

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TESIS**

**IMPLEMENTACIÓN SIX SIGMA PARA INCREMENTAR  
LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE CALZADO**

PRESENTADO POR:

**Bach. ROSIN DAVID SAMANIEGO MEZA**

Línea de Investigación: Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

HUANCAYO - PERÚ

2023



---

**Dr. Carlos Rosario Sánchez Guzmán**

**ASESOR**

### **DEDICATORIA**

A mis padres, quienes representan una fuente de inspiración para poder superarme cada día más y ser un hombre de bien.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, quienes me brindaron su apoyo incondicional para poder culminar este proyecto de investigación sin inconvenientes.

A los docentes, quienes me guiaron y aconsejaron mediante sus conocimientos para culminar la presente tesis.

## CONSTANCIA 180

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN SIX SIGMA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE CALZADO”**

**Cuyo autor(es)** : Rosin David, Samaniego Meza.

**Facultad** : Ingeniería

**Escuela Profesional** : Ingeniería Industrial

**Asesor(a)** : Dr. Carlos Rosario Sánchez Guzmán

Que, fue presentado con fecha 08.06.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 09.06.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **20 %**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 13 de Junio del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

---

**Dr. Rubén Darío Tapia Silguera**

**DECANO**

---

**Dr. Amelia Celinda Chumpen Elera**

**JURADO**

---

**Mg. Milka Gloria Godiño Poma**

**JURADO**

---

**Ing. Pedro Elvis Elías Porras**

**JURADO**

---

**Mg. Leonel Untiveros Peñaloza**

**SECRETARIO DOCENTE**

## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| DEDICATORIA.....                                  | iv        |
| AGRADECIMIENTO.....                               | v         |
| CONTENIDO.....                                    | vii       |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                            | x         |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                             | xii       |
| RESUMEN.....                                      | xiv       |
| ABSTRACT.....                                     | xv        |
| INTRODUCCIÓN.....                                 | 16        |
| <b>CAPÍTULO I</b> .....                           | <b>18</b> |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                | 18        |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática..... | 18        |
| 1.2. Formulación del problema.....                | 21        |
| 1.3.1. Problema general.....                      | 21        |
| 1.3.2. Problemas específicos.....                 | 21        |
| 1.3. Justificación.....                           | 22        |
| 1.3.1. Justificación social.....                  | 22        |
| 1.3.2. Justificación teórica.....                 | 22        |
| 1.3.3. Justificación metodológica.....            | 22        |
| 1.4. Delimitación del problema.....               | 23        |
| 1.4.1. Delimitación espacial.....                 | 23        |
| 1.4.2. Delimitación temporal.....                 | 23        |
| 1.4.3. Delimitación económica.....                | 23        |
| 1.5. Limitación de la investigación.....          | 23        |
| 1.6. Objetivo de investigación.....               | 24        |
| 1.6.1. Objetivo general.....                      | 24        |
| 1.6.2. Objetivos específicos.....                 | 24        |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....                          | <b>25</b> |
| 2. MARCO TEÓRICO.....                             | 25        |



|   |           |
|---|-----------|
| 2.1. Antecedentes .....                             | 25        |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales .....           | 25        |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales .....                | 29        |
| 2.1.3. Antecedentes locales .....                   | 33        |
| 2.2. Base teórica.....                              | 34        |
| 2.2.1. Historia Six Sigma .....                     | 34        |
| 2.2.2. Six sigma .....                              | 34        |
| 2.2.3. Filosofía de Calidad y Six Sigma.....        | 35        |
| 2.3. Marco conceptual.....                          | 36        |
| 2.3.1. Herramientas Six sigma .....                 | 36        |
| 2.3.2. Estrategia para Aplicar Six sigma .....      | 39        |
| 2.3.3. Gráfica Six Sigma .....                      | 41        |
| 2.3.4. Cálculo del Nivel Six Sigma .....            | 42        |
| 2.3.5. Ventaja de Utilizar Six Sigma.....           | 44        |
| 2.3.6. Productividad .....                          | 45        |
| 2.4. Definición de términos.....                    | 48        |
| 2.5. Hipótesis .....                                | 50        |
| 2.5.1. Hipótesis General .....                      | 50        |
| 2.5.2. Hipótesis Específica .....                   | 50        |
| 2.6. Variables .....                                | 50        |
| 2.6.1. Definición conceptual de la variable.....    | 50        |
| 2.6.2. Definición Operacional de las Variables..... | 50        |
| <b>CAPÍTULO III .....</b>                           | <b>55</b> |
| 3. METODOLOGÍA.....                                 | 55        |
| 3.1. Método de investigación.....                   | 55        |
| 3.2. Tipo de investigación.....                     | 55        |
| 3.3. Nivel de Investigación .....                   | 55        |
| 3.4. Diseño de la Investigación.....                | 55        |

|  |     |
|--|-----|
| 3.5. Población y Muestra .....                               | 56  |
| 3.5.1. Población.....  | 56  |
| 3.5.2. Muestra.....  | 56  |
| 3.6. Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos ..... | 56  |
| 3.7. Procesamiento de la Información.....                    | 57  |
| 3.8. Técnicas y Análisis de Datos .....                      | 57  |
| 3.8.1. Análisis Descriptivo .....                            | 57  |
| 3.8.2. Análisis inferencial.....                             | 57  |
| 3.9. Desarrollo de la propuesta .....                        | 57  |
| 3.9.1. Diagnóstico actual .....                              | 58  |
| 3.9.2. Propuesta de mejora .....                             | 78  |
| 3.9.3. Implementación de la mejora .....                     | 96  |
| 3.10. Aspectos éticos de la investigación .....              | 105 |
| <b>CAPÍTULO IV</b> .....                                     | 106 |
| 4. RESULTADOS .....  | 106 |
| 4.1. Análisis descriptivo.....                               | 106 |
| 4.2. Análisis inferencial .....                              | 110 |
| <b>CAPÍTULO V</b> .....                                      | 114 |
| 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....                             | 114 |
| CONCLUSIONES.....  | 116 |
| RECOMENDACIONES .....  | 117 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                             | 118 |
| ANEXOS.....  | 122 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1.1</i> Diagrama de Ishikawa. ....   | 19 |
| <i>Figura 1.2</i> Diagrama de Pareto. ....   | 21 |
| <i>Figura 2.3</i> Diagrama de flujo. ....  | 36 |
| <i>Figura 2.4</i> Diagrama Causa-Efecto. ....  | 37 |
| <i>Figura 2.5</i> Diagrama de Pareto. ....   | 37 |
| <i>Figura 2.6</i> Gráfica de control. ....   | 38 |
| <i>Figura 2.7</i> Diagrama de Dispersión. ....                                       | 38 |
| <i>Figura 2.8</i> Modelo de Regresión. ....  | 39 |
| <i>Figura 2.9</i> Representación gráfica de los niveles de la mejora Six-Sigma. .... | 42 |
| <i>Figura 3.10</i> Diagrama de Flujo del proceso de calzados Kadia's. ....           | 59 |
| <i>Figura 3.11</i> Diagrama Analítico de Procesos. ....                              | 60 |
| <i>Figura 3.12</i> Diagrama Analítico de Procesos. ....                              | 61 |
| <i>Figura 3.13</i> Plano de la planta. ....  | 62 |
| <i>Figura 3.14</i> Diagrama de Pareto de las fallas en el área de producción. ....   | 64 |
| <i>Figura 3.15</i> Diagrama de Ishikawa – problema crítico 1. ....                   | 72 |
| <i>Figura 3.16</i> Diagrama de Ishikawa – problema crítico 2. ....                   | 73 |
| <i>Figura 3.17</i> Diagrama de Ishikawa – problema crítico 3. ....                   | 73 |
| <i>Figura 3.18</i> Diagrama 5W1H – problema crítico 1. ....                          | 74 |
| <i>Figura 3.19</i> Diagrama 5W1H – problema crítico 2. ....                          | 74 |
| <i>Figura 3.20</i> Diagrama 5W1H – problema crítico 3. ....                          | 75 |
| <i>Figura 3.21</i> Nuevo plano de planta. ....                                       | 84 |
| <i>Figura 3.22</i> Configuración de datos en Pro Model. ....                         | 87 |
| <i>Figura 3.24</i> Ilustración del área de trabajo en Pro Model. ....                | 88 |
| <i>Figura 3.25</i> Configuración del tiempo real en Pro Model. ....                  | 89 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Figura 3.26</i> Capacidad de cada estación de trabajo en Pro Model. ....                   | 90  |
| <i>Figura 3.27</i> Tiempo real de trabajo en Pro Model. ....                                  | 90  |
| <i>Figura 3.28</i> T.C. obtenidos en Pro Model.....   | 91  |
| <i>Figura 3.29</i> Resultado Nro.01 obtenido en Pro Model con un tiempo de 40.4 horas.....    | 91  |
| <i>Figura 3.30</i> Resultado Nro.02 obtenido en Pro Model con un tiempo de 40.4 horas.....    | 92  |
| <i>Figura 3.31</i> Resultado Nro.03 obtenido en Pro Model con un tiempo de 40.4 horas.....    | 92  |
| <i>Figura 3.32</i> Resultado Nro.01 obtenido en Pro Model con un tiempo de 43.15 horas.....   | 93  |
| <i>Figura 3.33</i> Resultados Nro.02 obtenido en Pro Model con un tiempo de 43.15 horas. .... | 93  |
| <i>Figura 3.34</i> Resultados Nro.03 obtenido en Pro Model con un tiempo de 43.15 horas. .... | 94  |
| <i>Figura 3.35</i> DAP modificado.....  | 98  |
| <i>Figura 3.36</i> DAP modificado.....  | 99  |
| <i>Figura 3.37</i> Catálogo de productividad antes y después de la implementación. ....       | 104 |
| <i>Figura 3.38</i> Monitorización de la productividad.....                                    | 105 |
| <i>Figura 4.39</i> Gráfica del nivel Sigma.....   | 107 |
| <i>Figura 4.40</i> Gráfica del índice de productividad. ....                                  | 108 |
| <i>Figura 4.41</i> Gráfica del índice de eficiencia. ....                                     | 109 |
| <i>Figura 4.42</i> Gráfica del índice de eficacia. ....                                       | 110 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.1</b> Cuadro de prioridades.....   | 20 |
| <b>Tabla 2.2</b> Tabla de conversión del rendimiento de los procesos en sigma.....      | 44 |
| <b>Tabla 2.3</b> Operacionalización de Variable.....                                    | 54 |
| <b>Tabla 3.4</b> Técnicas e Instrumentos de investigación. ....                         | 57 |
| <b>Tabla 3.5</b> Cantidad de fallas en el área de producción .....                      | 63 |
| <b>Tabla 3.6</b> Cantidad de producción antes de la mejora.....                         | 65 |
| <b>Tabla 3.7</b> Lectura de proceso.....  | 67 |
| <b>Tabla 3.8</b> Lectura de proceso con LC.....   | 67 |
| <b>Tabla 3.9</b> Lectura de proceso con Tb.....   | 68 |
| <b>Tabla 3.10</b> Lectura de proceso con T.C.....                                       | 69 |
| <b>Tabla 3.11</b> Estudio de tiempos, ciclo breve.....                                  | 70 |
| <b>Tabla 3.12</b> Demoras del talento humano .....                                      | 71 |
| <b>Tabla 3.13</b> Demoras inexorables por semana .....                                  | 71 |
| <b>Tabla 3.14</b> Productividad antes de la mejora.....                                 | 76 |
| <b>Tabla 3.15</b> Números de defectos encontrados .....                                 | 77 |
| <b>Tabla 3.16</b> Documentación de procesos hoja n°01.....                              | 79 |
| <b>Tabla 3.17</b> Documentación de procesos hoja n°02.....                              | 81 |
| <b>Tabla 3.18</b> Tiempo n°01 que genera la operación de recepción de materiales.....   | 82 |
| <b>Tabla 3.19</b> Tiempo n°02 que genera la operación de recepción de materiales.....   | 82 |
| <b>Tabla 3.20</b> Tiempo n°01 que genera la operación de transporte de materiales ..... | 83 |
| <b>Tabla 3.21</b> Tiempo n°02 que genera la operación de transporte de materiales ..... | 85 |
| <b>Tabla 3.22</b> Tiempo de ciclo de cada estación de trabajo .....                     | 86 |
| <b>Tabla 3.22</b> Resumen de simulación en Pro Model .....                              | 94 |
| <b>Tabla 3.23</b> Tiempo de ciclo posterior a la mejora .....                           | 96 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 3.24</b> Pares producidos posterior a la mejora.....                | 100 |
| <b>Tabla 3.25</b> Porcentaje de tiempo desaprovechado.....                   | 100 |
| <b>Tabla 3.26</b> Resultado de la productividad posterior a la mejora .....  | 101 |
| <b>Tabla 3.27</b> Porcentaje de pares producidos posterior a la mejora ..... | 101 |
| <b>Tabla 3.28</b> Defectos por oportunidad de los calzados defectuosos ..... | 102 |
| <b>Tabla 3.29</b> Plan anual de capacitaciones .....                         | 103 |
| <b>Tabla 4.30</b> Comparación del nivel Six Sigma .....                      | 106 |
| <b>Tabla 4.31</b> Comparación del índice de productividad.....               | 107 |
| <b>Tabla 4.32</b> Comparación del índice de eficiencia.....                  | 108 |
| <b>Tabla 4.33</b> Comparación del índice de eficacia.....                    | 109 |
| <b>Tabla 4.34</b> Análisis comparativo de la hipótesis general .....         | 111 |
| <b>Tabla 4.35</b> Análisis comparativo de la hipótesis específica N°01.....  | 111 |
| <b>Tabla 4.36</b> Análisis comparativo de la hipótesis específica N°02.....  | 112 |

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación, responde el siguiente problema general: ¿Cómo la implementación de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo?, abordando como objetivo general: Implementar la metodología Six Sigma con la finalidad de incrementar la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo y teniendo como hipótesis a contrastar: “La implementación de la metodología Six Sigma incrementa la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo”.

