasileira das Indústrias de Naotecidos e Tecidos Técnicos*. Obtenido de ABINT.ORG.BR: <http://www.abint.org.br/fnt.html>
- Acuña, C. (2013). *Aplicacion de la metodologia DMAIC para la mejora de procesos y reduccion de perdidas en las etapas de fabricacion de chocolates*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Alcantara, W., & Castañeda, J. (2014). *Analisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodologia DMAIC*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- Aquarius Software. (2014). *PLant Applications fundamentals*. Perú: Intellingent platforms, Inc.
- Aravena, I. (2016). *Aplicacion de la metodologia DMAIC al proceso de requerimiento de materiales caso aplicado empresa GOODYEAR CHILE*. Chile: Universidad Tecnica Federico Santa Maria.
- Bermudez, P., Sierra, J., Riquelme, G., Blasco, Q., & Casal, G. (2015). Productividad y eficiencia en investigacion por comunidades autonomas españolas segun la financiacion. *Revista Oficial de la Federacion Iberoamericana de Psicologia y salud*, 3.
- Cabrera, C. (2015). *Manual de Lean Manufacturing*. España: Manufactura clase mundial.
- Colcas, K. (2017). *Propuesta de mejora de la productividad en el area de confecciones de una empresa de prendas de jean aplicando Six Sigma*. Lima: Cybertesis UNMSM.
- Cruelles, J. (2013). *Productividad industrial*. Barcelona: MARCOMBO S.A.
- CSSGB. (2010). Resumen de la certificación cuerpo de conocimiento CSSGB. En B. Wortman, *The six sigma green belt primer* (págs. 6-41). Paris: Quality Council of Indiana.
- Curillo, M. (2014). *Analisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fabrica artesanal de hornos industriales FACOPA*. Cuenca: Universidad Politecnica Saleciana.
- Deming, W. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis*. Madrid: Diaz de santos, S.A.
- Diario do comercio. (04 de Julio de 2014). Crise e adaptacao. *Quais sao as múltis brasileiras que mais avancaram no exterior*, págs. 4-5.

- Diaz, M. (2017). *Propuesta de mejora mediante la metodología DMAIC para reducir los costos en el área de distribución de combustibles líquidos de la corporación primax s.a.* Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- EcuRed. (15 de 03 de 2018). *idict.cu*. (Ecured) Recuperado el 20 de 03 de 2018, de Ecured.cu: [https://www.ecured.cu/Walter\\_Shewhart](https://www.ecured.cu/Walter_Shewhart)
- Garcia, A. (1998). *Conceptos de organización industrial*. Barcelona: MARCOMBO S.A.
- Gutierrez, H. (2014). *Calidad y productividad*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Gutierrez, H. (2014). Productividad. En H. Gutierrez Pulido, *Calidad y productividad* (págs. 20-21). Mexico: McGRAW-HILL.
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México: McGRAW-HILL.
- Hernandez , R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción del estudio de trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Mendez, G., & Hernandez, L. (2015). *Análisis y propuesta de mejora al proceso de la dirección general de vida silvestre(DGVS) mediante la aplicación de la metodología DMAIC de six sigma*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mera, R. (2015). Productividad y competencia en la industria textil\_confecciones peruana 2012-2015. *QUIPUKAMAYOC*, 115.
- Minitab17. (10 de Abril de 2017). Assistant-Control Charts. *Choose a control chart*. Lima, Lima, Perú: Minitab-17.
- Muños, D. (2009). *Administración de operaciones, enfoque de administración de proceso de negocio*. Mexico: CENLAGE LEARNING S.A.
- MW Global Consulting. (01 de 01 de 2018). *Fundamentos del Six Sigma*. Recuperado el 24 de 02 de 2018, de MW Global Consulting: <http://mwglobalc.com/index.html>
- OCW Cabero. (15 de 05 de 2017). *OCW.USAL*. Recuperado el 10 de 03 de 2018, de OCW.USAL.ES: [http://ocw.usal.es/ciencias-sociales-1/control-estadistico-de-la-calidad/contenido/ocw\\_cabero/01\\_asignaturaCC/Temario/Tema2.pdf](http://ocw.usal.es/ciencias-sociales-1/control-estadistico-de-la-calidad/contenido/ocw_cabero/01_asignaturaCC/Temario/Tema2.pdf)
- Salazar, B. (15 de Octubre de 2016). *Ingeniería Industrial Online*. (Commons Atribución) Recuperado el 23 de 03 de 2018, de IngenieríaIndustrialOnline.com: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/que-es-ingenier%C3%ADa-industrial/precursores-de-la-ingenier%C3%ADa-industrial/>

- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW W-HILL.
- Sanchez, M., & Zapata, P. (2017). *Analisis y mejora de procesos en una empresa que fabrica productos de consumo masivo del rubro no alcoholico utilizando la metodologia DMAIC*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- Silva, L., Oliveira, M., & Silva, F. (2017). Implementacao da motodologia seis sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo DMAIC: um estudo de caso em uma industria automotiva. *EXACTA*, 227-231.
- UAEM. (2014). Eficacia y eficiencia de las desiciones en entorno sistémicos complejos. *Redalyc*, 118.
- Universidad de Lima. (2015). Medios de control para un sistema de gestion de la innovacion en las empresa manufactureras: caso agroindustrial. *Redalyc*, 220.
- Universidad de Lima. (2017). Incremento de productividad en proceso de extrusión de perfiles de aluminio con billets de aleación experimental 6063. *Redalyc*, 15.
- UNMSM. (2017). Enfoque de productividad y mejora en el ingeniero industrial de san marcos. estudio exploratorio para competitividad de categoria mundial. *Redalyc*, 95-102.
- Vasquez, A. (2016). *Analisis y mejora de la calidad en el proceso de perforacion diamantina utilizando la metodologia DMAIC*. Santiago de Chile: Universidad Nacional Andres Bello.
- Vasquez, A. (2016). *Mejora de metodos de trabajo y estandarizacion de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington Automotriz E.I.R.L, Cajamarca para aumentar el nivel de productividad*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Web of science. (2014). La innovación tecnológica en el sector manufacturero: Esfuerzo y resultados de la pequeña, mediana y gran empresa. *CONCYTEC*, 6.

## **VIII. Apéndice**

## Apéndice A: Matriz de consistencia

Figura 7 Matriz de consistencia

"APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DMAIC, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN EL AREA DE CORTE DE LA EMPRESA FITESA PERÚ, CAJAMARQUILLA, 2017 - 2018"						
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Principal</b>	Metodología DMAIC "Variable Independiente"	DEFINIR	No aplica indicador	<b>TIPO DE ESTUDIO: APLICATIVO</b>
¿De qué manera se logrará aumentar la productividad con la metodología DMAIC, en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018?	Aplicar la metodología DMAIC, en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.	Ha: La aplicación de la metodología DMAIC, logrará aumentar la productividad en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.		MEDIR	Nivel de métricas sigmas	<b>DISEÑO METODOLÓGICO: EXPERIMENTAL</b>
<b>Específicas</b>	<b>Específicos</b>	<b>Secundarias</b>		ANALIZAR	% de variación de actividades	<b>ENFOQUE: CUANTITATIVO</b>
¿Cómo se logrará aumentar la eficiencia aplicando la metodología DMAIC, en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018?	Aplicar SMED, en las operaciones de cambio de jumbo en el área de (Corte; "rewinder"), para reducir los tiempos muertos dentro del Down time del área de corte.	Ha: La aplicación de la metodología DMAIC, logrará aumentar la eficiencia en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.		MEJORAR	Tiempos de actividades internas y externas	<b>ALCANCE: EXPLICATIVO</b>
¿Cómo se logrará aumentar la eficacia aplicando la metodología DMAIC, en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018?	Aplicar Statistic Process Control, en el motivo de Down time por cambio de jumbo, para tener monitoreado las mejoras aplicadas al estudio, y tomar un plan de acción sobre ellas.	Ha: La aplicación de la metodología, logrará aumentar la eficacia en el área de corte de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018.		CONTROLAR	Limite de control	<b>TÉCNICA DE MUESTREO: POBLACIÓN FINITA</b>
					Índice de inestabilidad St	
			Productividad "Variable Dependiente"	EFICIENCIA	% de eficiencia	<b>MUESTRA:</b> se tiene una población de 7.6, ya que se trabaja en cuestión de cantidad de actividades el cual se realiza por turnos mensualmente, con una muestra de 7 actividades a analizarse/turno
				EFICACIA	% de eficacia	

Elaboración propia

## Apéndice B: Instrumentos

Figura 9 Gráfico general de DOWN TIME

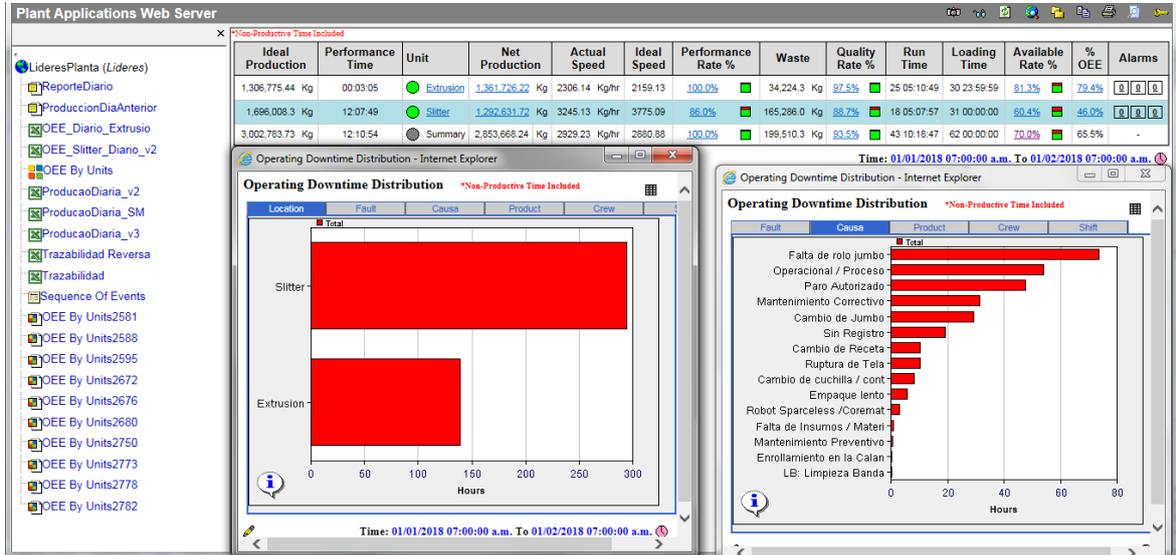
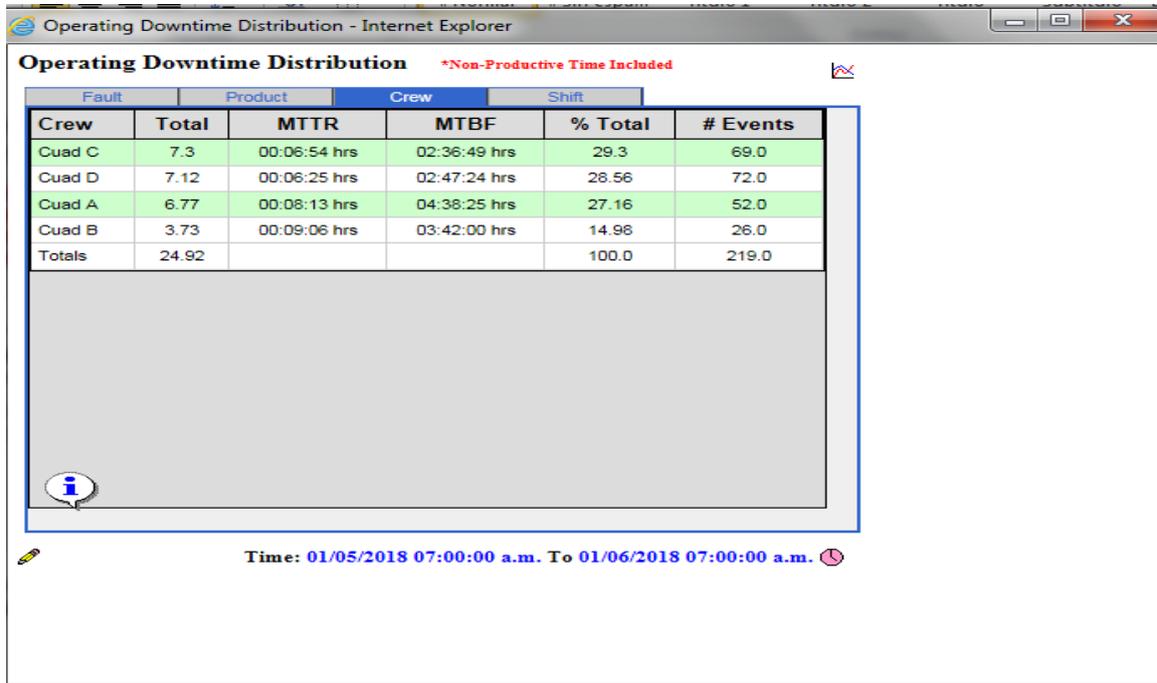


Figura 8 Tiempos de Down time descritos de gráficos



## Apéndice C: Autorizaciones

Figura 10 Autorización firmada por el representante legal para la utilización de información

Lima, 25 de Junio de 2018

Señores  
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
Escuela de ingeniería industrial

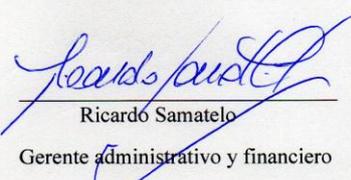
Apreciado,

Yo RICARDO SAMATELO FERNANDEZ, identificado con DNI n° 09676269, en calidad de representante legal de la empresa FITESA PERU SAC, autorizo a Sánchez Gómez Luis Angel, con DNI n° 48169290, estudiante de la universidad Cesar Vallejo, a utilizar información de tiempos operacionales y productividad, de la empresa para el proyecto denominado, "Aplicación de la metodología DMAIC, para aumentar la productividad, en el área de corte de la empresa Fitesa Perú, Cajamarquilla-2018". Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, 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 investigación. 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 ingeniería Industrial

En caso de que alguna(s) de las condiciones anteriores sea(n) infringida(s), el estudiante queda sujeto a la responsabilidad civil por daños y perjuicios que cause a FITESA PERU SAC, así como a las sanciones de carácter penal o legal a que se hiciere acreedor.