El tipo de investigación al cual pertenece esta tesis es aplicada, el método es científico, el nivel explicativo y el diseño de investigación es experimental de tipo cuasi experimental. La población es finita, ya que se tiene como intervalo de tiempo para el análisis de datos la producción de calzados por un período de 8 meses, la técnica de muestreo es el no probabilístico, ya que la muestra tomada es por juicio subjetivo a conveniencia de lo que plantea la investigación.

La principal conclusión es que, al implementar el método Six Sigma en la empresa de calzados KADIA'S DEL CENTRO, se pudo incrementar la productividad durante el período de investigación, pasando de un 84.8 % a un 95.3 %, obteniendo así una mejora del 10.5 %.

**Palabras clave:** Six Sigma, productividad, estudio de tiempos, eficiencia, eficacia.

## ABSTRACT

This research project answers the following general problem: How will the implementation of the Six Sigma methodology increase productivity in the production area of the footwear producer company KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo? addressing as a general objective: Implement the Six Sigma methodology in order to increase productivity in the production area of the footwear producer company KADIA'S DEL CENTRO- Huancayo and having as a hypothesis to be contrasted: "The implementation of the Six Sigma methodology increases the productivity in the production area of the footwear production company KADIA'S DEL CENTRO - Huancayo ”.

The type of research to which this thesis belongs is applied, the method is scientific, the explanatory level and the research design is experimental of a quasi-experimental type. The population is finite, since the time interval for data analysis is the production of footwear for a period of eight months, the sampling technique is non-probabilistic, since the sample taken is by subjective judgment at the convenience of what the investigation raises.

The main conclusion is that, by implementing the Six Sigma method in the footwear company KADIA'S DEL CENTRO, productivity could be increased during the research period, going from 84.8% to 95.3%, thus obtaining an improvement of 10.5%.

**Keywords:** Six sigma, productivity, time study, efficiency, effectiveness.



## INTRODUCCIÓN

Con el transcurso de los años, la globalización ha generado cambios económicos significativos en todo el mundo y esto a su vez genera que cada día las grandes empresas manufactureras estén en constante cambio de estrategias para seguir compitiendo en el mercado global, como resultado del intercambio constante de bienes y servicios entre países, las empresas se ven obligadas a tratar de optimizar todas sus operaciones de producción y tratar de eliminar procesos defectuosos.

Ante todos estos problemas que se presentaron, en el año 1987 el ingeniero Bill Smith, trabajador de la empresa Motorola, presenta por primera vez una estrategia de negocios, más conocida como Six Sigma y que posteriormente sería mejorada y divulgada por General Electric, ya en los años 90, tras ver los resultados que generan dicha estrategia en aspectos como: la reducción de costos y mejora de utilidades, la metodología se popularizó aún más y promovió a que empresas como: Allied Signal, G.E., Polaroid, Sony, Lockheed, NASA, Dupont, Toshiba, etc., empiecen a desarrollar su implementación.

Entre los resultados que se obtuvo tras la implementación de la metodología Six Sigma fue, la mejora en la productividad, ya que Motorola, la primera empresa que la desarrolló, obtuvo una mejora en la productividad de un 12,3 % anual, dato que nos servirá como antecedente y respaldo para el planteamiento de nuestra investigación que se detalla más adelante. Se toma como unidad de análisis a la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO, empresa que se le diagnosticó mediante herramientas de observación, problemas en el área de producción y que se propone como una alternativa de solución la implementación de la metodología Six Sigma, para poder así, cumplir con el objetivo de la investigación, que es, incrementar su productividad.

La investigación presenta cinco capítulos, que se detallan a continuación:

**Capítulo I:** Capítulo en donde se realizó un estudio minucioso en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO, para poder mostrar la realidad problemática con respecto a la baja productividad y también se estableció: la formulación del problema general y los problemas específicos, la justificación, la delimitación del problema y los objetivos que pretende la investigación.

**Capítulo II:** Se expone el marco teórico, en donde se dio a conocer investigaciones de nivel internacional, nacional y local con resultados propicios referente a la implementación de la metodología Six Sigma en organizaciones de distintos rubros, así como también, se redacta las bases teóricas o científicas, el marco conceptual, la formulación de las hipótesis, la definición conceptual y definición operacional de las variables en estudio.

**Capítulo III:** Se define el método, tipo, nivel y diseño de investigación que se aplicó para el desarrollo de la presente tesis, así como también se delimitó mediante técnicas y herramientas de recolección de datos, la población y muestra con la que se trabajó durante la investigación. Este capítulo también abarca el desarrollo de la propuesta que se planteó para solucionar las deficiencias existentes en el área de producción y la documentación correspondiente para llevar a cabo la investigación.

**Capítulo IV:** En esta etapa de la investigación, se desarrolla la descripción estadística con los resultados obtenidos tras la implementación de la propuesta que se planteó, se muestra él antes y después de la mejora, se examina los resultados y se contrasta las hipótesis.

**Capítulo V:** Se da a conocer los resultados obtenidos y se comparan con las otras investigaciones que se presentaron como antecedentes.

Por último se presentan, las conclusiones, las recomendaciones, los instrumentos de recolección de datos, las referencias bibliográficas y finaliza con la presentación de los anexos de la investigación.

## **CAPÍTULO I**

### **1. Planteamiento del problema**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Hoy en día las grandes empresas de servicio y de manufactura a nivel mundial, optan por implementar metodologías enfocadas en el mejoramiento de calidad y gestión de procesos, esto, con el objetivo de poder mejorar eficazmente sus productos y evitar cualquier despilfarro de costos.

Para las empresas manufactureras, es de vital importancia llegar al punto óptimo de la calidad y para ello, estas empresas llegan a realizar investigaciones e implementar metodologías que les ayuden a: optimizar tiempos, manejar de una manera competente sus recursos humanos, reorganizar sus recursos materiales y eliminar todo tipo de defectos, así como también las demoras en los procesos, todo esto con el objetivo de poder llegar a fidelizar clientes y lograr su satisfacción.

Entre las organizaciones del rubro de calzados de la ciudad de Huancayo, está la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO, que abarca su mercado principalmente en la toda la región Junín y es reconocida por la calidad de sus productos, no obstante, es evidente que, debido a la crisis financiera por la que pasó la empresa y a la reducción de personal que se tuvo que someter, pasando de 20 trabajadores a solo 15, la producción de productos terminados de calzados se redujo aproximadamente un 40 %, ya que se tiene registro que la producción en años anteriores eran de 5 docenas de pares de calzado que se elaboraban diariamente y ahora es aproximadamente 3 docenas de pares y algo más, el cual no llega a abastecer las metas establecidas por la gerencia general y en ocasiones las órdenes de pedido.

A pesar de que esta empresa productora de calzados cuenta con las maquinarias sofisticadas y modernas, no logra incrementar la cantidad de sus productos finales, debido a estos inconvenientes se realizó una evaluación general a toda el área de producción y se llegó a resaltar problemas como; reprocesos constantes, falta de monitorización de actividades y mala gestión de procesos.

Mediante el método de las 6 M y la observación directa, se realizó un diagrama de Ishikawa para poder identificar las causas potenciales que estarían ocasionando estos problemas y principalmente la baja productividad.

En la figura 1.1, se muestra el diagrama de Ishikawa con las causas encontradas en el área de producción.

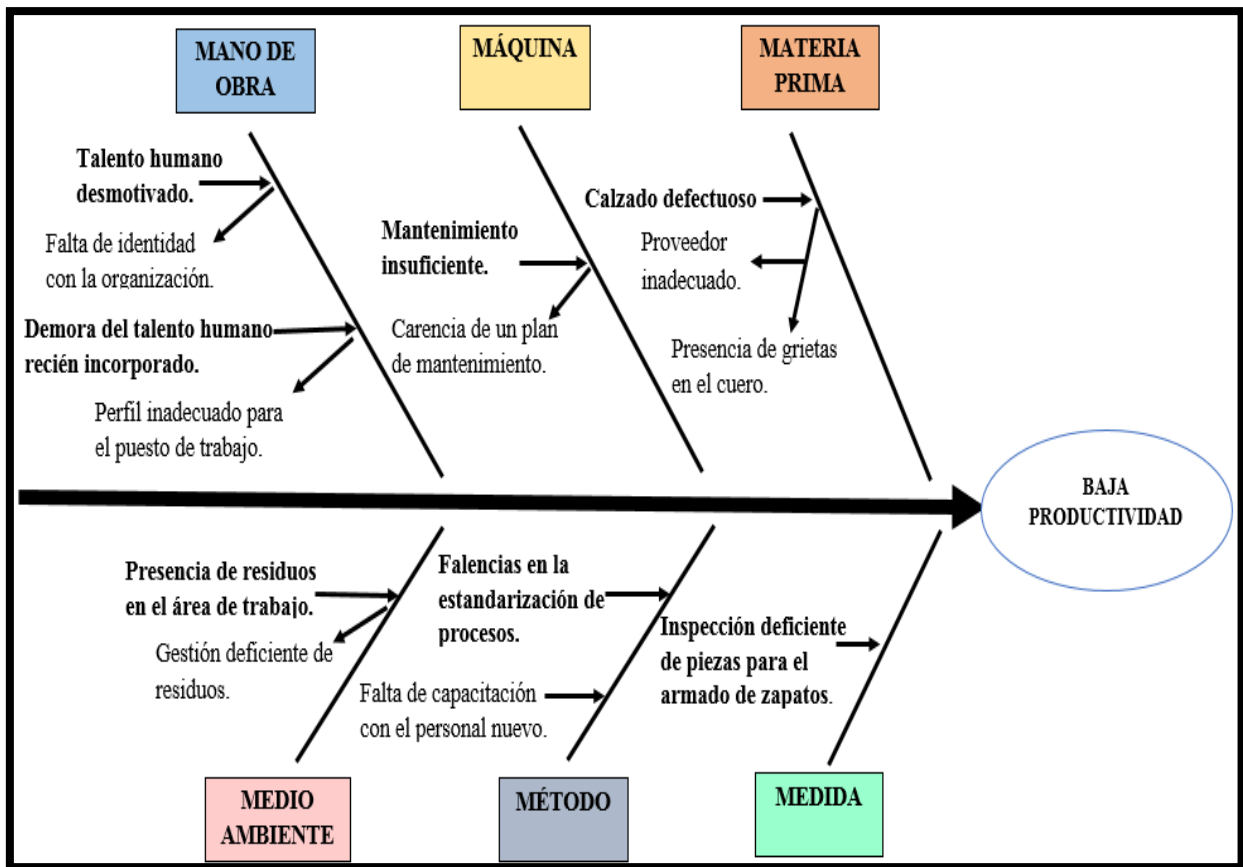


Figura 1.1 Diagrama de Ishikawa.

Una vez identificado las causas principales y secundarias, se procedió a elaborar un cuadro en donde se estudió las causas que están generando baja productividad y se les dio mayor prioridad situándoles puntuaciones.

En la tabla 1.1, se muestra el nivel de ponderación que se les otorgó a las causas principales, después de haber analizado el diagrama de Ishikawa.

**Tabla 1.1** Cuadro de prioridades

| Causas principales   | Ponderación | Porcentaje (%) | Acumulado (%) |
|--|-------------|----------------|---------------|
| (C1) Talento humano desmotivado                                | 2           | 11%            | 11%           |
| (C2) Demora del talento humano                                 | 4           | 21%            | 32%           |
| (C3) Mantenimiento Insuficiente                                | 2           | 11%            | 43%           |
| (C4) Calzados defectuosos                                      | 3           | 16%            | 58%           |
| (C5) Presencia de residuos en el área de trabajo               | 1           | 5%             | 63%           |
| (C6) Falencias en la estandarización de procesos               | 5           | 26%            | 89%           |
| (C7) Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 2           | 11%            | <b>100%</b>   |
| <b>Total</b>   | <b>19</b>   | <b>100%</b>    |               |

Donde:

|       |       |
|-------|-------|
| Baja  | 1 o 2 |
| Media | 3 o 4 |
| Alta  | 5     |

En el cuadro de prioridad que se realizó, se llegó a observar cuáles son las causas que afectan la baja productividad y para un mejor análisis se desarrolló un gráfico de Pareto, el cual nos ayudó a identificar estas fallas de gran precedencia que son muy comunes hoy en día en las empresas que se dedican a la fabricación de calzados.

En la figura 1.2, se muestra la representación gráfica de las causas que generan una productividad deficiente.