Atentamente,

  
Ricardo Samatelo  
Gerente administrativo y financiero

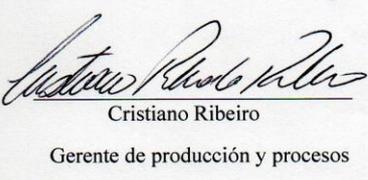
  
Cristiano Ribeiro  
Gerente de producción y procesos

Figura 11 Autorización firmada por el representante legal para utilizar el nombre de la empresa en la publicación

Lima, 25 de Junio de 2018

Señores  
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
Escuela de ingeniería industrial

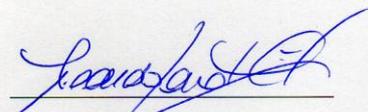
Apreciado,

Yo Ricardo Samatelo Fumajrotz, identificado con DNI n° 09676269 en calidad de representante legal de la empresa FITSA PERU SAC, autorizo a Sánchez Gómez Luis Angel, con DNI n° 48169290, estudiante de la universidad Cesar Vallejo, a utilizar el nombre de la empresa en la publicación del proyecto denominado, "Aplicación de la metodología DMAIC, para aumentar la productividad, en el área de corte de la empresa Fitesa Perú, Cajamarquilla-2018". Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, 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 investigación. 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 ingeniería Industrial

En caso de que alguna(s) de las condiciones anteriores sea(n) infringida(s), el estudiante queda sujeto a la responsabilidad civil por daños y perjuicios que cause a FITSA PERU SAC, así como a las sanciones de carácter penal o legal a que se hiciere acreedor.

Atentamente,

  
Ricardo Samatelo  
Gerente administrativo y financiero

  
Cristiano Ribeiro  
Gerente de producción y procesos

**Apéndice D: Certificado de validez de contenido de variables**

Figura 12 Certificado n° 1 de validación de instrumento



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

“APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DMAIC, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE CORTE, DE LA EMPRESA FITESA PERÚ, CAJAMARQUILLA-2018”

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Metodología DMAIC</b>								
1	<b>DIMENSIÓN 1 y 2: Definir – Medir</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	Nivel de métricas sigmas $\sigma = (1-DPO \text{ “Defectos por oportunidad”}) * 100$	✓		✓		✓		
2	<b>DIMENSION 3: Analizar</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	% de variación de actividades = $(\Sigma \text{ tiempos de act. fuera del límite de control} / \text{tiempos de act. dentro de los límites de control})$	✓		✓		✓		
3	<b>DIMENSION 4: Mejorar</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	Tiempo de actividades internas y externas = $\Sigma$ de actividades propias del proceso que no cambiaran; $\Sigma$ de actividades del proceso que cambiaran	✓		✓		✓		
4	<b>DIMENSION 5: Control</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	Índice de Inestabilidad = $\frac{\Sigma \text{ Puntos especiales}}{\Sigma \text{ puntos totales}} * 100$	✓		✓		✓		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>								
1	<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\frac{\text{Tiempo de capacidad}}{\text{Tiempo de operación}} * 100$	✓		✓				
2	<b>DIMENSION 2: Eficacia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\frac{\text{Tiempo objetivo}}{\text{Tiempo de operación}} * 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SE HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: SANCHEZ PANGLOSS HIR GUINOA DNI: 3 822 174

Especialidad del validador: GESTION DE OPERACIONES Y PRODUCTIVIDAD

P. .... de Julio del 2018

*[Firma]*  
Firma del Experto Informante.

Celular:

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

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados

Figura 13 Certificado n° 2 de validación de instrumento



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**  
 “APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DMAIC, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE CORTE, DE LA EMPRESA FITESA PERÚ, CAJAMARQUILLA-2018”

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Metodología DMAIC</b>								
1	<b>DIMENSIÓN 1 y 2: Definir – Medir</b>							
	Nivel de métricas sigmas $\sigma = (1-DPO \text{ “Defectos por oportunidad”}) * 100$	✓		✓		✓		
2	<b>DIMENSION 3: Analizar</b>							
	% de variación de actividades = $(\Sigma \text{ tiempos de act. fuera del límite de control} / \text{tiempos de act. dentro de los límites de control})$	✓		✓		✓		
3	<b>DIMENSION 4: Mejorar</b>							
	Tiempo de actividades internas y externas = $\Sigma$ de actividades propias del proceso que no cambiaran; $\Sigma$ de actividades del proceso que cambiaran	✓		✓		✓		
4	<b>DIMENSION 5: Control</b>							
	Índice de Inestabilidad = $\frac{\Sigma \text{ Puntos especiales}}{\Sigma \text{ puntos totales}} * 100$	✓		✓		✓		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>								
1	<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>							
	$\frac{\text{Tiempo de capacidad}}{\text{Tiempo de operación}} * 100$	✓		✓		✓		
2	<b>DIMENSION 2: Eficacia</b>							
	$\frac{\text{Tiempo objetivo}}{\text{Tiempo de operación}} * 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: MEZA VELAZQUEZ, MARCO ANTONIO    DNI: \_\_\_\_\_

Especialidad del validador: MAA ADMINISTRACION / ING. ELECTRONICA

..... 25 de 6 del 20

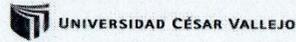
<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto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

*[Firma manuscrita]*  
 \_\_\_\_\_  
**Firma del Experto Informante.**

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados

Celular: \_\_\_\_\_

Figura 14 Certificado n° 3 de validación de instrumento



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**  
**“APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DMAIC, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE CORTE, DE LA EMPRESA FITESA PERÚ, CAJAMARQUILLA-2018”**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Metodología DMAIC</b>								
1	<b>DIMENSIÓN 1 y 2: Definir – Medir</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	Nivel de métricas sigmas $\sigma = (1-DPO \text{ “Defectos por oportunidad”}) * 100$	/		/		/		
2	<b>DIMENSION 3: Analizar</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	% de variación de actividades = $(\Sigma \text{ tiempos de act. fuera del límite de control} / \text{tiempos de act. dentro de los límites de control})$	/		/		/		
3	<b>DIMENSION 4: Mejorar</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	Tiempo de actividades internas y externas = $\Sigma$ de actividades propias del proceso que no cambiaran; $\Sigma$ de actividades del proceso que cambiaran	/		/		/		
4	<b>DIMENSION 5: Control</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	Índice de Inestabilidad = $\frac{\Sigma \text{ Puntos especiales}}{\Sigma \text{ puntos totales}} * 100$	/		/		/		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>								
1	<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\frac{\text{Tiempo de capacidad}}{\text{Tiempo de operación}} * 100$	/		/		/		
2	<b>DIMENSION 2: Eficacia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\frac{\text{Tiempo objetivo}}{\text{Tiempo de operación}} * 100$	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador: Juan Francisco Panto Salazar / Mg: ..... DNI: 02636381 .....

Especialidad del validador: Ing Industrial .....

..... de ..... del 20

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

  
 Firma del Experto Informante.

Nota: Suficiencia. se dice suficiencia cuando los ítems planteados

Celular:

Apéndice E: Base de datos

Figura 15 Espina de pescado-ISHIKAWA

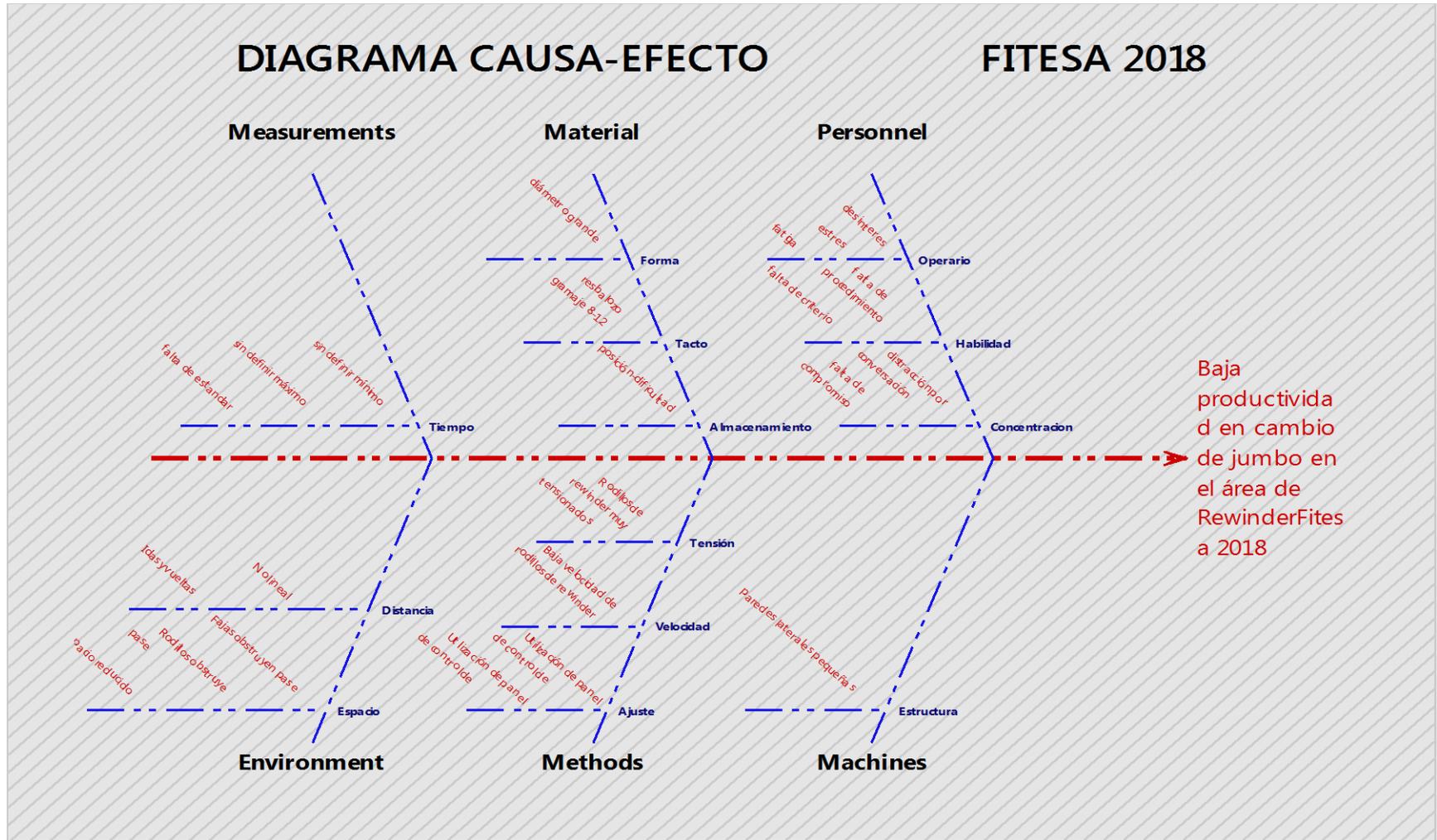


Figura 16 Ranking textil global

		Fines-Mayo 2011				Fines-Mayo 2010				
Ord.	E.U.C.	País	Fines-Mayo 2011		Fines-Mayo 2010		Cambio en valor 2010-2011	2011	2010	
			Reb USD	Reb USD Kg	Participación 100 Fáb 2011	Reb USD				Reb USD Kg
Crecimiento en valor 2010-2011										
2011										
2010										
Crecimiento en valor 2010-2011										
2011										
2010										
Crecimiento en valor 2010-2011										
2011										
2010										
Crecimiento en valor 2010-2011										
2011										
2010										
1	30004760	INDIA	30,964	55,35	7,27,360	78,607	71%	5,1%	56,05	58,39
2	20000200	INDIA	28,997,968	1,005,337	26,729,952	895,004	2,6%	22,2%	38,00	38,79
3	20000001	INDONESIA	3,228,223	50,899	3,038,038	323,828	4,3%	7,3%	42,78	42,22
4	20000200	INDONESIA	3,227,438	39,020	3,122,288	338,328	4,2%	8,2%	39,38	39,22
5	20000000	INDIA	2,188,122	32,027	2,059,982	425,668	4,8%	7,4%	30,14	27,75
6	30002400	INDONESIA	1,994,121	1,994,121	3,222,014	24,648	3,0%	10,4%	31,60	30,89
7	20000000	INDONESIA	1,777,642	178,211	1,613,034	368,607	3,0%	20,4%	18,89	18,88
8	20000000	INDONESIA	1,768,689	238,329	1,679,488	388,827	3,0%	12,0%	31,60	30,39
9	30000000	INDONESIA	1,643,344	480,111	1,448,887	543,344	3,9%	36,7%	19,40	15,75
10	30000000	INDONESIA	1,638,640	425,518	1,785,958	1,784,491	3,4%	44,2%	25,11	1,48
11	20000000	INDONESIA	1,578,259	115,611	1,486,284	321,734	3,3%	5,0%	36,89	47,38
12	30000000	INDONESIA	1,572,427	264,854	1,487,025	345,485	3,3%	20,3%	39,81	47,50
13	20000000	INDONESIA	1,488,555	124,389	1,439,929	224,725	2,2%	1,8%	41,97	52,54
14	20000000	INDONESIA	1,455,032	34,929	1,379,894	204,425	2,2%	2,7%	22,36	18,25
15	20000000	INDONESIA	1,315,932	89,007	1,242,338	1,293,472	2,0%	8,0%	3,02	2,89
16	30000000	INDONESIA	1,308,786	142,873	1,192,385	318,607	3,0%	10,1%	45,26	31,39
17	20000000	INDONESIA	1,214,689	180,689	1,119,229	176,880	1,7%	4,1%	31,79	28,47
18	20000000	INDONESIA	1,203,030	130,718	1,118,468	98,277	1,8%	1,8%	48,21	48,30
19	20000000	INDONESIA	1,199,011	218,423	1,118,468	215,247	1,8%	4,2%	38,88	28,89
20	30000000	INDONESIA	1,188,886	110,881	1,118,468	464,809	1,1%	30,1%	45,27	37,28
21	30000000	INDONESIA	1,188,886	57,214	1,118,468	36,998	1,0%	2,7%	44,03	43,84
22	30000000	INDONESIA	1,188,886	25,527	1,118,468	47,631	0,9%	1,7%	45,26	45,40
23	30000000	INDONESIA	1,188,886	190,784	1,118,468	37,654	0,9%	4,4%	41,78	41,45
24	20000000	INDONESIA	1,188,886	54,141	1,118,468	11,889	0,8%	0,8%	38,40	38,52
25	20000000	INDONESIA	1,188,886	60,149	1,118,468	483,303	0,9%	11,3%	8,88	8,89
26	20000000	INDONESIA	1,188,886	51,090	1,118,468	265,808	0,8%	0,7%	8,88	8,88
27	20000000	INDONESIA	1,188,886	39,379	1,118,468	8,779	0,7%	4,0%	11,79	10,19
28	20000000	INDONESIA	1,188,886	11,800	1,118,468	20,798	0,7%	4,0%	22,03	21,28
29	20000000	INDONESIA	1,188,886	118,230	1,118,468	34,418	0,7%	0,7%	48,13	48,13
30	20000000	INDONESIA	1,188,886	30,621	1,118,468	80,981	0,7%	2,0%	62,38	60,91
31	20000000	INDONESIA	1,188,886	38,184	1,118,468	112,011	0,6%	1,3%	32,03	30,39
32	20000000	INDONESIA	1,188,886	136,314	1,118,468	248,031	0,6%	5,6%	6,74	6,48
33	20000000	INDONESIA	1,188,886	163,879	1,118,468	384,489	0,6%	31,4%	1,84	1,88
34	20000000	INDONESIA	1,188,886	188,121	1,118,468	288,232	0,6%	10,7%	7,98	8,89
35	20000000	INDONESIA	1,188,886	188,121	1,118,468	288,232	0,6%	10,7%	7,98	8,89

Fitesa Perú se encuentra en el puesto 15 en el ranking mundial, por ende es una empresa que requiere de mucha precisión para sus proyectos.

## Prueba de Pre-Estudio

Figura 17 *Intervalo de tiempo de cuadrillas*

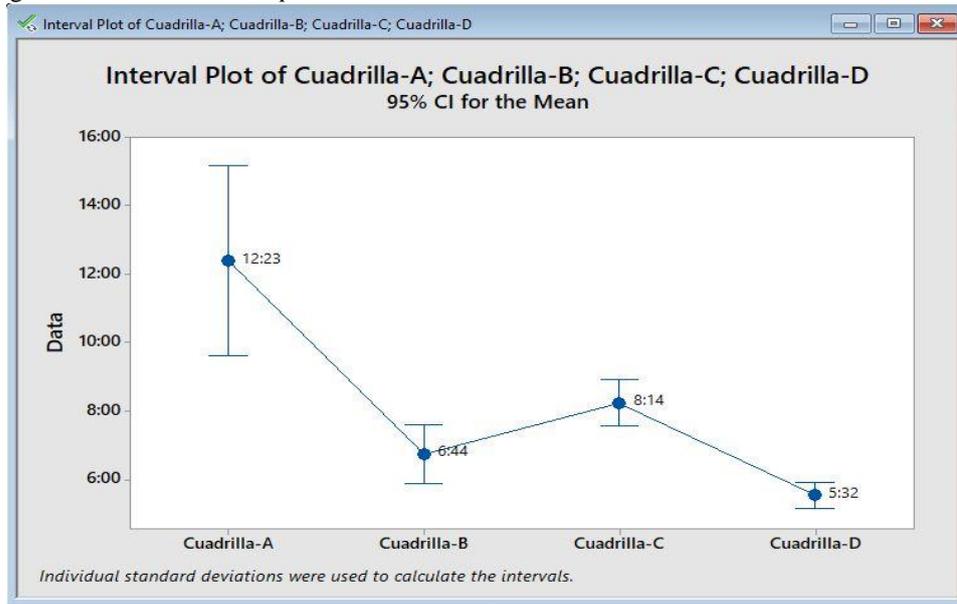


Figura 17. Se visualiza que la media por cuadrillas, de los totales de tiempos productivos para la operación de cambio de jumbo, obteniendo como resultado que la cuadrilla con mayor Down Time, es la cuadrilla “A y C”, y las que logra realizar la actividad en menor Down Time, son las cuadrillas “B y E”, observando así mismo que la cuadrilla “A”, toma demasiado tiempo en realizar la operación, y ubicando como objeto principal de estudio y mayor análisis.

Figura 18 *Histograma de tiempos generales de cuadrillas*

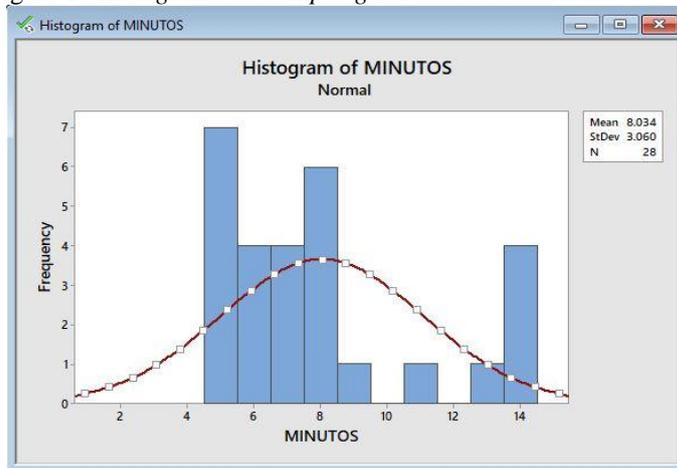


Figura 18. En el análisis de la distribución normal, como media de la suma de los totales (8.034 min), con las 7 muestras de cada cuadrilla con un total de (N=28), y una desviación estándar de 3.060, lo cual no indica que hay puntos críticos y la distribución está sufriendo cambios, o hay datos que están muy por fuera del promedio.)

Figura 19 *Ejecución de tiempos muestrales por cuadrilla*

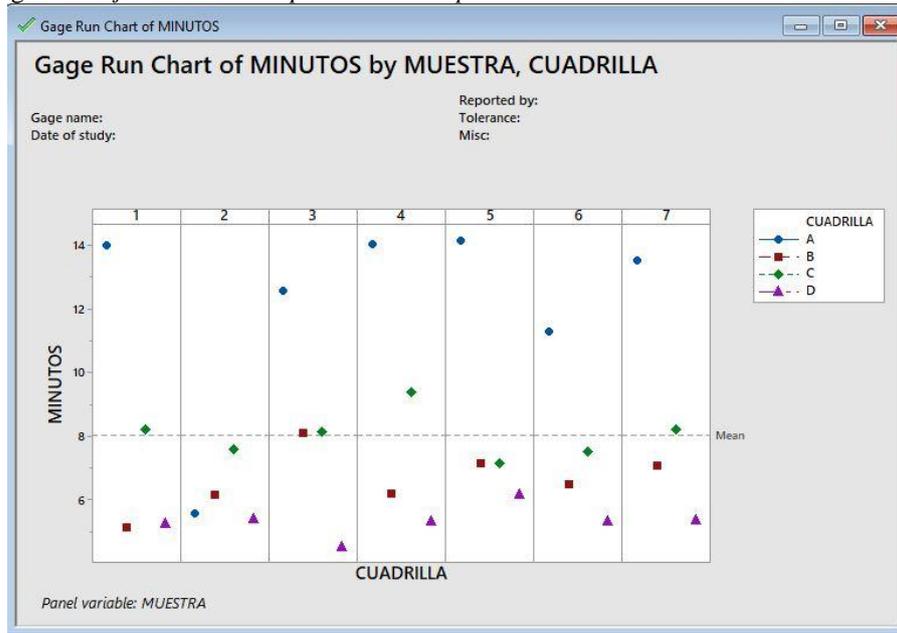


Figura 19. Se puede visualizar cuales son los puntos y cuadrilla que tiene mayor incidencia de Down Time, en este caso los que están fuera de la media solo es la cuadrilla "A" y un punto de la cuadrilla C, el cual será analizado para determinar la causa raíz.)

Figura 20 *Resumen de tiempos de muestras por cuadrilla "A"*

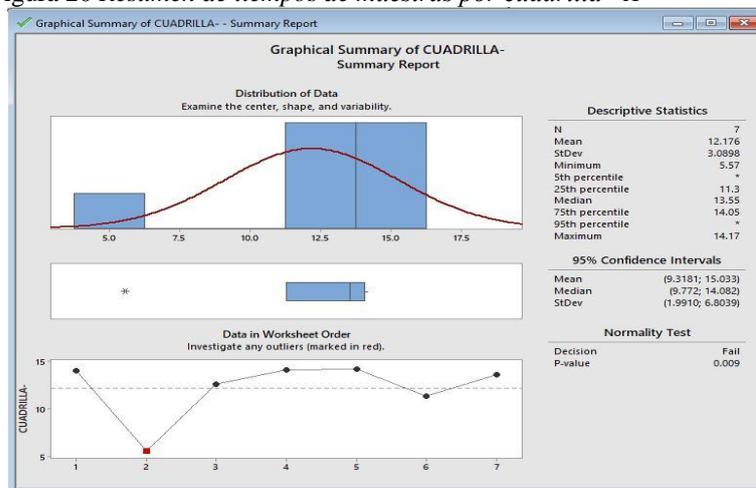


Figura 20. A pesar de encontrarse la unidad tiempo muy por encima de las demás cuadrillas, mantiene una estabilidad sobre sus operaciones, lo cual es malo, ya que altera a sus indicadores de Down Time, y con un solo punto anormal bueno, porque se encuentra por debajo del promedio.