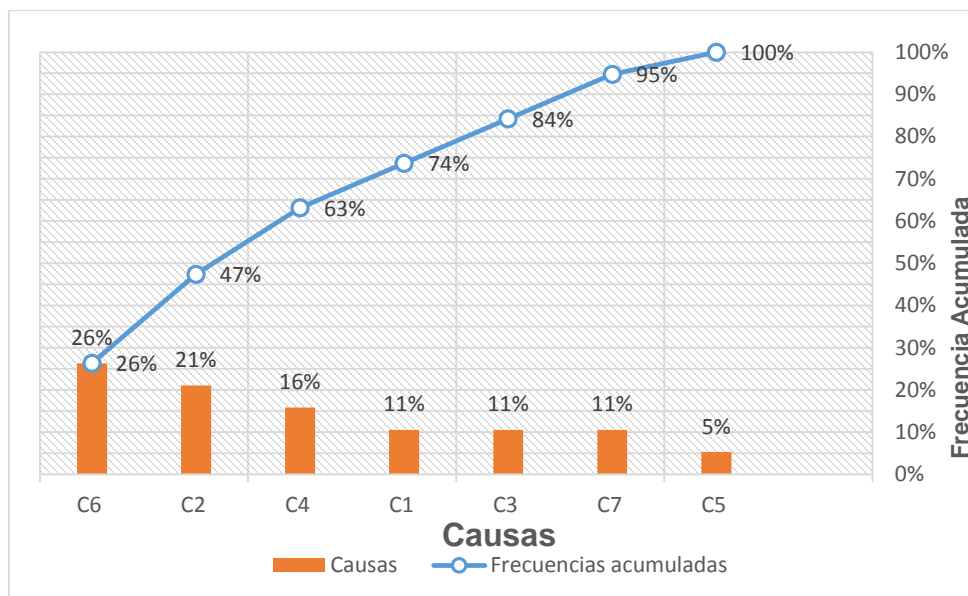


Figura 1.2 Diagrama de Pareto.

Como se puede observar en la gráfica de Pareto, la falta de estandarización en los procesos (C6), la demora del talento humano (C2) y la presencia de productos defectuosos (C4), son las que más repercuten para que exista deficiencia en la productividad y, por lo tanto, se optó por utilizar la metodología Six Sigma, método que nos garantiza su eficacia en estos tipos de problemas y que ha dado grandes resultados anteriormente en empresas como Motorola, Texas Instruments, General Electric, entre otros.

En este estudio se desarrolló todo tipo de herramientas que van de la mano junto con la metodología Six Sigma para lograr elevar el nivel de producción, ya que actualmente estos problemas que se detectaron en el área de producción persisten y si no se logra controlar, la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO, no podrá satisfacer a todos sus clientes y en consecuencia irá perdiendo cada vez su participación en el mercado local.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

¿Cómo la implementación de la metodología Six Sigma incrementa la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo?

### 1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida la implementación de la metodología Six Sigma influye en el crecimiento de la eficiencia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA´S DEL CENTRO – Huancayo?
- b) ¿En qué magnitud la implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficacia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA´S DEL CENTRO – Huancayo?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Justificación social**

Este proyecto de investigación enfocado en Six Sigma, servirá para ayudar a las pequeñas, medianas y grandes empresas de la región Junín y otros departamentos a utilizar este tipo de metodologías para poder así perfeccionar la gestión de sus procesos y lograr un nivel óptimo de productividad, que es el objetivo principal de toda empresa.

#### **1.3.2. Justificación teórica**

El proyecto de investigación es desarrollado para poder generar nuevos conocimientos y dar a conocer las ventajas que ofrece la metodología Six Sigma en temas de gestión de procesos y optimización de recursos en empresas manufactureras, los resultados serán simulados y sistematizados en una propuesta para que posteriormente sea incorporado como conocimiento en temas de gestión de procesos, ya que se estaría evidenciando que el uso de la metodología estudiada, mejora los tiempos en procesos defectuoso y por ende mejora la productividad.

#### **1.3.3. Justificación metodológica**

El propósito que tiene esta investigación es desarrollar y proponer alternativas de solución mediante metodologías de gestión procesos y herramientas que durante el periodo de investigación ayude a cumplir con los objetivos del proyecto de investigación, se acudió a utilizar herramientas de mensuración, enfocadas en problemas de medición de procesos para detectar las causas principales que generan el problema de la investigación, dichas herramientas ayudan también al desarrollo eficaz de las variables de investigación y de la metodología Six Sigma, el cual gracias a los antecedentes que tiene dicha metodología nos garantiza su eficacia

en estos tipos de problemas y son fáciles de manipular y analizar en investigaciones de tipo aplicada, ya que se puede cuantificar los defectos y proponer soluciones de manera inmediata.

#### **1.4. Delimitación del problema**

##### **1.4.1. Delimitación espacial**

El presente proyecto de investigación, se realizó en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO, ubicado en la avenida Coronel Parra 707, distrito de Pilcomayo, provincia de Huancayo, región de Junín.

##### **1.4.2. Delimitación temporal**

La recopilación de datos y la obtención de la documentación correspondiente, fue facilitada por la Gerencia General de la empresa, juntamente con la colaboración de los operarios activos, durante un período de 8 meses, entre el año 2020 y el 2021.

##### **1.4.3. Delimitación económica**

Se realizó un presupuesto mínimo para la implementación de metodología Six Sigma, ya que es una estrategia que utiliza los mismos recursos de la empresa para optimizar procesos y los convierte en ingresos.

El presente proyecto de investigación fue financiado por el tesista, ya que no se incurrió en gastos exorbitantes, así como también por el gerente en la compra de algunos materiales básicos para la implementación.

#### **1.5. Limitaciones**

La limitación que presentó el presente proyecto de investigación fue, el acceso al área de producción para la toma de datos, esto debido a la emergencia de salubridad de la COVID-19 que se tuvo que postergar algunas actividades y reprogramar días laborables, haciendo dificultoso la recolección de datos.

#### **1.6. Objetivo de investigación**

##### **1.6.1. Objetivo general**

Implementar la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.



### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Indicar en qué medida la implementación de la metodología Six Sigma influye en el crecimiento de la eficiencia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.
- b) Determinar en qué magnitud la implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficacia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.

## **CAPÍTULO II**

### **2. Marco teórico**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

(JUAREZ, 2018), realizó la investigación: “Implementación de la metodología DMAIC para la mejora de un proceso productivo en una empresa de ramo logístico”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis del proceso productivo en empresas de servicio logístico.

El presente trabajo de investigación describe la implementación de un proyecto de mejora en el que se utilizó el método DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) para solucionar problemas de productividad en una empresa de servicio logístico. Herramientas como; lluvia de ideas, diagrama de causa-efecto y grupos nominales fueron aplicados en la fase de análisis del método DMAIC, para identificar la causa del problema, los cuales fueron: insuficiencia personal realizando el proceso, excesivo transporte de productos al almacén y exceso de entrega a la línea de producción.

Después de implementar las propuestas, se lograron los siguientes resultados en interés de la empresa:

- La productividad de los procesos aumentó un 63.89 %. La producción aumentó de 26,174.38 piezas/mes (usando 2 líneas de trabajo) a 42,896.43 piezas/mes (usando 9 estaciones de trabajo independientes).

- Se redujo el tiempo de ciclo del proceso en un 38.97 %. El tiempo de ciclo disminuyó de 24.2 segundos/pieza (usando 2 líneas de trabajo) a 14.77 segundos/pieza (utilizando 9 estaciones de trabajo separadas).

Finalmente, se concluyó que la implementación del método DMAIC incrementó la productividad de los contratos comerciales en más de un 20%, atendiendo nuevos niveles de demanda de los clientes y generando ingresos adicionales para la empresa. Así, se comprobó la validez de las hipótesis planteadas en este proyecto de investigación.

(GÓMEZ, 2018), realizó la investigación: “Propuesta de un diseño de producción utilizando la metodología Six Sigma en la empresa plástica GOREPLAST S.A.”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis del proceso productivo en empresas de producción de plástico.

Este proyecto propone mejorar el proceso productivo de la empresa de plásticos GOREPLAST S.A., en el área de corte y troquelado con el objetivo de optimizar la productividad en la elaboración de bolsas para el racimo de banano. Para diagnosticar la situación problemática que afecta a esta parte de la empresa, se realizó un estudio presencial mediante un mapeo de procesos, herramientas analíticas y de diagnóstico, como diagramas de Pareto y análisis F.O.D.A., identificándose los bajos volúmenes de producción que afectan a la empresa. Derivado de un "diseño de planta ineficiente" que da como resultado pérdidas financieras significativas. El objetivo es reducir los cuellos de botella en un 63,22 %. Con esta propuesta simulada se reduce el tiempo improductivo que afecta al área de producción, especialmente al área de perforación o troquelado, y se aumenta la productividad en un 18,65 %.

En conclusión, al desarrollar el método Six Sigma se lograron mejores resultados en comparación a años anteriores, satisfecho con los resultados esperados, la empresa planea mantener y mejorar continuamente la productividad de la empresa, se tiene como objetivo la compra de máquinas y equipos modernos para garantizar la producción de nuevos productos plásticos de máxima calidad y así diferenciarnos de nuestros competidores.

(NARVAEZ, 2018), realizó la investigación: “Aplicación de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en Lean Six Sigma a la empresa D’MAX SPORT S.A.S. fabricante de calzado”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali - Colombia. Pasantía de investigación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis del incremento productivo en empresas del rubro de calzados.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal aplicar un modelo de mejora para incrementar la productividad basándose en herramientas Lean Six Sigma para una empresa fabricante de calzado masculino. Mediante la aplicación de conceptos lean, herramientas y practicas Six Sigma adaptadas a las necesidades y realidad de la empresa D’MAX SPORT, se evidenció que la eficiencia de los procesos en el área de producción es del 46 %, lo que significa que todas las actividades que se realizaron para generar productos, no generan valor y por lo tanto genera baja productividad. Se sabe que actualmente la empresa produce 90 unidades por turno lo cual equivale a un tiempo de ciclo de 5,5 minutos por unidad y que en su estado futuro con dicha metodología DMAIC implementada se simuló que la empresa producirá 103 unidades por turno lo que equivale tener un tiempo de ciclo de 4.08 minutos por unidad, logrando aumentar la productividad aproximadamente un 15 % en cada uno de los turnos.

Finalmente, se concluye que, el proceso debe de estar supervisado por un ingeniero industrial, el cual será encargado de medir, verificar, supervisar y controlar los procesos de la propuesta de mejora. Logrando así establecer un aumento en la productividad diaria del proceso, además del flujo de materiales entre las áreas y mejorando las condiciones de trabajo para los operarios.

(VASQUEZ, 2019), realizó la investigación: “Propuesta de mejora en el proceso de gestión del área de servicio al cliente y gestión de cobro de refinancia Colombia utilizando la metodología lean Six Sigma”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Trabajo de grado para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis de la mejora de procesos y disminución de desperdicios en empresas de servicios.

El presente trabajo de investigación utiliza técnicas de la metodología Lean Six Sigma para mejorar los procesos y reducir desperdicios en la ejecución de las operaciones. La línea de procesos que ofrece la empresa Refinancia S.A.S actualmente tiene excesos de tiempos en las operaciones de gestión y demoras en las respuestas a los clientes, lo que significa que se está realizando las operaciones de manera ineficiente y que puede evitarse a través del pensamiento Lean.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad recopilar información sobre los procesos de call center con el fin de aplicar el método Lean Six Sigma y reducir las ineficiencias en los procesos de atención al cliente y gestión empresarial. A medida que se va desarrollando la propuesta, se detalla las nuevas implementaciones que se realizaron, tales como; la implementación de la nueva aplicación business manager, la implementación del simulador de negocios y la implementación del módulo de notificaciones, los cuales redujeron en un 30% el tiempo de conversación con el cliente potencial, lo que incrementó su productividad y logró una reducción en el tiempo de proceso. La gestión de cobro en un 80% y en algunos casos hasta en un 90%, lo cual significa que se logró obtener una capacidad de generar respuestas online inmediatas según el nivel de demanda.

Finalmente, se concluyó que, las ineficiencias identificadas en cada propuesta de mejora se redujeron optimizando primero la falta de flexibilidad en el proceso, permitiendo mayor atribución a los consultores de negocio, midiendo claramente el nivel de liderazgo de cada persona. Por esta razón, entre otras, es necesario monitorear las métricas y también implementar tableros para monitorear estas iniciativas de mejora y continuar midiendo su efectividad.

(ZAMBRANO, 2019), realizó la investigación: “Propuesta de mejora de la productividad en la línea de mangas de polietileno tratadas en la empresa PLASCA S.A.”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis de la mejora del proceso productivo en empresas de textiles.

El objetivo general de este trabajo es mejorar la productividad en la elaboración de bolsas para el racimo de banana de baja densidad en PLASCA S.A., para lo cual se realizó un estudio de campo mediante diagramas de proceso, además de que se utilizaron diversas herramientas tales

como; el diagrama de causa-efecto, diagrama de Pareto y el método Six Sigma, el cual pudo detectar la disminución en la producción de mangas de polietileno procesadas, con un porcentaje de más del 8 % de pérdida de producción diaria ocasionando así; costo de reproceso, retraso en la entrega del producto y pérdidas económicas significativas, este estudio propone reducir el 80 % de las unidades dañadas aplicando tecnologías automáticas e hidráulicas a los equipos extrusores y ranuradores utilizados en esta línea y así mejorar la productividad.

La propuesta de uso de nuevas tecnologías será implementada por un ingeniero mecánico que optimizara las máquinas mecánicas existentes en la empresa con nuevas tecnologías en el área de producción para la elaboración de las fundas de plástico para el racimo de banana. Luego de la implementación de la nueva propuesta tecnológica, PLASCA S.A. En el primer semestre de 2019 se registró una producción promedio real de 47,05 kg/h con una capacidad nominal de 50 kg/h, dando como resultado una eficiencia del 94,10 % y una mejora en la productividad del 13 % con un costo de \$3.08 promedio por kilogramo.

Finalmente, se concluye que, las herramientas utilizadas en este estudio ayudaron a incrementar la productividad y eficiencia de los equipos. Ahora bien, para mantener esta nueva filosofía de trabajo, los trabajadores serán capacitados en el uso de las nuevas tecnologías y deben estar comprometidos con la mejora futura de la compañía.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

(HUARCAYA, 2017), realizó la investigación: “Aplicación del Six Sigma para incrementar la productividad en el almacén de economato en la empresa de transporte cruz del sur S.A.C.”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad Cesar Vallejo del Perú. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis de la mejora del proceso productivo en empresas de transporte.

La presente investigación de tesis denominada, “Aplicación de Six Sigma para incrementar la productividad en la empresa de transporte Cruz del Sur S.A.C.”, ubicado en el distrito de Ates, es demostrar que la aplicación de Six Sigma ha incrementado la productividad. El objetivo general de este enfoque es lograr un rendimiento impecable, cero defectos, comprender todo lo que conduce a la satisfacción del cliente sin generar malestar y ayudar a mejorar la gestión del inventario de manera eficiente y organizada. Tras implementar la

metodología Lean Six Sigma, en la empresa de transporte Cruz del Sur, se logró resultados positivos, reduciendo los tiempos de entrega en un 23 % y mejorando el proceso de descontaminación, lo que se tradujo en un aumento del 58 % en los niveles de servicio.

Finalmente, se concluyó que, el método Lean Six Sigma ayudó a reducir los costos de inventario, entre otras cosas, creó una nueva cultura de gestión de inventario y por ende la productividad mejoro.

(MATZUNAGA, 2017), realizó la investigación: “Implementación de un sistema de mejora de calidad y productividad en la línea de fileteado y envasado de pescados en conserva basado en las herramientas de la metodología Six Sigma”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad Ricardo Palma, Lima- Perú. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis de la mejora del proceso productivo y de calidad en empresas de envasados de conserva de pescado.

La presente tesis tiene como objetivo dar solución a los problemas de calidad y productividad de los subprocesos de corte y envasado en el proceso de elaboración de conservas de pescado de la empresa.

Aplicando la metodología DMAIC y las herramientas Six Sigma en cada paso del método; se logró mejorar los cortes de los filetes, eliminando así los defectos existentes, también se redujo el nivel de DPMO en un 63,19 % y se aumentó la productividad en un 8,37 %; finalmente se logró estandarizar el proceso de empaque y se redujo su variabilidad (gramos por lata) para aumentar la capacidad del proceso de empaque logrando un nivel de Cpk de 0.65 y una Z de 2.

Finalmente, se concluyó que, el método Six Sigma, utilizando sus herramientas, puede reducir los defectos en los procesos afectados por causas atribuibles y, por lo tanto, resulto eficiente su aplicación en la compañía presente.

(PLASENCIA, 2017), realizó la investigación: “Aplicación Lean Six Sigma para mejorar la productividad del proceso de emisión de pólizas de la empresa Athena Corredores de Seguros”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad Cesar Vallejo de Lima - Perú. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una

metodología apropiada para el análisis de la mejora del proceso productivo y de calidad en empresas de seguros.

La presente tesis tiene como objetivo general, proponer la aplicación de la metodología Six Sigma en la empresa Athena Corredores de Seguros en el año 2017 para mejorar la productividad en el proceso de emisión de pólizas. La metodología de investigación fue aplicada.

La presente investigación de tesis, realiza una toma de datos por un periodo de 16 semanas, enero-febrero, obteniendo así el tamaño de la muestra y mayo-septiembre, después de implementar las mejoras, utilizando el método Six Sigma y sus herramientas respectivas, se lograron excelentes resultados. Teniendo en cuenta que antes de realizar el estudio la eficiencia era de 83.724 % y la eficacia era de 76.448 %, correspondiendo a una productividad de 64.1058 %. Estos datos obtenidos indican, que la empresa debe aplicar la metodología Lean Six Sigma para la mejora continua. Luego de realizar la aplicación de la metodología, se compilaron los datos y mostraron excelentes resultados, la productividad aumentó en un 20,3162 %, lo que significa que la eficiencia aumentó en un 94,531 % y la eficacia aumentó en un 89,278 %. Gracias a la aplicación del método Lean Six Sigma, la empresa ha experimentado importantes mejoras.

Con base en el análisis y las pruebas, se concluyó que la implementación del método Six Sigma en el proceso de emisión es importante para aumentar la productividad. Se concluyó que esto tuvo un impacto positivo en la mejora del proceso de emisión de pólizas y se optimizó la jornada laboral. Todo apunta que es un proyecto de alto impacto, porque es un pilar importante para toda organización, un buen proceso productivo bajo un esfuerzo económico mínimo, porque solo se implementó una mejora de procesos.

(NUÑEZ, 2017), realizó la investigación: “Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad Cesar Vallejo del Perú. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis de la mejora del proceso productivo y de calidad en empresas de venta de vehículos.



La presente investigación de tesis “Aplicación del Six Sigma para mejorar la productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú, Callao 2018” se ha realizado con el propósito de demostrar que la aplicación de Six Sigma, a través de la metodología DMAIC, ha optimizado la gestión de inventarios y por ende se incrementó la productividad en el área de almacenes de la empresa Moriwoki Racing Perú.

El objetivo general de este estudio es incrementar la productividad en el área de almacén, la cual será medida por el nivel de servicio como eficacia, utilizando los recursos propios de la empresa, es decir, la capacidad de usar nuestros almacenes y rotar el inventario, lo que da como resultado una mayor productividad. Durante el desarrollo de la propuesta se ha aplicado la metodología DMAIC que incluye, definir la realidad problemática, medir los niveles de inventario, analizar la calidad de los mismos, analizar los problemas y corregir los procesos involucrados en las áreas de inventario. Se pretende al finalizar el proyecto, mejorar y estandarizar los procesos, así como también, controlar las mejoras a través del control de inventarios y revisiones continuas.

De los resultados obtenidos se concluyó que la aplicación de Six Sigma incrementó la productividad del 32 % al 57 %; además, se optimizó la eficacia del 46 % al 81 %, lo que se tradujo en una mayor rotación del inventario (en este sentido, se cubren mayores cantidades según las necesidades); finalmente, se mejora la eficiencia a medida que se reduce y elimina el inventario obsoleto y de rotación cero, aumentando la eficiencia del 67 % al 77 % en comparación con la prueba previa y posterior. El tipo de investigación es explicativa, aplicada pre-experimental, de alcance temporal y de enfoque cuantitativo.

(PEREDA, 2018), realizó la investigación: “La aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de soldadura de la empresa M.Q. Metalúrgica SAC.”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad Cesar Vallejo de Lima – Perú. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis de la mejora del proceso productivo y de calidad en empresas de Metal Mecánica.

La presente Tesis tiene como objetivo general, determinar como la implementación de la metodología Six Sigma mejora la productividad en el área de soldadura de la empresa M.Q.

Metalúrgica S.A.C., Lima 2018, frente a esto se propone soluciones que permitan lograr la mejora en el área de soldadura.

El proyecto presenta un diseño de investigación experimental de tipo cuasi experimental, el cual, realiza una recopilación de datos por un periodo de 15 días, siendo esta misma la población con la que se trabaja durante el desarrollo de este proyecto, el área donde se realiza el estudio, es el de soldadura, en donde, para obtener mejoras, se debe aplicar conocimientos tanto teóricos como prácticos.

En cuanto a los resultados obtenidos luego de la implementación del método Six Sigma en la empresa metalúrgica, la productividad del área de soldadura aumentó a un 83 %. Al mismo tiempo también se logró un aumento del nivel sigma en el área de soldadura, debido a que antes el nivel sigma era 1.1 y con la mejora en los procesos ha aumentado en 2.3, cabe señalar que el aumento se debe también a la eliminación de productos dañados.

Finalmente, se concluyó que, comparando los resultados del antes y él después de la implementación de la metodología Six Sigma y su herramienta DMAIC, los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios, logrando así cumplir con los objetivos que se pretendió en esta investigación.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

(AGUILAR, 2018), realizó la investigación: “Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa procesadora de maca”, en el Departamento de Pre Grado de la Universidad Peruana los Andes de Huancayo – Perú. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. El estudio presenta una metodología apropiada para el análisis de la mejora del proceso productivo y de calidad en empresas envasadoras.

El presente proyecto de investigación, realiza un estudio enfocado en el área de producción de la empresa APROMAC VM y que mediante herramientas de calidad como; la espina de Ishikawa, el diagrama de Pareto y el Project Charter, se logra identificar las causas que generan una productividad deficiente. El tesista como parte del desarrollo de la implementación de la metodología Six Sigma y tras realizar una simulación de procesos con el software Pro-Model, procede a realizar una nueva distribución de planta, automatiza máquinas y crea programas constantes de capacitaciones para todo el personal.

El proyecto de investigación es desarrollado en un periodo de 5 meses, en donde realiza un pre test y post test, como unidad de análisis o muestra se toma a las bolsas de maca que produce la empresa APROMAC VM, el método de investigación que utiliza el tesista para este proyecto es el científico, el tipo de investigación es aplicada, como nivel de investigación utiliza el explicativo y al ser una investigación cuantitativa se emplea el diseño de investigación experimental de tipo cuasi experimental.

Aguilar Silva concluye que, con la aplicación de la metodología Six Sigma en el área de producción de la empresa APROMAC VM se incrementó la productividad de un 88.45 % a un 95.59 %, incrementando en un 7.14 %.

## **2.2. Base teórica**

### **2.2.1. Historia Six Sigma**

Según (TERRES, 2007), “Six Sigma apareció en la industria en 1979 para mejorar la calidad del proceso de fabricación y lograr una tasa de solo 3,4 defectos por millón de unidades producidas (DMUP)”, (pág. 28).

Para Morris y Field (2008), Mencionó que después de implementar la filosofía Lean Six Sigma en su organización y que tras el éxito de las empresas en las décadas de 1980 y 1990, se hizo popular y empresas de todo el mundo comenzaron a implementarla.

Para Harry y Schroeder (2000), como se citó en (DURO, y otros, 2016), menciona que:

La metodología Six Sigma, iniciada por Motorola en 1987, es un proceso empresarial que permite a las empresas aumentar significativamente los ahorros mediante la planificación y el seguimiento de las operaciones para reducir el desperdicio y los recursos al mismo tiempo que aumenta la productividad. (pág. 170).

Para (DURO, y otros, 2016), considera que “General Electric ha sido una de las empresas más exitosas en implementar esta herramienta de calidad, con ingresos estimados de \$10 mil millones en los primeros cinco años de su implementación” (pág. 171).

### **2.2.2. Six sigma**

Según los especialistas e ingenieros (BLASCO, y otros, 2015) definen Six Sigma como:

Un enfoque limpio para la gestión de la calidad diseñado específicamente para los procesos de producción y fabricación. Sin embargo, a lo largo de las décadas, cada vez más empresas están descubriendo los beneficios de Six Sigma, describiéndolo como una metodología diseñada para optimizar procesos para operaciones comerciales eficientes y ganancias significativas (pág. 202).

Según (CANIVE, y otros, 2020), “Six Sigma es una metodología que tiene como objetivo mejorar los procesos con el propósito de aumentar su rentabilidad y productividad. Está diseñado para optimizar los procesos relacionados con el trabajo humano”.

Para (BARBIERO, y otros, 2005), definen Six Sigma como:

Una metodología de mejora rigurosa que incluye un enfoque sistemático para la reducción de errores basado en el uso de una amplia gama de herramientas estadísticas para identificar y analizar problemas potenciales que afectan a varios procesos de la organización. En general, el método permite medir el desempeño de los procesos, implementar métodos de mejora y promover la transformación de las organizaciones empresariales.

Las actividades que propone la metodología Seis Sigma, están destinadas a:

- Disminuir la variabilidad de los procesos, logrando menos de 4 defectos por millón de oportunidades.
- Reducir el tiempo de los ciclos de cada proceso, desde un 30 a un 50 % por año.
- Reducir los costos para impactar sobre la rentabilidad de la empresa.

Algunos autores como (CANIVE, y otros, 2020), comparan y definen el Lean Manufacturing y Lean Six Sigma como metodologías diferentes y lo aluden a continuación:

La metodología Lean Manufacturing, se enfoca más en optimizar procesos relacionados con productos, cantidad de productos, calidad, equipos y otros elementos que afectan la mejora continua de la producción del producto en sí. Lean Six Sigma se centra en las personas y los flujos de trabajo que crean, como; reuniones, documentos, especificaciones, tiempos de entrega, etc.

### **2.2.3. Filosofía de Calidad y Six Sigma**

“La filosofía Six Sigma reconoce que existe una correlación directa entre la cantidad de defectos, los costos desperdiciados y la satisfacción del cliente. Six Sigma es una medida estadística que detalla la capacidad de un proceso para operar sin defectos” (ARIAS, y otros, 2008, pág. 266).