Figura 21 Resumen de tiempos de muestras por cuadrilla "B"

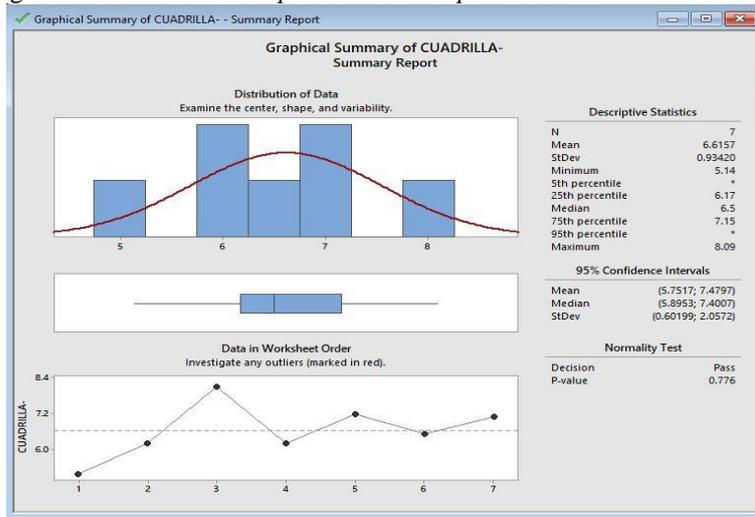


Figura 21. Todos los puntos están dentro del promedio, una distribución aparentemente normal con datos oscilados en menos porcentaje.

Figura 22 Resumen de tiempos de muestras por cuadrilla "C"

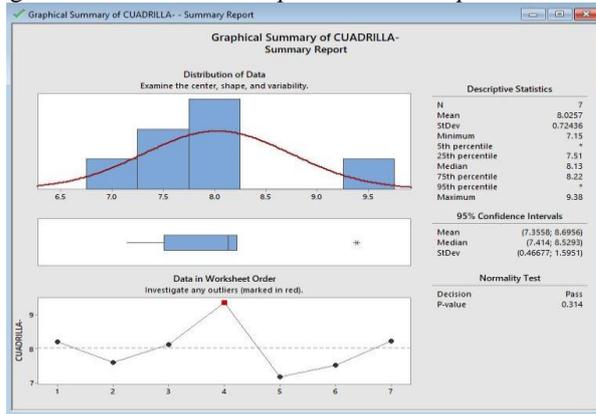


Figura 22. Notamos un punto especial, con criterio de anormal malo, ya que está por encima del rango promedio, aparte de eso la distribución es normal, con puntos o cantidad intermedia, a comparación la cant. Mínima.

Figura 23 Resumen de tiempos de muestras por cuadrilla "D"

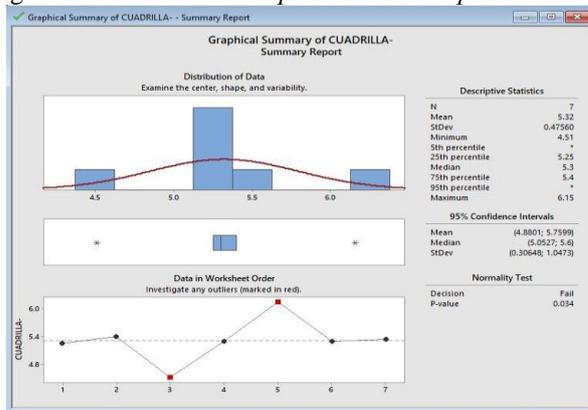


Figura 23. Esta cuadrilla cuenta con una distribución normal óptima, ya que la oscilación que sufre es mínima, pero existentes dos puntos anormales, un punto anormal malo que está por encima del rango promedio y un punto anormal bueno, que está por debajo del rango promedio.

Figura 24 Aplicación SMED-Cambio de Jumbo (1)

Item	Tareas	Ident.	Tipo de Tarea	Observación
1.1	Operario camina hacia rewinder	1	INTERNO	Puede hacerlo antes que pare el proceso
1.2	Operador corta cinta tiza de eje del nuevo jumbo	0	EXTERNO	Es necesario pero lo puede hacer : <b>Extrusor</b>
1.3	Operario abre puerta de rewinder	1	INTERNO	Necesario pero lo puede hacer Operador 2
2.1	Operario utiliza panel para expulsar eje culmi inado	1	INTERNO	Necesario pero lo puede hacer Operador 2
2.2	Espera de tiempo en la expulsión de eje culminado	1	INTERNO	Se puede realizar mientras se pasa nuevo jumbo
3.1	Operario camina hacia control de puente grúa	0	EXTERNO	Lo puede hacer el <b>Extrusor</b> o <b>Operador 2</b>
3.2	Espera de tiempo en que posiciona el puente grúa	0	EXTERNO	Lo puede hacer el <b>Extrusor</b> o <b>Operador 2</b>
3.3	Espera de tiempo en que se coloca nuevo jumbo a rewinder	1	INTERNO	Al mismo tiempo con el sacar el eje culminado
4.1	Jalar tela de jumbo culminado, parte inicial de la tela	1	INTERNO	Lo puede hacer <b>operador 1</b> y <b>operador 2</b> de corte
4.2	Amarrar tela nuevo jumbo con tela de jumbo culminado	1	INTERNO	Lo puede hacer <b>operador 1</b> y <b>operador 2</b> de corte
4.3	Llevar tela a la parte posterior de rewinder, lugar de empalme	1	INTERNO	Lo puede hacer <b>operador 1</b> y <b>operador 2</b> de corte
5.1	Jalar tela hasta que ambas telas esten tendidas uniformemente	1	INTERNO	Lo puede hacer <b>operador 1</b> y <b>operador 2</b> de corte
5.2	Operador utiliza panel de control de rewinder para empalmado	1	INTERNO	Lo hace <b>Operador 1</b> o <b>operador 2</b>
5.3	Espera de tiempo de empalmado	1	INTERNO	No hacer pasar más tiempo <b>de lo necesario</b>
5.4	Subir fajas	1	INTERNO	Puede hacerlo <b>operador 2</b>
5.5	Jalar tela sobrante de empalme	0	EXTERNO	No hacer pasar más tiempo <b>de lo necesario</b>
6.1	Espera de tiempo en hacer pasar empalme para arranque	1	INTERNO	No hacer pasar más tiempo <b>de lo necesario</b>
6.2	Operario camina hacia panel de control de corte para dar arranque	1	INTERNO	Lo realiza operador 1
6.3	Operador utiliza panel de control de corte para inicio de arranque	1	INTERNO	Lo realiza operador 1

Se separan las actividades internas de las actividades externas para ser modificadas, así como coincidencia de actividades en paralelo.

Figura 25 Aplicación SMED-Cambio de Jumbo (2) + Reducción de costo

Con Reducción				
Item	Tareas			
1.1	Operario camina hacia rewinder	10	Operador 1	
1.2	Operario abre puerta de rewinder	3	Operador 1	
2.1	Operario utiliza panel para expulsar eje culminado y bajar fajas	2	Operador 1	
	Espera de tiempo en la expulsión de eje culminado y bajar fajas	6	Operador 1	EN PARALELO
	Espera de tiempo en que se coloca nuevo jumbo a rewinder	84	Extrusor	
	Sacar eje vacío de rewinder	0	Extrusor / lab	
3.1	Jalar tela de jumbo culminado, parte inicial de la tela	3	Operador 1	
3.2	Amarrar tela nuevo jumbo con tela de jumbo culminado	13	Operador 1	
3.3	Llevar tela a la parte posterior de rewinder, lugar de empalme y cerrar puerta	2	Operador 1	
4.1	Jalar tela hasta que ambas telas esten tendidas uniformemente	108	operador 1 y/o 2	EN PARALELO
	Operador utiliza panel de control de rewinder para empalmado	2	operador 1 y/o 2	
	Espera de tiempo de empalmado	5	Operador 1	
4.1	Subir fajas	5	Operador 2	EN PARALELO
	Espera de tiempo en hacer pasar empalme para arranque	7	Operador 2	
	Operario camina hacia panel de control de corte para dar arranque	0	Operador 1	EN PARALELO
	Operador utiliza panel de control de corte para inicio de arranque	1	Operador 1	

Actividades - Cambio de Jumbo		Seg.
1	Espera desde parada corte	13
2	Sacar eje de Jumbo anterior y Puesta de nuevo jumbo	2
3	Amarre de tela antigua con tela nueva	18
4	Jalar y unión de tela para inicio y arranque	123
		156

Obs. Reducción de tiempo según mejor tiempo 'Minima', Y Reducción según Mediana	Tiempo de reducción	Soles reducción/Mes
	236 Seg.	S/. 6,120.00
	3.93 Min	S/. 6,120.00

Tiempo de Seg./Min	60
Costo en Min/Down Time	800
Costo / Down Time (Seg.) S/.	13.33
Frecuencia "Mes:Enero"	223
Tiempo Total de Down Time Mes	459

Las actividades están modificadas y relacionadas entre sí para un mejor trabajo al realizar esta operación, sobre todo el cumplir el objetivo de reducir el down time ser más productivos.



Tabla 27 *Recurso tiempo PRE-POST - Reducción*

Media	Tiempo		Tiempo reducido	
Media PRE-'A'	10:07	M E J O R A	06:18	Min
Media POST-'A'	03:49			
Media PRE-'B'	06:42		03:13	Min
Media POST-'B'	03:29			
Media PRE-'C'	08:26		04:55	Min
Media POST-'C'	03:32			
Media PRE-'D'	05:33		02:05	Min
Media POST-'D'	03:28			

Tabla 28 *Límites de control PRE-POST*

PRE - LIMITES DE CARTA DE CONTROL		
LSC		08:00
Target		06:00
LIC		04:00
POST - LIMITES DE CARTA DE CONTROL		
LSC		04:54
Target		03:27
LIC		02:00

Tabla 29 *Índice de inestabilidad*

INDICE DE INESTABILIDAD TOTAL		
PRE-INDICE DE INESTABILIDAD		39.29%
Puntos totales		28
Puntos especiales		11
INDICE DE INESTABILIDAD POR CUADRILLA		
POST-INDICE DE INESTABILIDAD		0.00%
Puntos totales		28
Puntos especiales		0
PRE-INDICE DE INESTABILIDAD 'A'		85.71%
Puntos totales		7
Puntos especiales		6
PRE-INDICE DE INESTABILIDAD 'B'		14.29%
Puntos totales		7
Puntos especiales		1
PRE-INDICE DE INESTABILIDAD 'C'		57.14%
Puntos totales		7
Puntos especiales		4
PRE-INDICE DE INESTABILIDAD 'D'		0.00%
Puntos totales		7
Puntos especiales		0

Figura 26 Carta de control 'A' - PRE

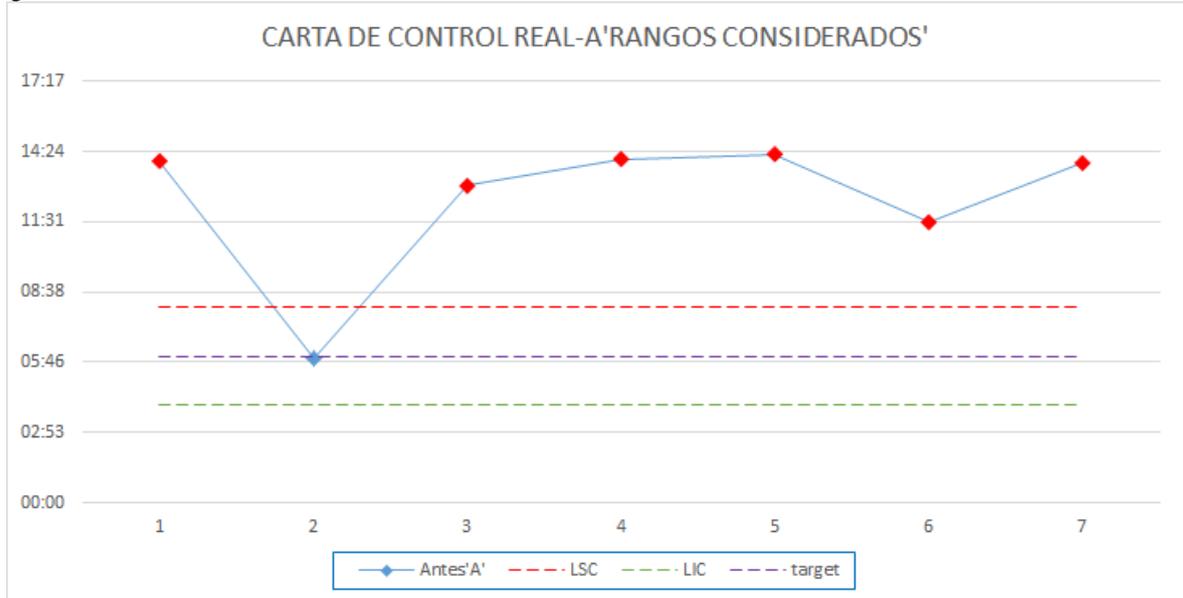


Figura 26. Se visualiza que en su mayoría de los puntos sobre pasa el límite superior de control, con solo un dato sobre la media, los que están fuera del límite superior de control se considera puntos especiales.