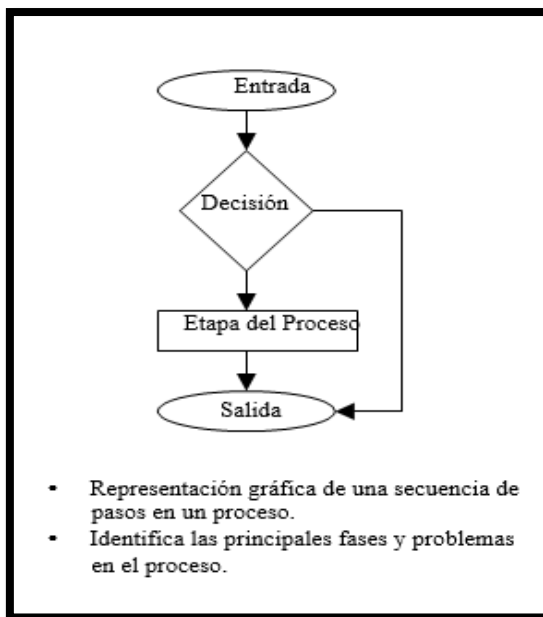
## 2.3. Marco conceptual

### 2.3.1. Herramientas Six sigma

Según el Ingeniero del Instituto de Ingeniería UABC (LÓPEZ, 2010, pág. 4) categoriza las herramientas principales de la metodología Six Sigma y lo describe a continuación:

El método Six Sigma utiliza herramientas estadísticas para mejorar la calidad. Estas herramientas se utilizan para conocer los problemas en el área de producción y para conocer la causa de los defectos. Las principales herramientas utilizadas en Six Sigma son:

- a) **Diagrama de Flujo de Procesos;** ayuda a comprender las fases del proceso a través de una serie de pasos.



*Figura 2.3* Diagrama de flujo. Tomado de « Metodología Six-Sigma: Calidad Industrial», por López. 2010, pág. 5.

- b) **Diagrama de Causa-Efecto**; se utiliza como una herramienta de lluvia de ideas para descubrir las causas y los efectos de los problemas del proceso.

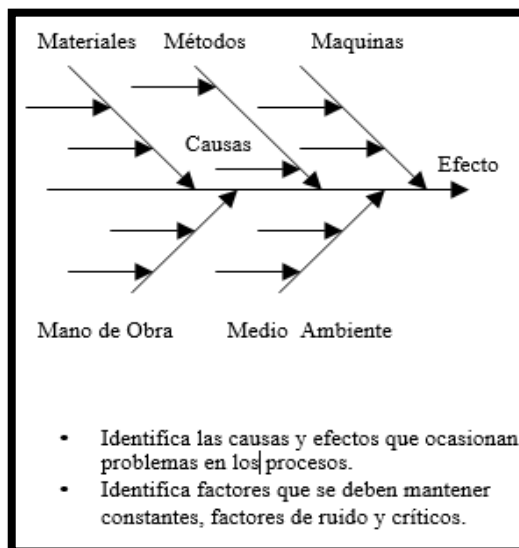


Figura 2.4 Diagrama Causa-Efecto. Tomado de « Metodología Six-Sigma: Calidad Industrial», por López. 2010, pág. 5.

- c) **Diagrama de Pareto**; Se utiliza para identificar las causas fundamentales de los problemas en un proceso de mayor a menor para reducirlos o eliminarlos uno por uno.

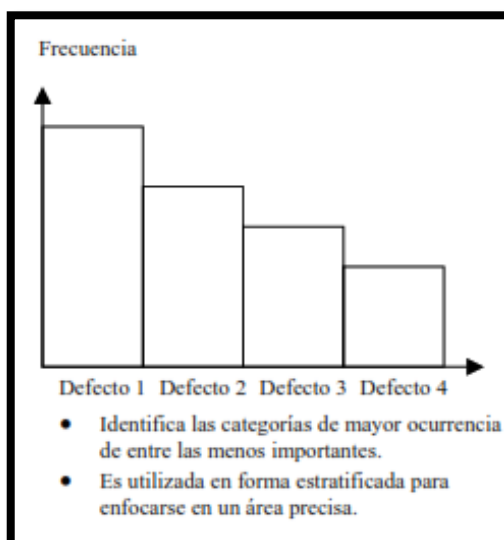


Figura 2.5 Diagrama de Pareto. Tomado de « Metodología Six-Sigma: Calidad Industrial», por López. 2010, pág. 6.

- d) **Gráfica de control**; se aplica para mantener el proceso de acuerdo a un valor medio y los límites superior e inferior.

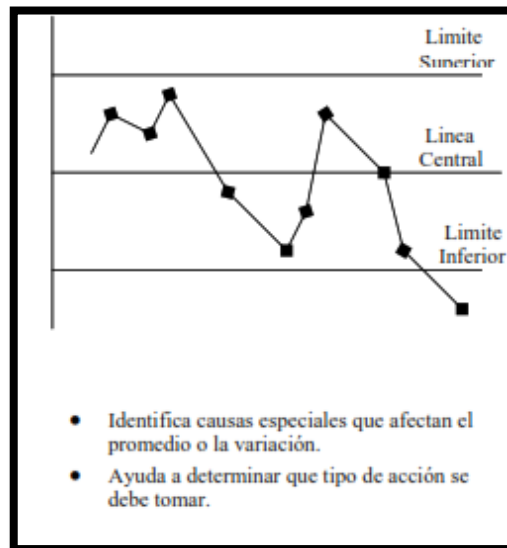


Figura 2.6 Gráfica de control. Tomado de « Metodología Six-Sigma: Calidad Industrial», por López. 2010, pág. 6.

- e) **Diagrama de Dispersión**; con el cual se pueden relacionar dos variables y obtener un estimado usual del coeficiente de correlación.

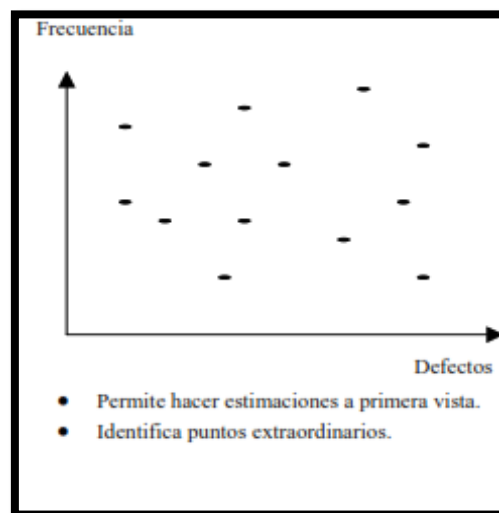


Figura 2.7 Diagrama de Dispersión. Tomado de « Metodología Six-Sigma: Calidad Industrial», por López. 2010, pág. 7.

- f) **Modelo de Regresión**; es utilizado para generar un modelo de relación entre una respuesta y una variable de entrada.

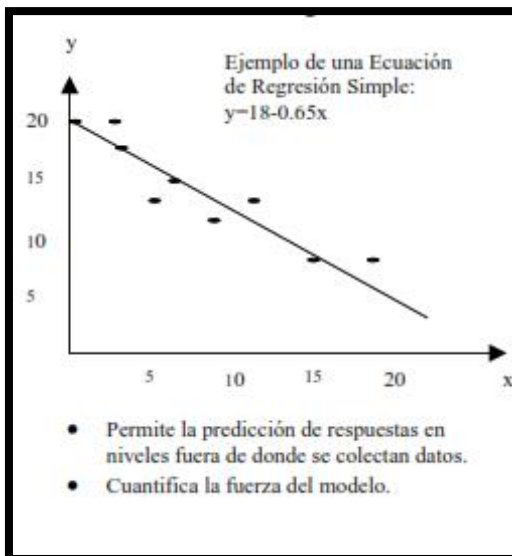


Figura 2.8 Modelo de Regresión. Tomado de « Metodología Six-Sigma: Calidad Industrial», por López. 2010, pág. 7.

### 2.3.2. Estrategia para Aplicar Six sigma

Según (ARIAS, y otros, 2008, págs. 266-267), Six Sigma toma varios pasos para mejorar un proceso exitoso y recomienda desarrollarlo en 5 fases:

#### Fase 1: Definir

Esta fase, también llamada desarrollo de concepto, se trata de entender cada proceso, actividad, personas que trabajan en él, en definitiva, conocer el proceso a seguir. Las preguntas que se hacen son:

- ¿Qué procesos existen en su área?
- ¿De qué actividades (procesos) es responsable?
- ¿Quién o quiénes son los dueños de estos procesos?
- ¿Qué personas interactúan en el proceso, directa e indirectamente?
- ¿Actualmente tiene información sobre el proceso?
- ¿Qué tipo de información tiene?
- ¿Qué procesos son los que más necesitan mejorar?
- ¿Cómo lo definió o llegó a esa conclusión?



Lo más importante es tratar de cumplir con los requisitos del cliente en todo el proceso de diseño, así como en el diseño del sistema de producción. Puede desarrollarse a través de etapas.

### **Fase 2: Medir**

En esta etapa, se seleccionan una o más características clave, se analiza el proceso, se toman las acciones necesarias, se documentan los resultados, se evalúan los sistemas de medición y se evalúa la capacidad del proceso a corto plazo. Se sugieren las siguientes preguntas:

- ¿Sabe quiénes son sus clientes?
- ¿Entiende las necesidades de sus clientes?
- ¿Cuáles son los pasos del proceso y cómo se relacionan con las necesidades del cliente?
- ¿Qué parámetros de medición utiliza?
- ¿Qué tan exacto o preciso es su sistema de medición?

En otras palabras, se debe llevar un control estadístico de procesos con los siguientes pasos:

1. El diseño de tolerancia
2. Análisis del modo de fallas en el diseño y los efectos
3. Predicción de la confiabilidad

### **Fase 3: Analizar**

En esta fase se analizan, investigan y diagnostican los problemas a partir de la información obtenida en la fase de medición. Se Identifica factores que permiten mejoras significativas y un mejor rendimiento del proceso. En algunos casos, es necesario modificar procesos o productos.

Sugerimos estas preguntas:

- ¿Cuáles son las especificaciones del cliente para sus parámetros de medición?
- ¿Cómo se comporta el proceso actual frente a estos parámetros?

- ¿Cuáles son las posibles fuentes de variación del proceso?
- ¿Cuáles de esas fuentes de variación controla y cuáles no?
- De las fuentes de variación que controla ¿Cómo los controla y cuál es su enfoque para documentarlos?
- ¿Monitorea las fuentes de variación que no controla?

#### **Fase 4: Mejorar**

Todas las estrategias de mejora se ponen en práctica en esta etapa. Se definen los factores que deben controlarse para medir el impacto en las características clave y se planifica la mejor manera de implementar mejoras para lograr un rendimiento óptimo del proceso. Las preguntas a responder son:

- ¿Las fuentes de variación dependen de un proveedor?
- ¿Cuáles son?
- ¿Quién es el proveedor y qué está haciendo para monitorearlas y/o controlarlas?
- ¿Cuál es la relación entre los parámetros medidos y las variables clave?
- ¿Interactúan las variables críticas?
- ¿Qué variables deben ajustarse para optimizar el proceso?

#### **Fase 5: Controlar**

En esta fase se documentan los resultados alcanzados y se desarrolla herramientas para el seguimiento del proceso una vez alcanzados los objetivos de mejora. Las siguientes preguntas guía pueden ser útiles.

- ¿Qué tan exacto es su sistema de medición?
- ¿Qué tanto se ha mejorado el proceso después de los cambios?
- ¿Cómo hace que los cambios se mantengan?
- ¿Cómo monitorea los procesos?
- ¿Cuánto tiempo o dinero ha ahorrado con los cambios?
- ¿Cómo lo está documentando?

### **2.3.3. Grafica Six Sigma**

Algunos autores como (LÓPEZ, 2010, pág. 9) interpretan el manejo de la gráfica Six Sigma como:

Se utiliza un gráfico Six Sigma para mostrar la tasa de error obtenida y la media obtenida durante el proceso de variación. En la gráfica se muestra que el proceso de variación está situado en el lugar de la media, siendo el lugar donde el proceso estará cambiando en pequeña escala. El objetivo del  $6\sigma$  es minimizar el error (3.4 ppm), esto es, casi cero defectos. La media muestra el punto central del proceso de variación, donde la variación cero indica que no hay cambios en el proceso.

Se analiza la representación gráfica de la distribución normal de los datos, en función de la cual se determinan los resultados del proceso y se determinan las respuestas a estas mejoras del proceso, (**ver figura 2.9**).

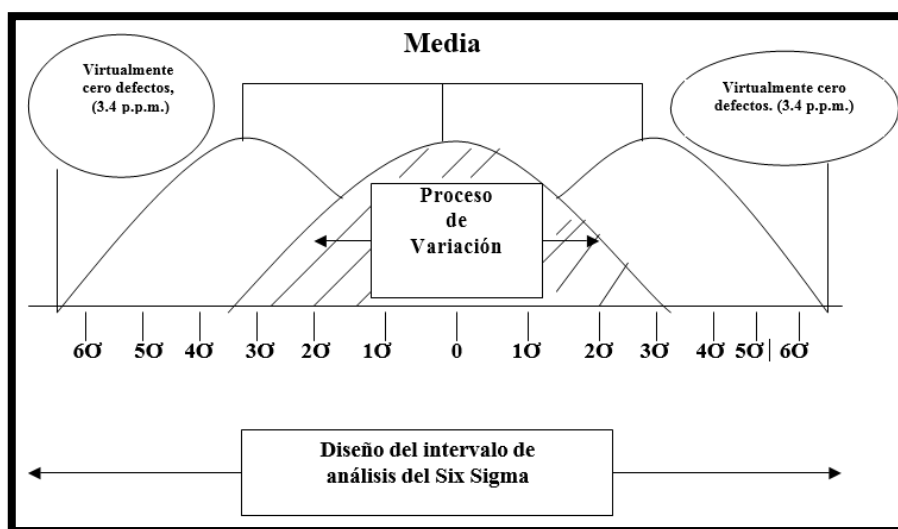


Figura 2.9 Representación gráfica de los niveles de la mejora Six-Sigma. Tomado de « Metodología Six-Sigma: Calidad Industrial», por López. 2010, pág. 9.