Figura 27 Carta de control 'A' - POST

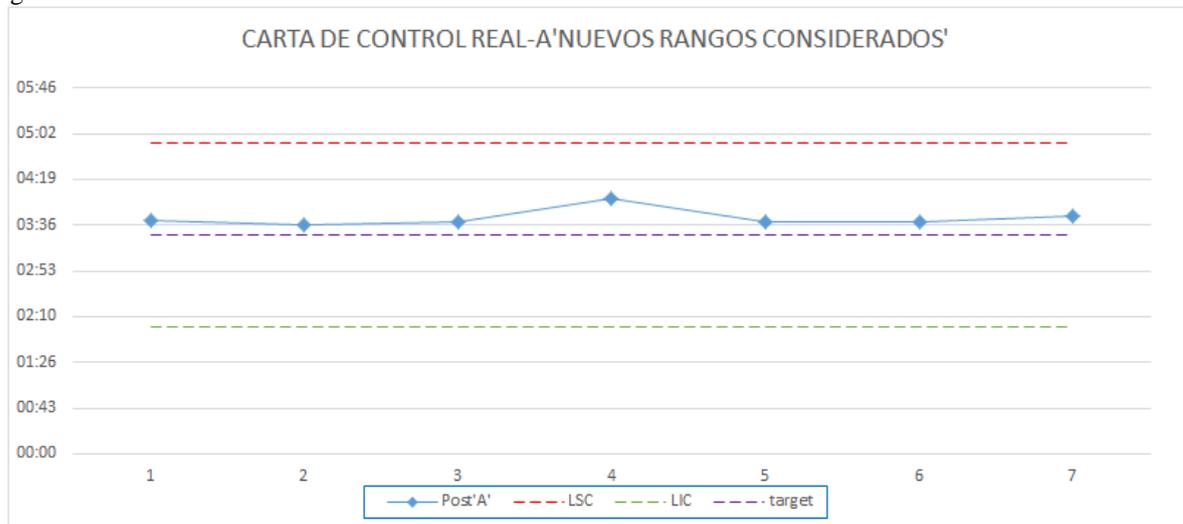


Figura 27. Se encuentra solo un punto por encima de la media, mas no por encima del límite superior de control, se muestra estable, en este proceso ya fue implementado la técnica SMED.

Figura 28 Carta de control 'B' - PRE

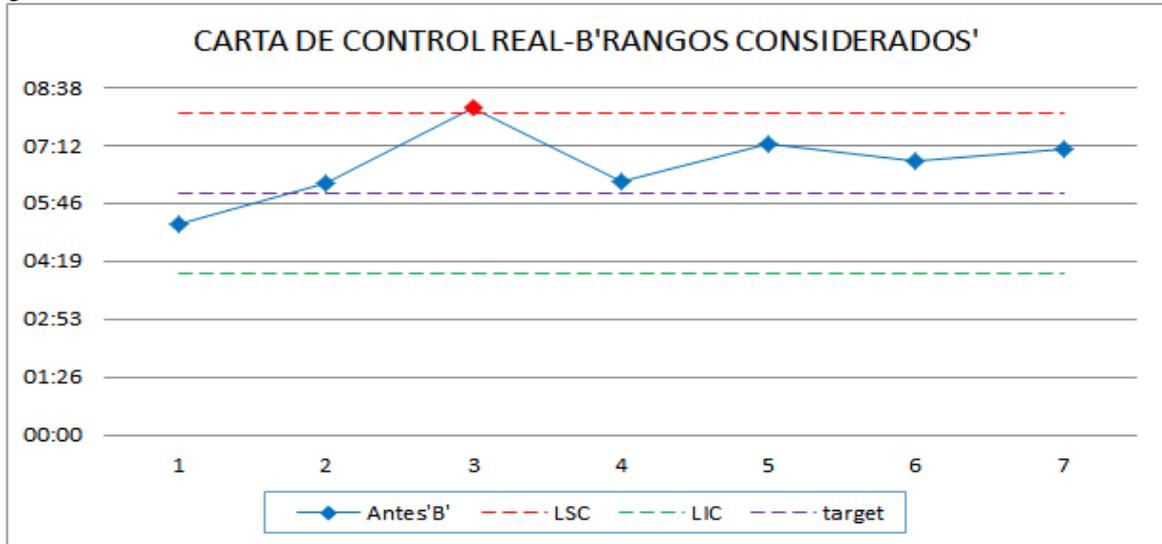


Figura 28. Todos los puntos se encuentran sobre la media, solo una sobre pasa el límite de control, el cual se viene a ser un punto especial, aun así debería no estar sobre la media.

Figura 29 Carta de control 'B' - POST

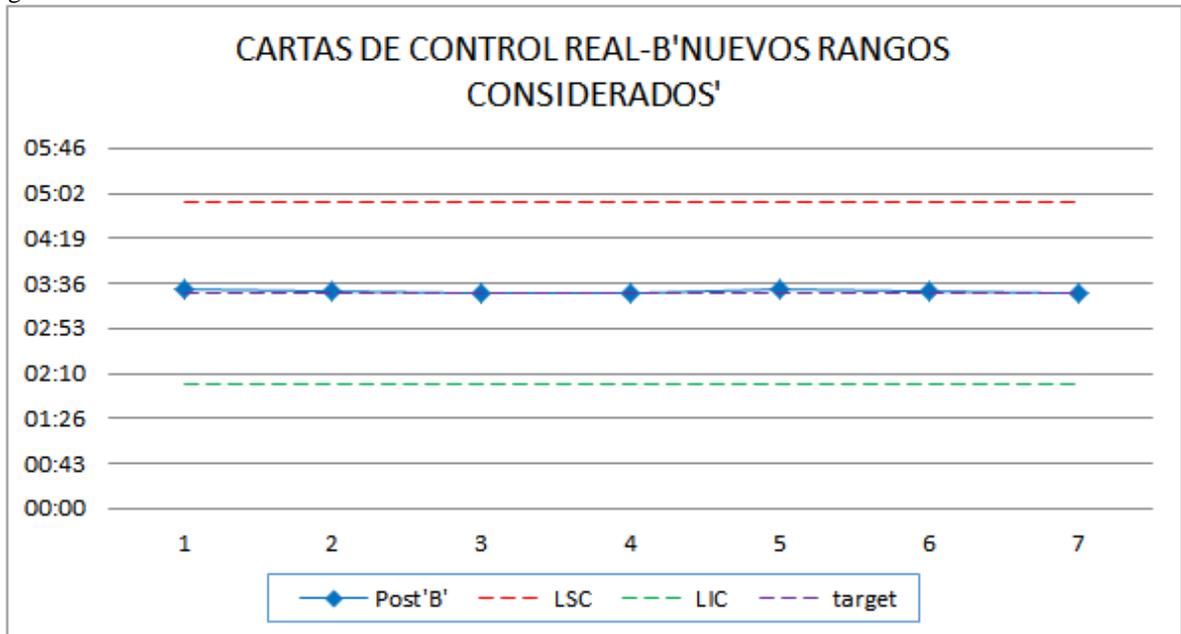


Figura 29. Se muestra estable los puntos individuales, todos trabajan por la media, lo que indica que no hay puntos especiales.

Figura 30 Carta de control 'C' - PRE

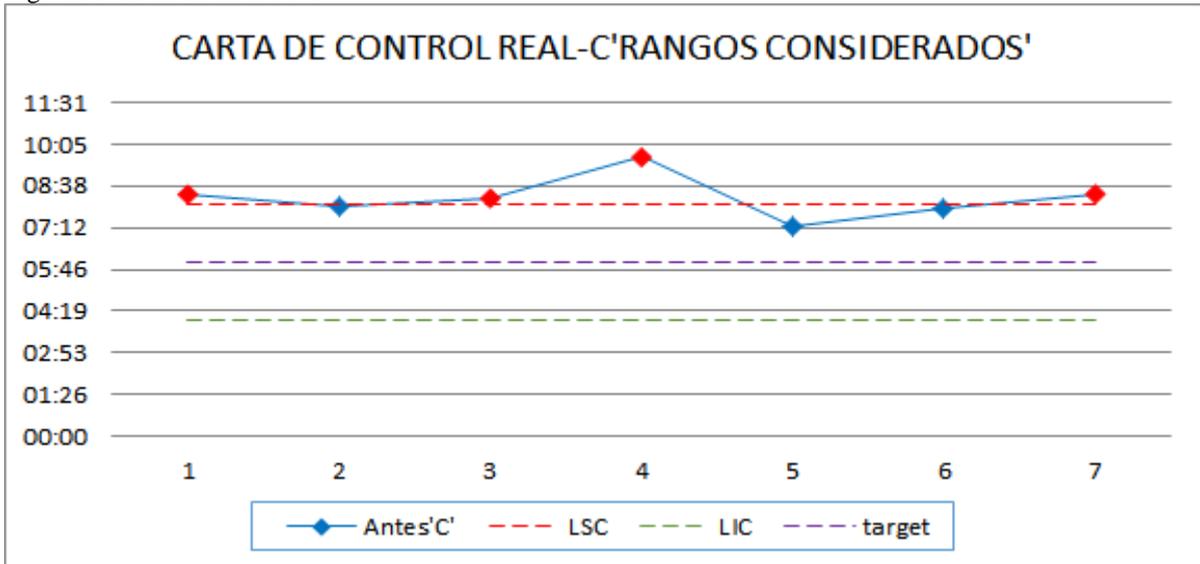


Figura 30. Se muestra más del 50% de puntos especiales por pasar el límite de control, y todos están sobre la media.

Figura 31 Carta de control 'C' - POST

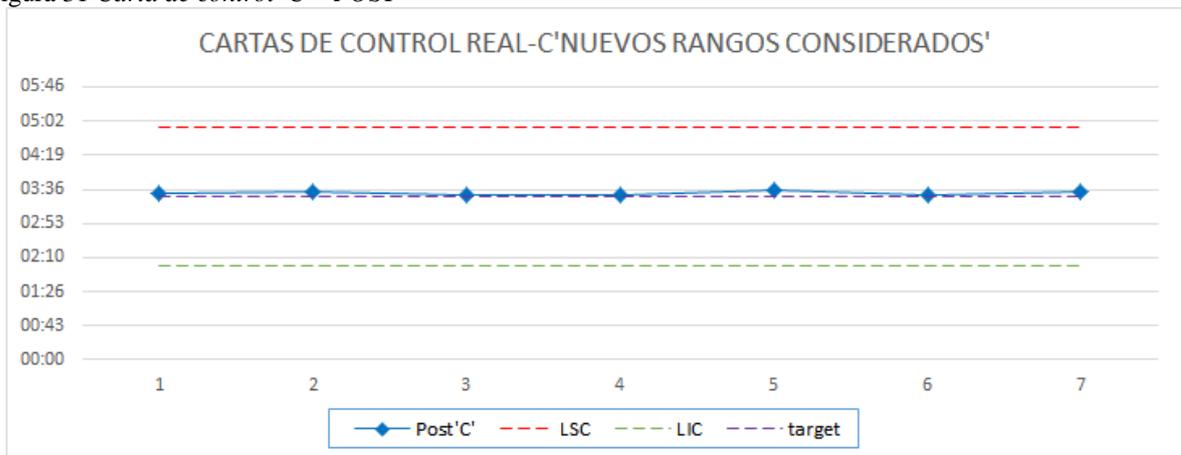


Figura 31. Se encuentra estable y todos los tiempos tomados trabajan por la media.

Figura 32 Carta de control 'D' - PRE

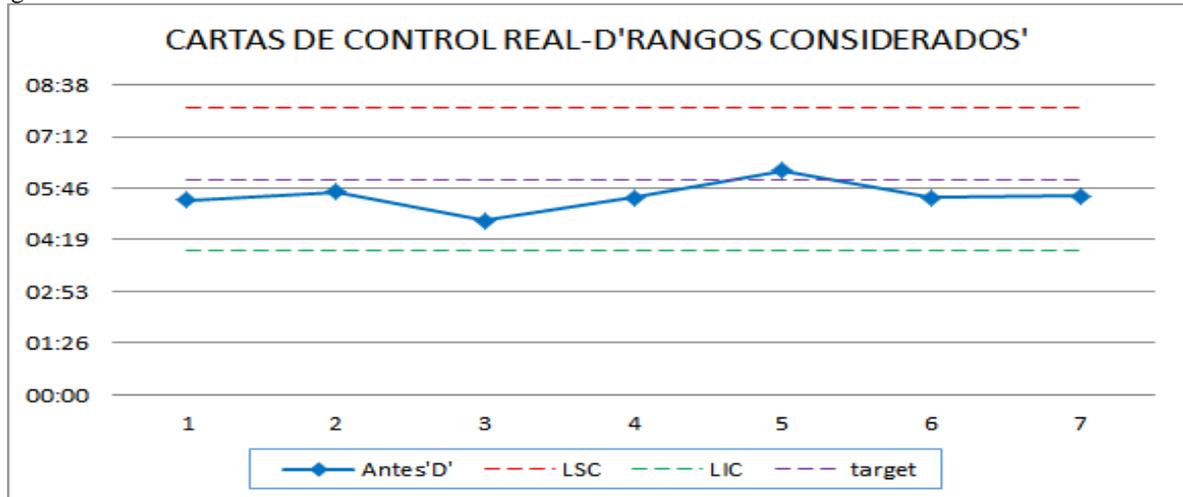


Figura 32. Se observa una cuadrilla muy buena con los resultados estándar anteriores, el cual trabajan por debajo de la media.

Figura 33 Carta de control 'D' - POST

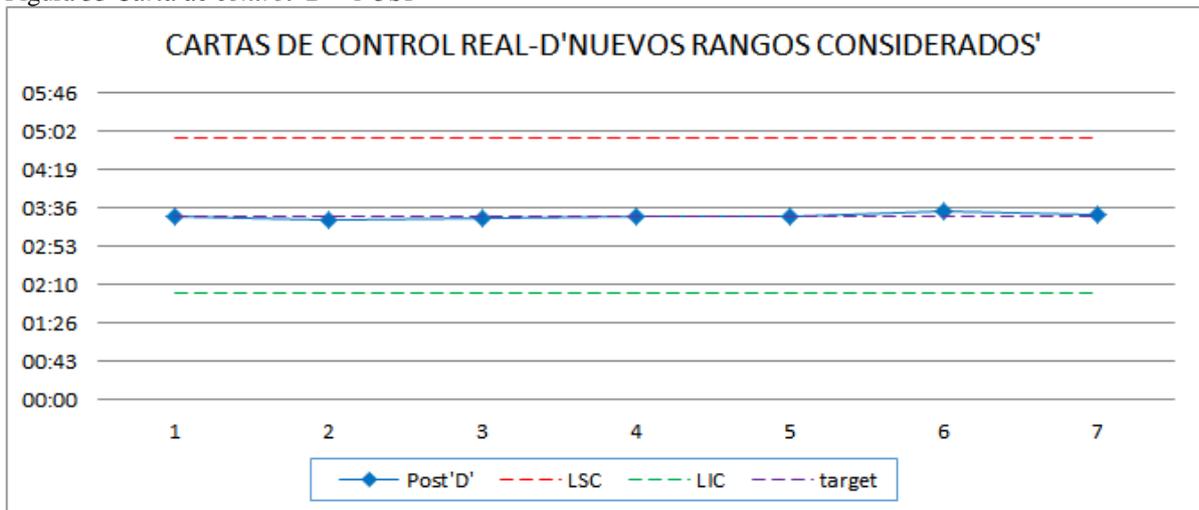


Figura 33. Se observa que trabajan por la media, obteniendo buenos resultados, y guía como mejora por su buen desempeño.

Figura 34 Flujo grama de procesos productivos

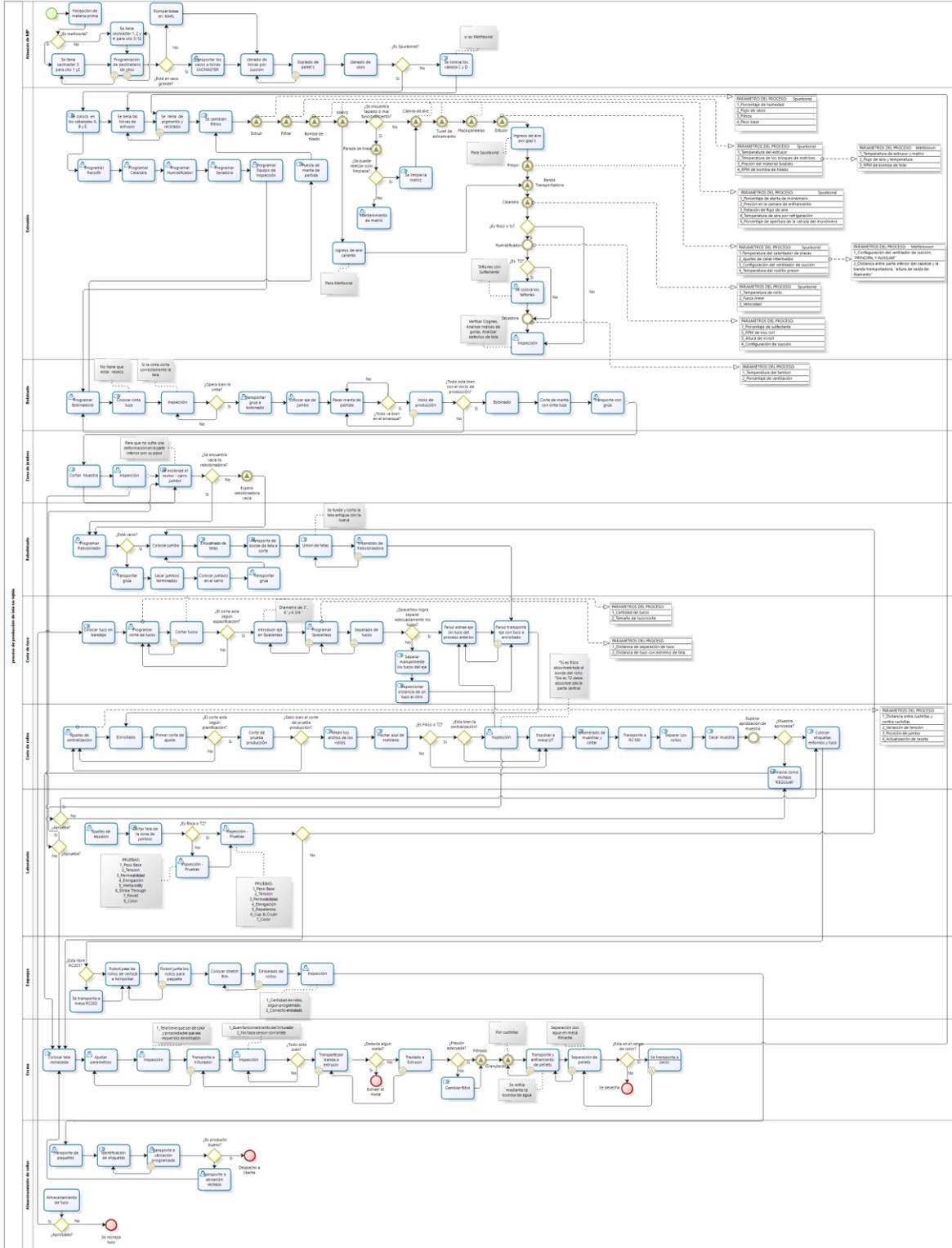
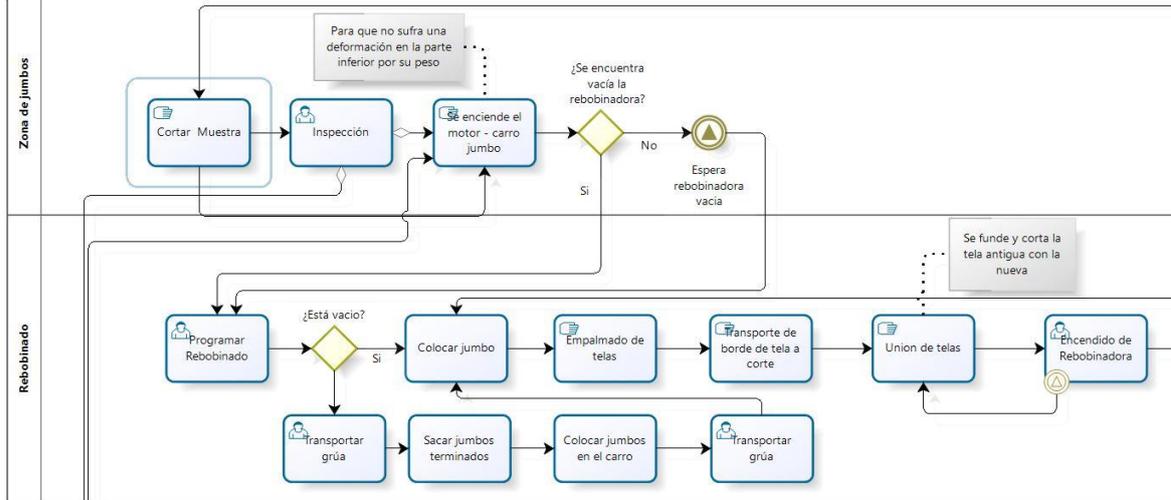


Diagrama de flujo completo de los procesos y operaciones de Fitesa Perú 2018.

Figura 35 Diagrama de flujo de objeto de estudio



Se presenta de manera específica de la operación cambio de jumbo, para volverlo objeto de estudio y análisis.

Figura 36 Análisis en IbaAnalyzer

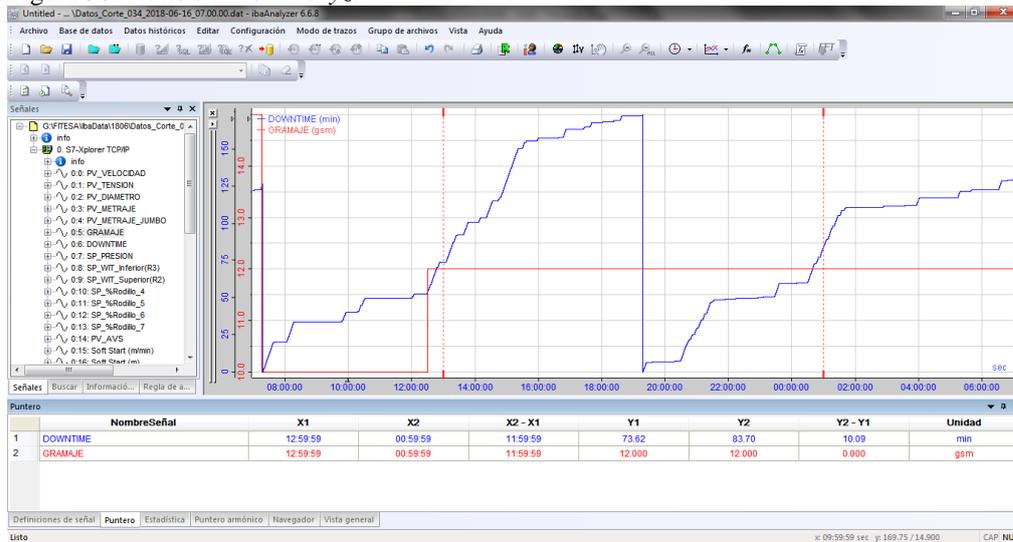
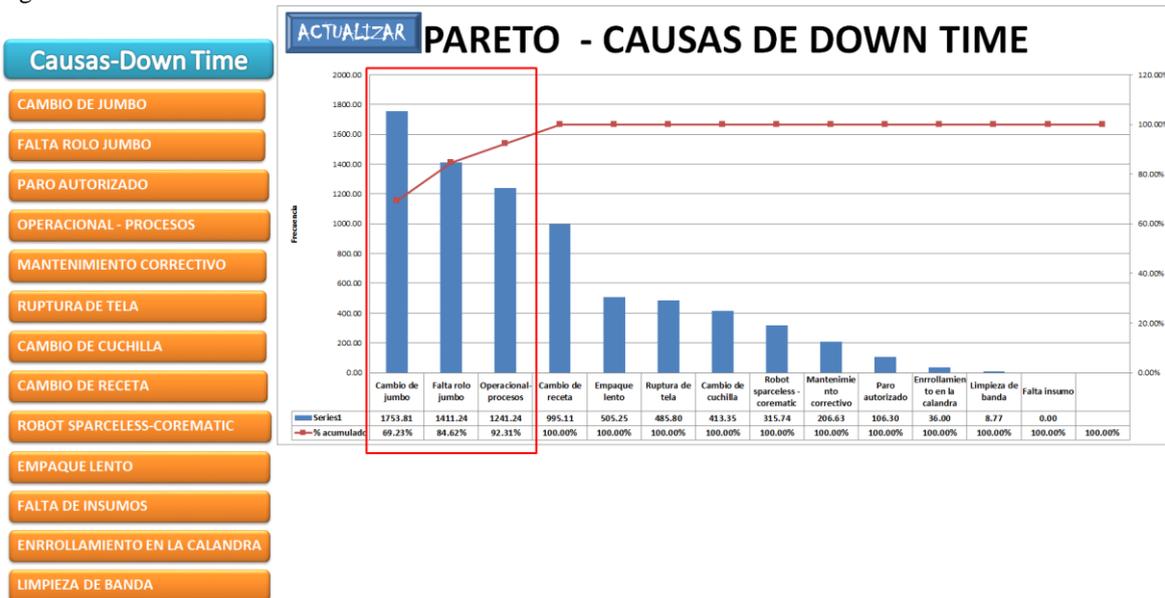


Figura 36. Acumulación de tiempos, llamado “Down time”, entre otras variables que se podrían tomar en cuenta para futuros estudios.