#### 2.3.4. Cálculo del Nivel Six Sigma

“El primer paso es definir un estándar de calidad o probabilidad de defectos, luego se debe crear una muestra representativa de unidades y medir el estándar de calidad” (SALAZAR, 2019).

“Las métricas de Six Sigma utilizan fallas de proceso para medir la calidad del proceso y derivar métricas que son fáciles de calcular e interpretar” (PÉREZ, y otros, 2014, pág. 10).

Para poder calcular el nivel Six Sigma en cualquier empresa, se tiene que desarrollar dos métricas fundamentales; primero tenemos que identificar y cuantificar los defectos por oportunidad en los procesos y también cuantificar el desempeño del proceso, para ello se realiza los siguientes cálculos; citado en (ÁLVAREZ, 2003).

❖ **Nombre de la Métrica: Defecto por oportunidad (DPO).**

$$\text{Defecto por Oportunidad} = \frac{D}{U \times O}$$

Donde:

D= Numero de defectos observados en la muestra.

U= Número de unidades en la muestra.

O= Oportunidad por unidad.

❖ **Nombre de la Métrica de Rendimiento: % Yield**

Según (SALAZAR, 2019), “dependiendo del nivel objetivo establecido como meta por la empresa se relaciona un DPMO, por ejemplo, en Six Sigma el objetivo es lograr que el DPMO sea inferior a 3,4”.

Una vez se ha obtenido el DPO se puede hallar el desempeño del proceso (Yield) y el nivel Sigma del proceso, utilizando las siguientes fórmulas:

$$\% \text{Yield} = (1 - \text{DPO}) \times 100$$

Donde:

DPO= Defecto por oportunidad

Yield= Desempeño del proceso

Una vez ya identificado el % yield, se procede a buscar dicho valor en la siguiente tabla:

**Tabla 2.2** *Tabla de conversión del rendimiento de los procesos en sigma*

| Yield % | Sigma | Defects Per Million Opportunities | Yield % | Sigma | Defects Per Million Opportunities |
|---------|-------|-----------------------------------|---------|-------|-----------------------------------|
| 99.9997 | 6     | 3.4                               | 93.32   | 3     | 66800                             |
| 99.9995 | 5.92  | 5                                 | 91.92   | 2.9   | 80800                             |
| 99.9992 | 5.81  | 8                                 | 90.32   | 2.8   | 96800                             |
| 99.999  | 5.76  | 10                                | 88.5    | 2.7   | 115000                            |
| 99.998  | 5.61  | 20                                | 86.5    | 2.6   | 135000                            |
| 99.997  | 5.51  | 30                                | 84.2    | 2.5   | 158000                            |
| 99.996  | 5.44  | 40                                | 81.6    | 2.4   | 184000                            |
| 99.993  | 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                            |
| 96.41   | 3.3   | 35900                             | 12      | 0.33  | 880000                            |
| 95.54   | 3.2   | 44600                             | 10      | 0.22  | 900000                            |
| 94.52   | 3.1   | 54800                             | 8       | 0.09  | 920000                            |

Fuente: (Isixsigma, 2007 b)

### 2.3.5. Ventaja de Utilizar Six Sigma

Según (HERNÁNDEZ, 2014, pág. 63), Six Sigma ayuda a cuantificar problemas, respaldar la toma de decisiones basada en evidencia, evitar perder tiempo en evidencia anecdótica, comprender y mitigar la variabilidad, identificar las causas fundamentales de la variabilidad y desarrollar soluciones sostenibles. Además, también se cuantifican los beneficios económicos y el ahorro. Esto ayuda a centrar los esfuerzos en las áreas con mayor potencial de mejora.

Según (DURÁN, 2014, pág. 14), las ventajas más destacadas de utilizar la metodología Six Sigma en empresas de manufactura son:

- Six Sigma crea en las organizaciones una cultura interna de personas capacitadas en metodologías con patrones para caracterizar, optimizar y controlar procesos. Los procesos optimizados y/o mejorados los hacen más simples, con menos pasos, más rápidos y más eficientes.
- Reducen los defectos y el tiempo del ciclo.
- Mejora continua.
- Aplicable a cualquier tipo de empresa, sea de tipo industrial, comercial o de servicios.
- Six Sigma es una metodología sistemática y proactiva de reducción de costos que se enfoca en mejorar los procesos en lugar de reaccionar y corregir errores.
- El costo de capacitar a una persona en Six Sigma se compensa en gran medida con los beneficios futuros.
- A corto plazo brinda soluciones rápidas a problemas simples o recurrentes, a largo plazo brinda un método de diagnóstico, diseño robusto, así como también, brinda una manera fácil de comunicar y establecer objetivos.
- Six Sigma es un enfoque basado en datos que puede mejorar la calidad a niveles casi perfectos y, a diferencia de otros enfoques, también resuelve problemas antes de que ocurran. Más específicamente, controlar los procesos repetitivos de una empresa.

## **2.3.6. Productividad**

### **2.3.6.1. Definición de Productividad**

Según (SLADOGMA, 2017, pág. 2), la productividad es el uso eficiente de los recursos (mano de obra, materiales, energía e información) en la producción de diversos bienes. Es una oportunidad para aumentar la producción aumentando cualquiera de los factores de producción mencionados anteriormente. En base a esto, la productividad aumentará y esto producirá:

1. Trabajo calificado.

2. Mayor extracción de recursos naturales.
3. Aumento de equipamiento.
4. Uso eficiente de la tecnología y la aplicación de nuevas tecnologías.
5. Uso eficiente de las tecnologías de la información.
6. Uso eficiente de las energías.

Para (FELSINGER, y otros, 2002,), define productividad como:

Un indicador que mide los recursos de una economía en la producción de ciertos bienes. Podemos definirlo como la relación entre los recursos utilizados y los productos obtenidos, expresando la eficiencia de los recursos humanos y materiales, el desarrollo de nuevas tecnologías, el uso de métodos, etc. (pág.3).

Según (CARRO, y otros pág. 1), “la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (eficiencia) y la manera adecuada de utilizar los recursos para generarlo (eficacia)”, es decir:

|  |
|--|
| <b>Productividad = Eficiencia x Eficacia</b> |
|--|

### **2.3.6.2. Importancia de la Productividad**

Según (FELIZZOLA, y otros, 2014.), dice que es importante mejorar la productividad, porque genera el aumento de la productividad, y esta a su vez, desarrolla una reacción en cadena dentro de la empresa que conduce a una mejor calidad del producto, precios más bajos, seguridad laboral, durabilidad de la empresa, mayores ganancias y un mejor bienestar colectivo.

(FELSINGER, y otros, 2002, pág. 12), dice que alta productividad significa altos ingresos reales para los trabajadores y las organizaciones, y alta inversión en investigación, desarrollo y producción significa menores costos y alta participación en los mercados internacionales. Esto significa un alto nivel de vida para las naciones.

(VILCARROMERO, 2017, pág. 29), dice que la productividad no es solo la fuerza laboral, sino que también, la manera eficiente de utilizar los recursos para generar un producto sin despilfarrar insumos, esto a su vez, genera que los recursos se pueden optimizar al minimizar las pérdidas o al eliminar los factores negativos que influyen en

la producción. Significa lograrlo en todos los aspectos de cantidad y calidad sistemáticamente

Según (SLADOGMA, 2017, pág. 8), considera tres factores importantes para poder lograr incrementar la productividad:

- **Cambio organizacional.** Reorganiza el espacio y la forma de trabajar para ser más productivo. Estos cambios afectan las habilidades de los trabajadores a través de disparidades sociales o tecnológicas, o a través del desarrollo de múltiples habilidades. Se puede analizar los cambios espaciales para reducir los llamados "tiempos muertos" o en relación con los procesos de externalización y subcontratación, etc.
- **Intensificación de ritmos de trabajo.** Aumenta la velocidad de la tarea. La jornada de trabajo no se modifica, sino que se potencia, haciendo que el trabajador esté más fatigado físicamente y mentalmente (concentración para no cometer errores). La definición de polivalencia y multifuncionalidad implica una importante aceleración de los ritmos de trabajo y puede favorecer la rotación entre puestos.
- **Introducción de nuevas tecnologías (máquinas, herramientas, insumos).** Necesitamos recordar la serie de ajustes, mantenimiento, inspección y reemplazo de máquinas, herramientas y materias primas para adaptarse al entorno de producción utilizando las habilidades de los trabajadores. La innovación es una fuente de crecimiento de la productividad.

### 2.3.6.3. Factores de la Productividad

**Eficiencia:** (GARCÍA, y otros, 2019), Indica que la eficiencia se caracteriza por la sub dimensión de consumo de recursos, que a su vez es abordada por los siguientes indicadores: lead time, manejo de inventarios, porcentaje de compras según contratos y alianzas, costos de calidad, H-H (horas-hombre) en operaciones y producción con procesos optimizados.



**Eficacia:** (MEJÍA, 1998, pág. 2), Indica hasta qué punto se han logrado las metas y objetivos del plan, en otras palabras, qué tan bien se lograron los resultados esperados. La eficiencia consiste en concentrar los esfuerzos de una organización en las actividades y procesos que realmente deben realizarse para lograr las metas establecidas.

#### 2.4. Definición de términos

**Estandarización de procesos:** “Se trata de homogenizar los tiempos en los procesos, realizar una gestión eficaz de los procesos y demostrar las mejoras obtenidas en los proyectos planificados”, citado en (FELIZZOLA, y otros, 2014. pág. 268)

**Proceso productivo:** “Consiste en transformar insumos en productos (bienes o servicios) utilizando recursos físicos, técnicos, humanos, etc.”, citado en (CÁCERES, 2010, pág. 35)

**Reproceso:** Según (ISO 9001, 2013), “Estos son los pasos que se toman para que los productos no conformes sean conformes. A diferencia del reproceso, la reparación puede afectar o cambiar partes del producto defectuoso”.

**Sistema:** Según la (ISO 9001, 2013), “nos dice que es un conjunto de elementos mutuamente relacionados que interactúan”.

**Sistema de gestión:** Según la (ISO 9001, 2013), “nos dice que es un sistema para establecer la política y para lograr dichos objetivos”.

**Índice de productividad:** “Indica el nivel de eficacia y eficiencia que, en la combinación adecuada, puede producir los resultados de mejorar la producción de una empresa”, citado en (CÁCERES, 2010,).

**Tiempo útil:** (ÁLVAREZ, 2014), díganos que este es un parámetro establecido para cada proceso. Se define como el tiempo de ejecución de un proceso, ya sea un proceso de máquina o un proceso manual. Este tiempo está determinado por varios parámetros y dependerá de varios aspectos relacionados con la productividad y la gestión de la producción.

**Mano de obra:** (CÁCERES, 2010, pág. 28), nos dice que es el costo total de la cantidad de empleados de una empresa, incluidos los salarios y varios impuestos asociados

con cada empleado. La mano de obra es un factor muy importante y por tanto su adecuada gestión y control determinará en gran medida el coste final de un producto o servicio.

**Nivel sigma:** (ARIAS, y otros, 2008,), “es lograr un nivel de datos y metodología eficiente que elimine la variabilidad del proceso y logre que los defectos sean menor o igual a 3,4 defectos por millón de oportunidades”.

**Calidad:** “Es un estándar, una meta, un conjunto de requisitos. La calidad es una meta alcanzable, un esfuerzo continuo por mejorar, no un nivel fijo de excelencia. Es un resultado”, citado en (CÁCERES, 2010, pág. 8).

**Optimizar:** “Es el proceso de modificar un sistema para mejorar su eficiencia y el uso de los recursos disponibles”, citado en (CÁCERES, 2010,).

**Eficiencia:** (CÁCERES, 2010,), es el estado o cualidad de ser eficiente y capaz de producir un determinado resultado o efecto. Capacidad para ejecutar trabajos con un consumo mínimo de recursos. La relación entre el trabajo realizado o la energía producida por una máquina y la energía utilizada.

**Efectividad:** (MEJÍA, 1998, pág. 2), el concepto se trata de eficiencia y eficacia que combinados significa lograr los resultados planificados a tiempo y al costo más razonable. Significa hacer todo bien con un alto grado de precisión sin perder tiempo ni dinero.

**Eficacia:** Según la (ISO 9001, 2013), “la eficacia es el grado en que se llevan a cabo las actividades planificadas y se logran los resultados planificados”.

**Metodología DMAIC:** Según (DURÁN, 2014, pág. 12), “es (Definir, Mejorar, Analizar, Incorporar, Controlar) y se utiliza cuando los procesos o productos existentes no cumplen con los requisitos del cliente o tienen un desempeño deficiente”.

**Validación:** Según la (ISO 9001, 2013), “nos dice que es la confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista”.