Figura 37 Pareto '80-20' de todos los motivos de down time



Se utiliza en la etapa medir para designar a cuál de estas operaciones se le realizara las mejoras iniciales, en este caso el cambio de jumbo es aquel que demoras más.

Tabla 30 Data de tiempos totales por día-mensual

Día	Tiempo total	Frecuencia	Tiempo por Evento	% Down Time	Estandar	Qdent.	Añade valor
1/04/2018	0	1	0.00	0%	0.000	1	✓/✗
2/04/2018	0.00	1	0.00	0%	0.000	1	✓/✗
3/04/2018	39	5	7.80	3%	7.800	0	N/A/✗
4/04/2018	64.02	8	8.00	4%	8.003	0	N/A/✗
5/04/2018	90.6	13	6.97	6%	6.969	0	N/A/✗
6/04/2018	62.7	8	7.84	4%	7.838	0	N/A/✗
7/04/2018	67.8	10	6.78	5%	6.780	0	N/A/✗
8/04/2018	67.2	7	9.60	5%	9.600	0	N/A/✗
9/04/2018	68.85	10	6.89	5%	6.885	0	N/A/✗
10/04/2018	14.4	2	7.20	1%	7.200	1	✓/✗
11/04/2018	69.82	10	6.98	5%	6.982	0	N/A/✗
12/04/2018	39.55	8	4.94	3%	4.944	0	N/A/✗
13/04/2018	54.17	10	5.42	4%	5.417	0	N/A/✗
14/04/2018	74.4	9	8.27	5%	8.267	0	N/A/✗
15/04/2018	77.12	10	7.71	5%	7.712	0	N/A/✗
16/04/2018	127.8	9	14.20	9%	14.200	0	N/A/✗
17/04/2018	124.2	14	8.87	9%	8.871	0	N/A/✗
18/04/2018	46.8	7	6.69	3%	6.686	0	N/A/✗
19/04/2018	76.8	10	7.68	5%	7.680	0	N/A/✗
20/04/2018	73.2	8	9.15	5%	9.150	0	N/A/✗
21/04/2018	33.6	4	8.40	2%	8.400	0	N/A/✗
22/04/2018	37.8	4	9.45	3%	9.450	0	N/A/✗
23/04/2018	73.23	11	6.66	5%	6.657	0	N/A/✗
24/04/2018	51	8	6.38	4%	6.375	0	N/A/✗
25/04/2018	41.4	6	6.90	3%	6.900	0	N/A/✗
26/04/2018	49.8	6	8.30	3%	8.300	0	N/A/✗
27/04/2018	54	8	6.75	4%	6.750	0	N/A/✗
28/04/2018	44.4	3	14.80	3%	14.800	0	N/A/✗
29/04/2018	45.28	7	6.47	3%	6.469	0	N/A/✗
30/04/2018	84.87	12	7.07	6%	7.073	0	N/A/✗
<b>Total</b>	<b>1753.81</b>		<b>7.14</b>		<b>14.800</b>		
<b>2%</b>	<i>Promedio general</i>		7.405		7.405		✓/✗ 3
	<i>Mínimo general</i>		0.000		0.000		N/A/✗ 27
	<i>Máximo general</i>				14.8		
<b>Dσ</b>							

Figura 38 Métricas 6 sigma - PRE

MÉTRICA SEIS SIGMA - NIVEL DE SIGMA "ANTERIOR"							
CCC = 06:32 Min. --> 3.6σ	Tiempo de traslado de extrusión a rewinder	Yield %	Sigma	Defects Per Million Opportunities	Yield %	Sigma	Defects Per Million Opportunities
	Tiempo al jalar la tela de empalme						
Total:	1440 Min.	99.9997	6	3.4	93.32	3	66800
Tiempo Defecto:	50.56 Min.	99.9995	5.92	5	91.92	2.9	80800
DPO	0.0176	99.9992	5.81	8	90.32	2.8	96800
DPMO	17555.56	99.9999	5.76	10	88.5	2.7	115000
%YIELD = 1-DPO	98.2444	99.9998	5.61	20	86.5	2.6	135000
Métrica Sigma= 1- DPO x CCC	0.9652	99.9997	5.51	30	84.2	2.5	158000
PROBABILIDAD 0 DEFECTOS	96.5%	99.9996	5.44	40	81.6	2.4	184000
SIGMA "σ"	3.6σ	99.9993	5.31	70	78.8	2.3	212000
		99.99	5.22	100	75.8	2.2	242000
		99.985	5.12	150	72.6	2.1	274000
		99.977	5	230	69.2	2	308000
		99.967	4.91	330	65.6	1.9	344000
		99.952	4.8	480	61.8	1.8	382000
		99.932	4.7	680	58	1.7	420000
		99.904	4.6	960	54	1.6	460000
		99.865	4.5	1350	50	1.5	500000
		99.814	4.4	1860	46	1.4	540000
		99.745	4.3	2550	43	1.32	570000
		99.654	4.2	3460	39	1.22	610000
		99.534	4.1	4660	35	1.11	650000
		99.379	4	6210	31	1	690000
		99.181	3.9	8190	28	0.92	720000
		98.93	3.8	10700	25	0.83	750000
		98.61	3.7	13900	22	0.73	780000
		98.22	3.6	17800	19	0.62	810000
		97.73	3.5	22700	16	0.51	840000
		97.13	3.4	28700	14	0.42	860000

PRODUCTIVIDAD	Sanchez Gomez L.A:
28.48101266	PRODUCTIVIDAD=TIEMPO TOTAL(M8)/CANTIDAD PROMEDIO DE CAMBIOS DE JUMBO POR DIA*PROMEDIO DE CADA CAMBIO DE JUMBO(M9)

Se identifican también con las actividades críticas CCC-Antes

Figura 39 Métricas 6 sigma - POST

MÉTRICA SEIS SIGMA - NIVEL DE SIGMA "ACTUAL"							
CCC = 03:23 Min. --> (-0.3σ)	Tiempo de traslado de extrusión a rewinder	Yield %	Sigma	Defects Per Million Opportunities	Yield %	Sigma	Defects Per Million Opportunities
	Tiempo al jalar la tela de empalme						
Reducción de Tiempo:	1440 Min.	99.9997	6	3.4	93.32	3	66800
189 seg. = 03:09 min	25.84 Min.	99.9995	5.92	5	91.92	2.9	80800
DPO	0.0090	99.9992	5.81	8	90.32	2.8	96800
DPMO	8972.22	99.9999	5.76	10	88.5	2.7	115000
%YIELD = 1-DPO	99.1028	99.9998	5.61	20	86.5	2.6	135000
Métrica Sigma= 1- DPO x CCC	0.9821	99.9997	5.51	30	84.2	2.5	158000
PROBABILIDAD 0 DEFECTOS	98.2136%	99.9996	5.44	40	81.6	2.4	184000
SIGMA "σ"	3.9σ	99.9993	5.31	70	78.8	2.3	212000
		99.99	5.22	100	75.8	2.2	242000
		99.985	5.12	150	72.6	2.1	274000
		99.977	5	230	69.2	2	308000
		99.967	4.91	330	65.6	1.9	344000
		99.952	4.8	480	61.8	1.8	382000
		99.932	4.7	680	58	1.7	420000
		99.904	4.6	960	54	1.6	460000
		99.865	4.5	1350	50	1.5	500000
		99.814	4.4	1860	46	1.4	540000
		99.745	4.3	2550	43	1.32	570000
		99.654	4.2	3460	39	1.22	610000
		99.534	4.1	4660	35	1.11	650000
		99.379	4	6210	31	1	690000
		99.181	3.9	8190	28	0.92	720000
		98.93	3.8	10700	25	0.83	750000
		98.61	3.7	13900	22	0.73	780000
		98.22	3.6	17800	19	0.62	810000
		97.73	3.5	22700	16	0.51	840000
		97.13	3.4	28700	14	0.42	860000

PRODUCTIVIDAD	Sanchez Gomez L.A:
55.72755418	PRODUCTIVIDAD = TIEMPO TOTAL (E10)/PROMEDIO DE CAMBIOS DE JUMBO POR DIA*TIEMPO PROMEDIO POR CADA CAMBIO DE JUMBO (E11)

Se identifican también con las actividades críticas CCC-Después

Figura 40 Data legal requerida por la empresa para un proyecto

Descripción de Aplicación de metodología DMAIC 									
<b>Empresa</b> Fitesa Perú		<b>Descripción física</b> Proceso: Corte      Operación: Cambio de Jumbo			<b>Nombre de documento</b> Aplicación de Metodología DMAIC - Cambio de Jumbo				
<b>Área de Analisis</b> Rewinder		<b>Control</b> 1_ Up Time 'OEE' 2_ Pareto Diario de Down Time 3_ Actividades de Cambio de Jumbo 4_ Registro de Plant Applications 5_ Down Time 'Protheus' 6_ Recoleccion de datos 'Down Time' 7_ Doc: Down Time - Cambio de Jumbo 8_ Reportes de Producción			<b>Fechas de Aplicación</b>				
<b>Objetivo del método</b> Aumentar la productividad, Reduciendo el Down Time					<b>Descripción</b>	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>		
					Definir	20/12/2017	31/01/2018		
					Medir	1/02/2018	14/03/2018		
					Analizar	15/03/2018	9/04/2018		
					Mejorar	9/04/2018	17/04/2018		
					Control	10/04/2018	Indeterminado		
Evento Interno									
Proveedor	Insumo	Responsables	Metodología DMAIC		Producto	Cliente			
			Elaboración						
<b>FIRMAS DE APROBACIÓN</b>									
Winder 'FITESAPERU'	Rollo Jumbo de tela no tejida.	Cristiano Ribeiro    Gerente de producción y procesos			Rollos según anchos de especificación de tela no tejida.	Corte			
Winder 'FITESAPERU'	Rollo Jumbo de tela no tejida.	Francisco Díaz    Analista de procesos			Rollos según anchos de especificación de tela no tejida.	Corte			
Winder 'FITESAPERU'	Rollo Jumbo de tela no tejida.	Luis A. Sanchez Gomez    Practicante de producción y procesos			Rollos según anchos de especificación de tela no tejida.	Corte			
Recursos									
Análisis de datos		Instalaciones		Equipos (Hardware y software)		Personal involucrado		Cargo	
<a href="#">C:\Users\DMAIC\Iba data</a>		<b>Instalaciones FOTOS - Ubicación</b>		Plant Application		Fabricio Alberto		Gerente general Fitesa Perú	
<a href="#">C:\Users\DMAIC\Indicadores Cuadrillas</a>		Operación por Cuadrilla		Microsof Excel		Ribeiro Cristiano		Gerente de producción y procesos	
<a href="#">C:\Users\DMAIC\OEE y Monitoreo de desperdicio</a>		Anterior      Actual		Microsof Word		Diaz Francisco		Analista de procesos	
<a href="#">C:\Users\DMAIC\Reportes diarios de producción</a>		<b>CUADRILLA A</b> <b>CUADR. A</b>		Microsof Power Point		Sanchez Luis		Practicante de producción y procesos	
<a href="#">C:\Users\DMAIC\Mapa de proceso productivo-FITESA PERU, 2017.bpm</a>		<b>CUADRILLA B</b> <b>CUADR. B</b>		Bizagi Modeler		Dolorier Ivan		Gerente de Mantenimiento	
<a href="#">C:\Users\DMAIC\Analisis SMED - Cambio de Jumbo.xlsx</a>		<b>CUADRILLA C</b> <b>CUADR. C</b>		Protheus		Álvarez Súley		Coordinadora de Seg. Y Calidad	
		<b>CUADRILLA D</b> <b>CUADR. D</b>		IbaAnalyzer		Marco Castillo		Encargado de Calidad - Lab.	
Documentos de sustento				Capacitaciones		Registros			
<a href="#">C:\Users\DMAIC\Documentos de Sustento\Doc. De Aprobación de proyecto.docx</a>				DIAPOSITIVAS		<a href="#">C:\Users\lsanchez\Desktop\DMAIC\Registros\Pareto - Down Time - corte</a>			
<a href="#">C:\Users\DMAIC\Documentos de Sustento\Down Time - Cambio de jumbo.docx</a>						<a href="#">C:\Users\lsanchez\Desktop\DMAIC\Registros\Recolección de Datos - Down Time.xlsx</a>			
<a href="#">C:\Users\DMAIC\Documentos de Sustento\Doc. SMED.docx</a>				<a href="#">Dlap\SMED - Cambio de Jumbo.ppt</a>					
LIDERES		Apellidos y Nombres		Fecha		Firma			
Cuadrilla A	SI	Dennis Mogollón		16/04/2018					
Cuadrilla B	SI	Cristhian Espinoza		10/04/2018					
Cuadrilla C	SI	Eder Martínez		12/04/2018					
Cuadrilla D	SI	Carlos Ocrosopoma		18/04/2018					

Figura 41 Cilindros de nivel de tiempos por actividad de la operación cambio de jumbo-Para la parte medir o analizar.