**Verificación:** Según la (ISO 9001, 2013), “es la confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados”.

## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis General**

La implementación de la metodología Six Sigma incrementa la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.

### **2.5.2. Hipótesis Específica**

- a) La implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficiencia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.
- b) La implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficacia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.

## **2.6. Variables**

### **2.6.1. Definición conceptual de la variable**

#### **2.6.1.1. Variable Independiente (x):**

##### **Metodología Six Sigma**

Según (ISO 9001, 2013), “es un enfoque de gestión que permite a las empresas mejorar la satisfacción del cliente mediante la planificación y el seguimiento de sus operaciones para mejorar los resultados, reducir el desperdicio y el consumo de recursos”.

#### **2.6.1.2. Variable Dependiente (Y):**

##### **Productividad**

“La combinación adecuada de niveles de eficiencia y eficacia proporciona a la empresa mejores resultados en la producción”, citado en (CÁCERES, 2010, pág. 35).

Según (LEANDRO, 2007 pág. 21), “la productividad está basada en la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer. Además, ella requiere esfuerzos sin fin para adaptar actividades económicas a condiciones cambiantes aplicando nuevas teorías y métodos”.

### **2.6.2. Definición Operacional de las Variables**

#### **2.6.2.1. Variable Independiente (x):**

## Metodología Six Sigma:

Según su enfoque estadístico, Six Sigma se esfuerza por lograr una gestión de datos eficiente para ofrecer mejores productos y servicios al eliminar la variabilidad del proceso y lograr niveles de defectos de 3,4 defectos por millón de oportunidades o menos, citado en (MANTILLA , y otros, 2012 pág. 28).

### 2.6.2.1.1. Dimensiones

#### Definir

Etapa de la metodología en la que se utilizan fórmulas estadísticas descriptivas como frecuencias relativas. Está diseñado para cuantificar los errores encontrados en el área de producción y poder medir el impacto porcentual de cada error en el proceso de producción. Entonces se utiliza la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Frecuencia}}{\sum \cdot \text{Total de la frecuencia}} \times 100\%$$

#### Medir

Etapa de la metodología, donde se mide el porcentaje de tiempo durante la producción que cada operario que no pasa en su puesto de trabajo y se utiliza la siguiente fórmula:

$$\left( \frac{TR - TE}{TR} \right) \times 100\%$$

Donde:

**TR:** Tiempo real.

**TE:** Tiempo empleado.

#### Analizar

Etapa de la metodología donde se mide el nivel actual de la productividad, mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\textit{Unidades Producidas}}{\textit{Tiempo Total}} \equiv \frac{\textit{Tiempo Util}}{\textit{Tiempo Total}} \times \frac{\textit{Unidades Producidas}}{\textit{Tiempo Util}}$$

O

$$\textit{Productividad} = \textit{Eficiencia} \times \textit{Eficacia}$$

**Fuente:** (BETANCOURT, 2018)

Después de conocer la productividad, también se halla el nivel Sigma con la siguiente fórmula:

$$\% \textit{yield} = (1 - \textit{DPO}) \times 100$$

**Fuente:** (SALAZAR, 2019)

### **Mejorar**

En esta etapa, para poder contrastar con lo aplicado anteriormente, también se halla el porcentaje de mejoras teniendo en cuenta un antes y un después de unidades producidas.

A continuación, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\frac{\textit{UPDI} - \textit{UPAI}}{\textit{UPAI}} \times 100 \%$$

Donde:

**UPDI:** Unidades producidas después de la implementación.

**UPAI:** Unidades producidas antes de la implementación.

### **Controlar**

En esta etapa final, se verifica si la producción ha mejorado y se realiza un listado de preposiciones para mantener un alto nivel de productividad.

A continuación, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\textit{Productividad} = \textit{Eficiencia} \times \textit{Eficacia}$$

Fuente: (BETANCOURT, 2018)

### 2.6.2.2. Variable Dependiente (y)

#### Productividad

Según (CÁCERES, 2010,), “es el nivel de eficiencia y eficacia que combinadas correctamente ofrecen resultados de mejoras en la producción de la empresa”.

$$\% \textit{Productividad} = \% \textit{Eficiencia} \times \% \textit{Eficacia}$$

#### 2.6.2.2.1. Dimensiones

##### Eficiencia

Para poder conocer el porcentaje de eficiencia que existe en el proceso productivo, se aplica la siguiente fórmula:

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{Tiempo Util}}{\textit{Tiempo Total}}$$

Fuente: (GUTIERREZ, y otros, 2008)

##### Eficacia

Para poder conocer el porcentaje de eficacia que existe en el proceso productivo, se aplica la siguiente fórmula:

$$\textit{Eficacia} = \frac{\textit{Unidades Producidas}}{\textit{Tiempo Util}}$$

Fuente: (GUTIERREZ, y otros, 2008)

### 2.6.2.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 2.3 Operacionalización de Variable

| Variables              |                       | Definición Conceptual  | Definición Operacional   | Dimensiones | Indicador                              | Formula  | Medida |
|------------------------|-----------------------|--|--|-------------|--|--|--------|
| Variable Dependiente   | Productividad         | La productividad en los procesos de producción es definida como una variable muy importante, ya que gracias a esta se pretende reducir el desperdicio de recursos como los hombres, máquina y tiempo.  | Según (Cáceres, 2010) es el nivel de eficiencia y eficacia que combinadas correctamente ofrecen resultados de mejoras en la producción de la empresa.  | Eficiencia  | % de eficiencia                        | $\frac{\text{Tiempo Util}}{\text{Tiempo Total}} \times 100 \%$<br>Fuente: (Gutiérrez & De la Vara, 2018)   | %      |
| Variable Independiente | Metodología Six Sigma | Según (ISO 9001, 2013) es un método de gestión que permite a las empresas mejorar sus resultados, mediante el diseño y supervisión de sus actividades, minimizando el desperdicio y los recursos utilizados, y, por tanto, aumentando la satisfacción de los clientes. | Según su enfoque estadístico, Six sigma pretende un manejo eficiente de datos para brindar un mejor producto y/o servicio, a través de la eliminación de la variabilidad en los procesos y el logro de un nivel de defectos menor o igual a 3.4 defectos por Millón de oportunidades (DPMO), citado en (Mantilla Celis y Sánchez García 2012). | Definir     | % de ponderación de causas principales | $\frac{\text{Ponderación de causas P}}{\sum \text{Total de PCP}} \times 100$<br><br>Medir<br>(TR-TE/TR) X 100 %<br><br>Analizar<br>Eficiencia x Eficacia<br>Fuente: (Todo de libros, 2014) | %      |
|                        |                       |  |  | Mejorar     | Nivel Sigma<br>% de mejora             | $\% \text{ yield} = (1 - DPO) \times 100$<br>Fuente: (Salazar, 2019)   | %      |
|                        |                       |  |  | Controlar   | % de productividad                     | $\frac{\text{UPDI} - \text{UPAI}}{\text{UPAI}} \times 100\%$<br>Fuente: (Hidalgo 2013)   | %      |

## **CAPÍTULO III**

### **3. Metodología**

#### **3.1. Método de investigación**

La tesis empleó el método científico, ya que trabajó con datos concretos y precisos que fueron tomados en el área de producción y estuvo sujeto a seguir un conjunto de procedimientos y fases para cumplir con los objetivos de la investigación.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación, es aplicada, ya que la tesis trabajó con un problema que ya está establecido y se pudo dar soluciones al problema general y a los problemas específicos, es decir se implementó la metodología Six Sigma y por ende mejoró la productividad.

Según (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2010), “la investigación aplicada, es la que soluciona los problemas prácticos de una investigación”.

#### **3.3. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación de esta tesis es explicativo porque, durante el desarrollo, se llega a describir las causas que generan una baja productividad y se detalla por qué ocurrieron estos hechos, es decir, la implementación de metodología Six Sigma y la aplicación de los instrumentos de medición de datos ayudaron a identificar, explicar y dar soluciones a dichos fenómenos que causan una productividad deficiente.

#### **3.4. Diseño de la Investigación**



El diseño de investigación de la tesis es experimental, de tipo cuasi experimental, debido a que durante la investigación se estudió con muestras experimentales a las cuales se les realizó un pre test y un post test.

**Donde:**

**G1 O1 X O2**

G: Grupo Experimental

O1: Pre Test

X: Manipulación de la variable independiente

O2: Post Test

### **3.5. Población y Muestra**

#### **3.5.1. Población**

La presente tesis, es de población finita, ya que trabajó con los pares de zapato de seguridad, que produce el área de producción que se tomó durante 8 meses en la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO.

#### **3.5.2. Muestra**

Como la población es finita, la investigación optó por el muestreo no probabilístico, ya que se realizó una selección basada en un juicio subjetivo para contabilizar los pares de zapatos de seguridad que produce la empresa y se analizó durante un periodo de 8 meses (4 meses antes de la implementación y 4 después de la implementación).

### **3.6. Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos**

Para el estudio de la tesis, se optó por técnicas muy concretas y específicas que se emplearon dentro del área de producción y con ayuda de los inventarios que fueron facilitados por la empresa, a continuación, se detallan las técnicas e instrumentos que nos ayudaron a recolectar datos:

**Tabla 3.4** *Técnicas e Instrumentos de investigación.*

| Técnicas   | Instrumentos  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa</li> <li>• La encuesta</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía de observación y análisis</li> <li>• Diario de campo (Manual de inventario de Productos defectuosos y Productos Terminados)</li> <li>• Escala de Thurstone</li> </ul> |

### 3.7. Procesamiento de la Información

Para poder analizar detalladamente los datos tomados en el área de producción y obtener una interpretación fácil de entender, se utilizaron programas básicos como; Excel 2016, Word 2016, Auto Cad 2016, Pro Model 2018, entre otras.

### 3.8. Técnicas y Análisis de Datos

#### 3.8.1. Análisis Descriptivo

Durante la investigación, se utilizó la estadística descriptiva o deductiva, ya que se trabajó con diversos datos recolectados en el área de producción para después llevarlos a cuadros estadísticos e interpretarlos detalladamente, dichos datos fueron generalizados por medio de fórmulas para un mejor análisis y llegar a las conclusiones de la investigación.

#### 3.8.2. Análisis inferencial

Después de obtener datos que generalicen el estado actual de producción, se utilizó la estadística inferencial o inductiva, esta ayudó a realizar un análisis más profundo que la estadística descriptiva y también a dar predicciones y soluciones al problema de investigación.

### 3.9. Desarrollo de la propuesta

Contando con la autorización mediante una carta solicitud (carta N°01 2021-RDSM) que se emitió a la gerente de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO y

obteniendo una respuesta positiva a la solicitud, se prosiguió a la evaluación e implementación del tema de nuestra tesis.

Basándonos en el historial de pedidos de años anteriores de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO, se identificó que a comparación de años anteriores la producción va en descenso. Mediante herramientas de calidad como es la espina de Ishikawa (ver figura 1.1), se logró identificar que el área de producción estaba sufriendo deficiencias debido a los nuevos cambios que surgieron en la empresa y por ende se planteó que es la causante de tener baja productividad y demora en el tiempo de entrega a las órdenes de pedido que lleguen a diario, para poder entender y proponer soluciones se procedió a realizar un estudio detallado y empezar a implementar la metodología Six Sigma, metodología por la cual se optó para solucionar este tipo de problema.

### **3.9.1. Diagnóstico actual**

#### **Etapa: Definir**

Para poder comprender las operaciones que realiza la empresa de calzados KADIA'S DEL CENTRO, se elaboró un diagrama de flujo en el cual se especificó de manera resumida los procesos que se realiza desde la obtención de la materia prima hasta la obtención del producto terminado.

En la figura 3.10, se muestra la secuencia de las operaciones implicadas en la elaboración del calzado de seguridad.