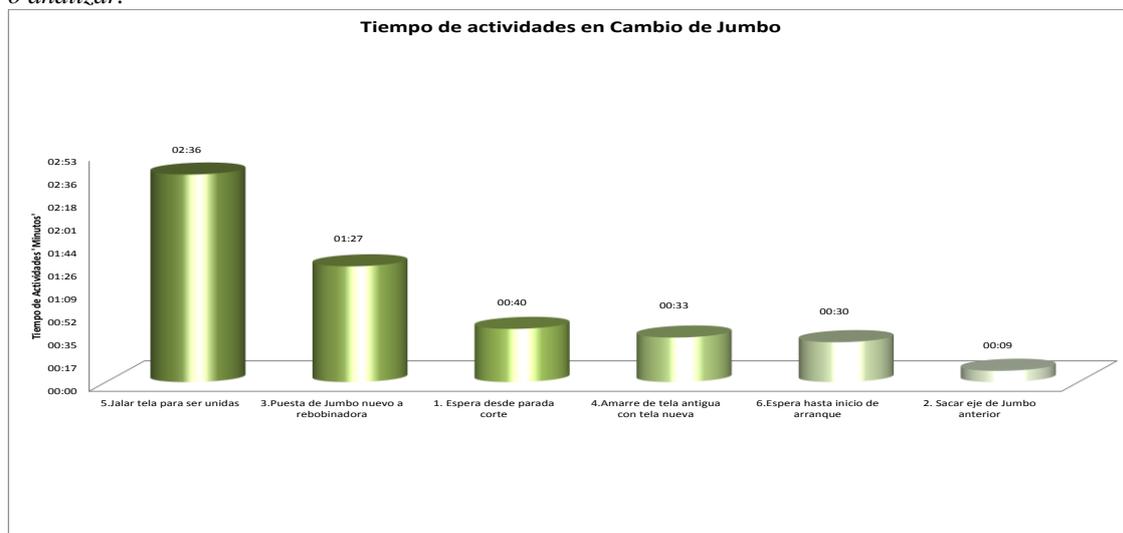


Tabla 31 Constantes para gráficos de control-para los LC

Constantes para Gráficos de Control																
n	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

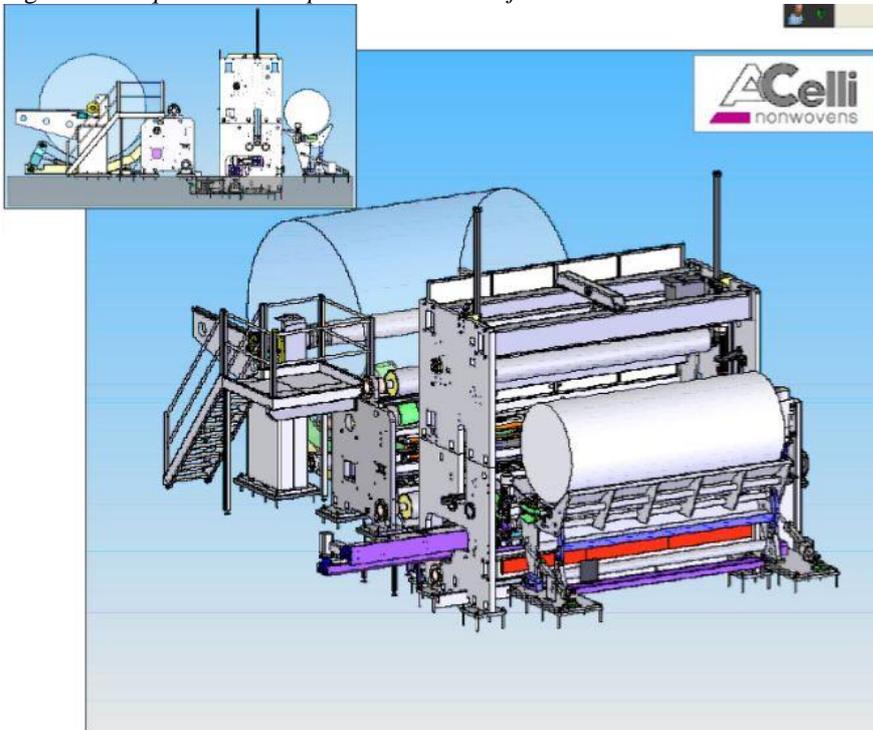
Figura 42 Nuevo procedimiento de cambio de jumbo



Figura 43 Lugar de cambio de jumbo 'Zona de jumbos y rewinder'



Figura 44 Maquina maestra para el cambio de jumbo



Se determinó que esta parte del proceso donde se visualiza un cuello de botella del área corte, con la operación llamada cambio de jumbo y con la maquina rewinder

Figura 45 Presentación legal del proyecto - SMED para el cambio de jumbo

CUSTOMER AND TECHNICAL SERVICE EXCELLENCE | OPERATIONAL EXCELLENCE | INNOVATION | ASSET BASE

# LEAN MANUFACTURING - SMED

Fitesa Perú

QUALITY

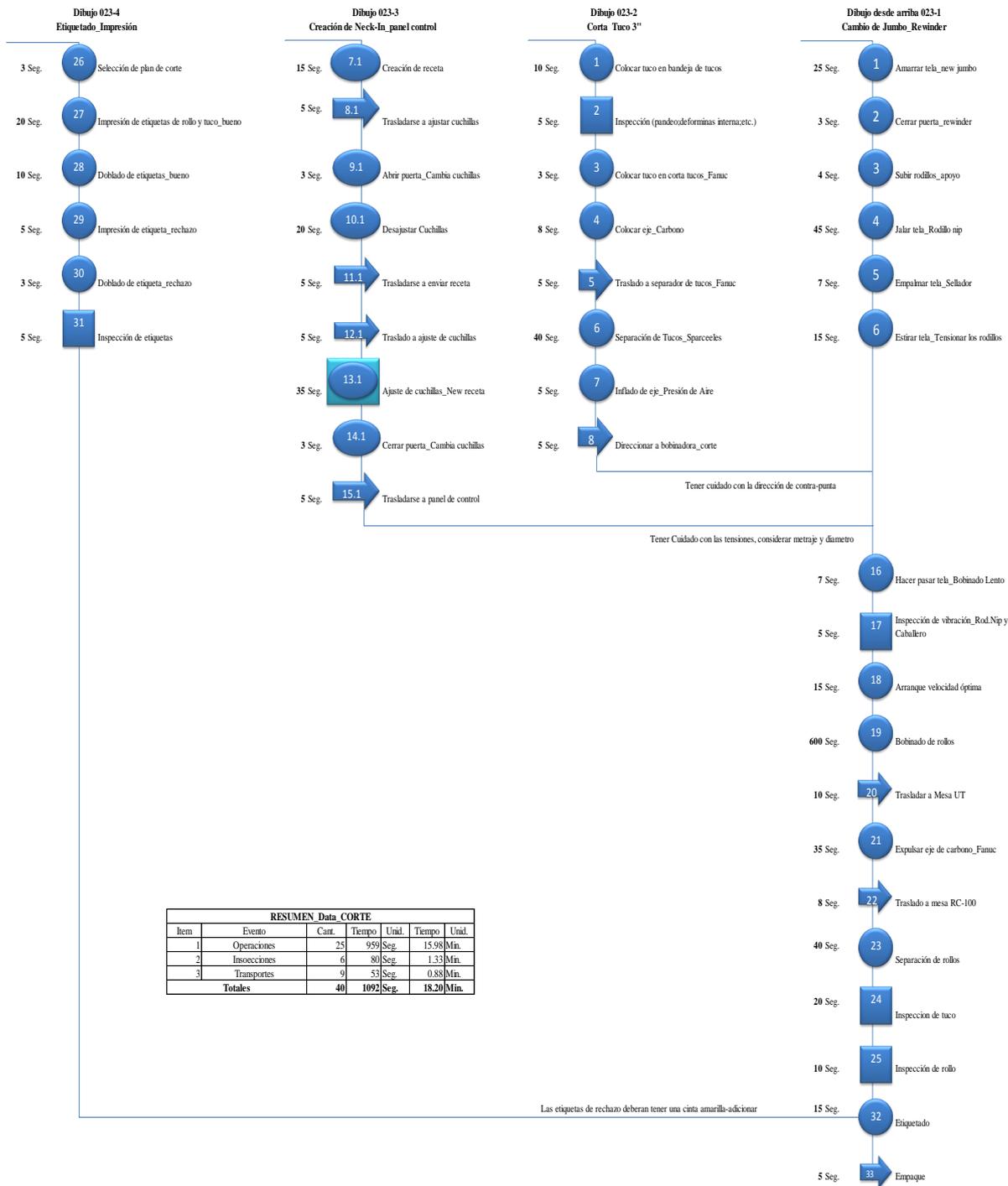
SAFETY

FITESA CULTURE AND VALUES

fitesa®

Figura 46 DOP- proceso productivo para el área de corte

**DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO**  
**Código de proceso 023 Corte\_Boninas con tucos de 3" \_Método actual\_7000mmφ**  
**Parte 023 Diagrama n°PX001**  
**Dibujado por S.G.L.A. 10-11-17**













 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Yo, **Luz Graciela Sánchez Ramírez**, docente de la Facultad de Ingeniería y carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada:

**“Aplicación de metodología DMAIC, para aumentar la productividad en el área de corte, de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018”**, del estudiante **Sanchez Gomez Luis Angel**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **14%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 23 de Julio del 2018

.....  
**Dra. Luz Graciela Sánchez Ramírez**

DNI: 32771174

 Elaboró: <i>[Signature]</i> Dirección de Investigación	Revisó: <i>[Signature]</i> Responsable del SGC	 <i>[Signature]</i> Vicerectorado de Investigación
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Feedback Studio - Google Chrome  
Es seguro | https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&lang=es&u=1062856911&o=984010179

feedback studio TESIS -- /0 < > ?

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de metodología DMAIC, para aumentar la productividad en el área de corte, de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero industrial

AUTOR:  
Luis Angel Sánchez Gómez

ASESORA:  
Dra. Luz Graciela Sánchez Ramírez

LINEA DE INVESTIGACIÓN:  
Gestión empresarial y productiva

Lima- Perú  
2018

**Resumen de coincidencias** X

**14 %**

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	6 % >
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 % >
3	www.icim.com Fuente de Internet	2 % >
4	bibliotecadigital.usb.ed... Fuente de Internet	1 % >
5	myslide.es Fuente de Internet	<1 % >
6	.Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 % >
7	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 % >

Página: 1 de 110    Número de palabras: 19166    Text-only Report    High Resolution    Activado

18:39 23/07/2018



 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Yo **Sanchez Gomez Luis Angel**, identificado con DNI N° **48169290**, egresado(a) de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Aplicación de metodología DMAIC, para aumentar la productividad en el área de corte, de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

  
 .....

**Sanchez Gomez Luis Angel**

DNI: **48169290**

Fecha: **19/10/2018**



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Tribunal	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	----------	---------------------------------





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
**Mg. Óscar Alvarado Rodríguez**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Sanchez Gomez Luis Angel

INFORME TÍTULADO:

“Aplicación de metodología DMAIC, para aumentar la productividad en el área de corte, de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 17/07/2018

NOTA O MENCIÓN: (12 - DOCE)



---

Mg. Óscar Francisco Alvarado Rodríguez