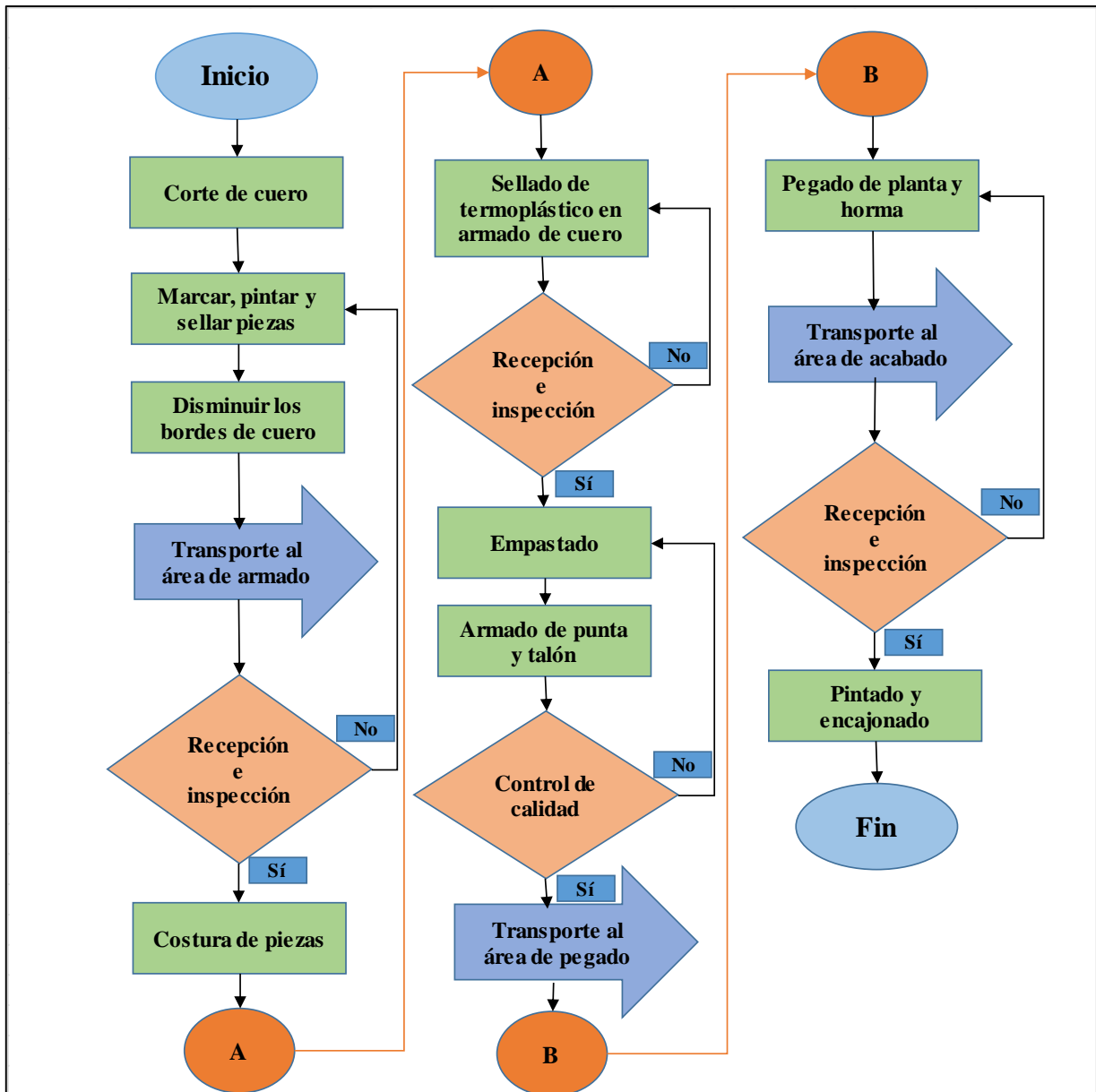


Figura 3.10 Diagrama de Flujo del proceso de calzados Kadia's.

El presente diagrama de flujo ayudó a identificar los procesos que no generan ningún valor agregado y estén cometiendo desperdicio de tiempo y recursos, y para complementar un análisis más detallado, se procedió a desarrollar un diagrama en donde se muestra los procesos involucrados para la obtención del calzado de seguridad. El Diagrama Analítico de Procesos, ayudó a codificar y cuantificar las operaciones, logrando así evidenciar los procesos defectuosos.

En la figura 3.11, se muestra la hoja n.º 01 en donde se da a conocer la representación gráfica de los procesos antes de realizar la implementación de la metodología Six Sigma.













| Diagrama analítico de procesos antes de la mejora |  |                |   |   |  |   |
|---|--|----------------|---|---|--|---|
| Diagrama n°                                       | 1  | Resumen        |   |   |  |   |
| Proceso   | Elaboración de calzados de Seguridad     | Actividad      |   | Actual  | propuesta  | Ahorro  |
| Lugar   | Área de Producción                       | Operación      |   | 45  | -  | -   |
| Hoja n°   | 1 de 2                                   | Transporte     |   | 8   | -  | -   |
| Fecha   | 14/11/2020                               | Demora         |   | 0   | -  | -   |
| <b>Autor: Samaniego Meza David</b>                |  | Inspección     |   | 0   | -  | -   |
|   |  | Almacenamiento |   | 1   | -  | -   |
|   |  | Opr. Combinada |   | 1   | -  | -   |
| N°  | Descripción                              | Tiempo (min)   | Símbolos  |   |  |   |
|   |  |                |    |    |  |  |
|   |  |                |  |  |  |   |
| 1   | Almacén de Materia prima                 | 1.5            |   |   |  |   |
| 2   | Transporte al área de corte              | 0.43           |   |   |  |   |
| 3   | Recepción de materiales                  | 0.12           |   |   |  |   |
| 4   | Cortado de capelladas                    | 0.65           |   |   |  |   |
| 5   | Cortado de laterales y talones           | 1.25           |   |   |  |   |
| 6   | Cortado de cuellos y correa              | 1.19           |   |   |  |   |
| 7   | Transporte al área de habilitado         | 0.33           |   |   |  |   |
| 8   | Recepción de materiales                  | 0.12           |   |   |  |   |
| 9   | Marcado de capellada                     | 0.30           |   |   |  |   |
| 10  | Marcado de laterales y talones           | 0.99           |   |   |  |   |
| 11  | Marcado de cuello y correa               | 0.90           |   |   |  |   |
| 12  | Pintado de bordes                        | 1.50           |   |   |  |   |
| 13  | Sellado del logo                         | 0.34           |   |   |  |   |
| 14  | Cambrado de capellada                    | 0.69           |   |   |  |   |
| 15  | Transporte al área de desbaste           | 0.87           |   |   |  |   |
| 16  | Recepción de materiales                  | 0.13           |   |   |  |   |
| 17  | Desbaste de capellada                    | 0.33           |   |   |  |   |
| 18  | Desbaste de laterales y talones          | 1.12           |   |   |  |   |
| 19  | Desbaste de cuello y correa              | 0.83           |   |   |  |   |
| 20  | Doblado de capellada                     | 0.33           |   |   |  |   |
| 21  | Doblado de laterales y cuello            | 0.64           |   |   |  |   |
| 22  | Transporte al área de aparado            | 0.97           |   |   |  |   |
| 23  | Recepción de materiales                  | 0.13           |   |   |  |   |
| 24  | Costura de las piezas de cuero           | 1.87           |   |   |  |   |
| 25  | Costura de las piezas del forro          | 1.52           |   |   |  |   |
| 26  | Unir el cuero armado con el forro armado | 1.28           |   |   |  |   |
| 27  | cerrar armado                            | 0.80           |   |   |  |   |
| 28  | Transporte al área de Pre-armado         | 0.33           |   |   |  |   |
| 29  | Recepción de materiales                  | 0.25           |   |   |  |   |
| <b>Total hoja n°1</b>                             |  | <b>21.72</b>   |   |   |  |   |

Figura 3.11 Diagrama Analítico de Procesos.

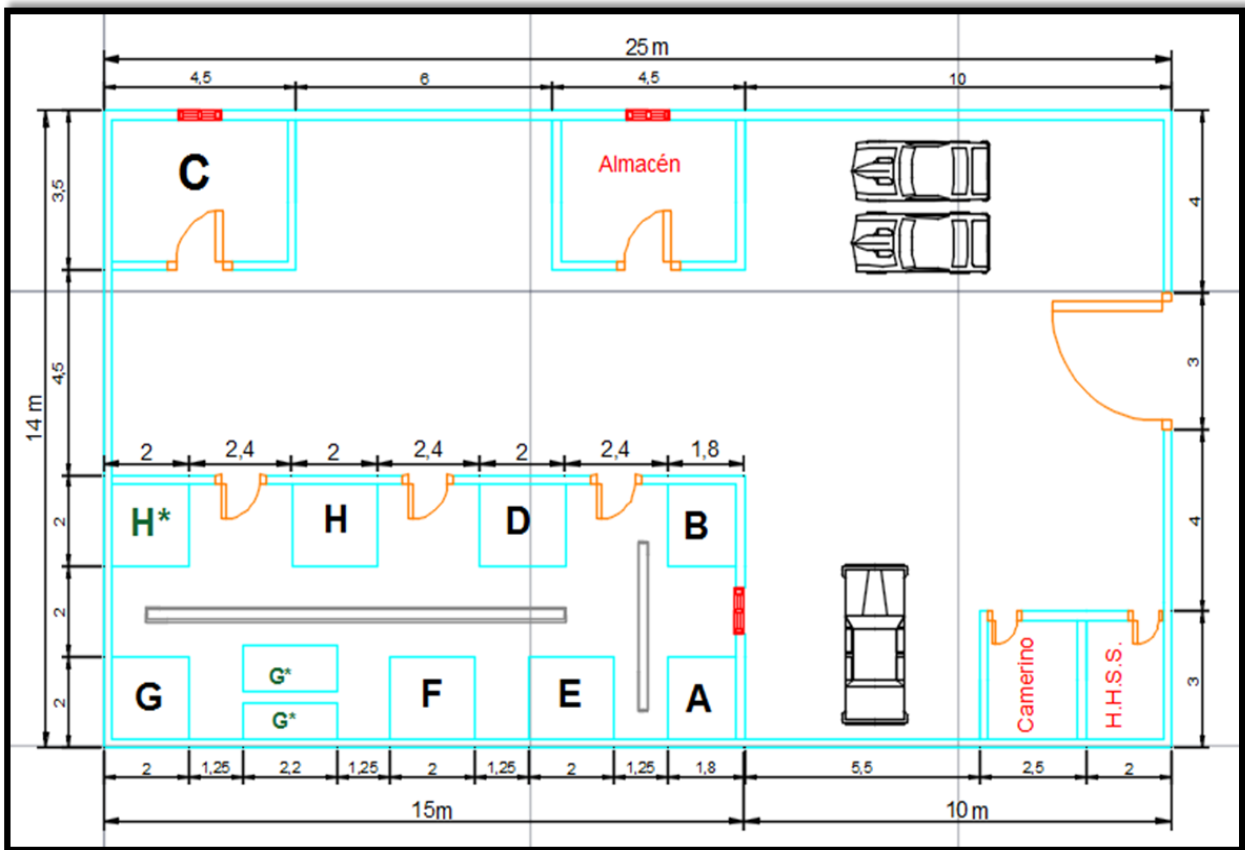
En la figura 3.12, se muestra la hoja n.º 02 en donde se da a conocer la representación gráfica de los procesos antes de realizar la implementación de la metodología Six Sigma.

| Diagrama analítico de proceso antes de la mejora |                                      |                |          |        |           |        |   |   |
|--|--------------------------------------|----------------|----------|--------|-----------|--------|---|---|
| Diagrama n°                                      | 1                                    | Resumen        |          |        |           |        |   |   |
| Proceso  | Elaboración de calzados de Seguridad | Actividad      |          | Actual | Propuesta | Ahorro |   |   |
| Lugar  | Área de Producción                   | Operación      | ●        | 45     | -         | -      |   |   |
| Hoja n°  | 2 de 2                               | Transporte     | ➔        | 8      | -         | -      |   |   |
| Fecha  | 14/11/2020                           | Demora         | ◐        | 0      | -         | -      |   |   |
| <b>Autor: Samaniego Meza David</b>               |                                      | Inspección     | ■        | 0      | -         | -      |   |   |
|  |                                      | Almacenamiento | ▼        | 1      | -         | -      |   |   |
|  |                                      | Opr. Combinada | ●        | 1      | -         | -      |   |   |
| N°   | Descripción                          | Tiempo (min)   | Símbolos |        |           |        |   |   |
|  |                                      |                | ●        | ➔      | ◐         | ■      | ▼ | ● |
| 30   | Marcado de talón y puntera           | 0.71           | ●        |        |           |        |   |   |
| 31   | Sellado de talón en caliente         | 0.42           | ●        |        |           |        |   |   |
| 32   | Sellado de talón en frío             | 0.50           | ●        |        |           |        |   |   |
| 33   | Sellado de puntera en caliente       | 0.45           | ●        |        |           |        |   |   |
| 34   | Transporte al área de armado         | 0.37           | ●        | ➔      |           |        |   |   |
| 35   | Recepción de materiales              | 0.17           | ●        |        |           |        |   |   |
| 36   | Unión punta de acero-cuero armado    | 0.51           | ●        |        |           |        |   |   |
| 37   | Calentar talón de cuero armado       | 0.40           | ●        |        |           |        |   |   |
| 38   | Cerrar talón de cuero armado         | 0.44           | ●        |        |           |        |   |   |
| 39   | Corte de exceso de cuero             | 0.48           | ●        |        |           |        |   |   |
| 40   | Quemado y golpeado de cuero armado   | 0.45           | ●        |        |           |        |   |   |
| 41   | Transporte al área de pegado         | 0.38           | ●        | ➔      |           |        |   |   |
| 42   | Recepción de materiales              | 0.20           | ●        |        |           |        |   |   |
| 43   | Pegado de planta y suela             | 6.60           | ●        |        |           |        |   |   |
| 44   | Reactivador                          | 5.52           | ●        |        |           |        |   |   |
| 45   | Acomodado                            | 0.44           | ●        |        |           |        |   |   |
| 46   | Prensado                             | 1.02           | ●        |        |           |        |   |   |
| 47   | Transporte al área de Acabado        | 0.42           | ●        | ➔      |           |        |   |   |
| 48   | Recepción e inspección               | 1.13           | ●        |        |           |        |   | ● |
| 49   | Quemado de arrugas                   | 0.48           | ●        |        |           |        |   |   |
| 50   | Borrado                              | 0.45           | ●        |        |           |        |   |   |
| 51   | Sacar Hormas                         | 0.61           | ●        |        |           |        |   |   |
| 52   | Echar fondo crast y lustramix        | 0.84           | ●        |        |           |        |   |   |
| 53   | Pulido y pegado de stiker            | 0.64           | ●        |        |           |        |   |   |
| 54   | Plantillado                          | 0.61           | ●        |        |           |        |   |   |
| 55   | Empaquetado                          | 1.07           | ●        |        |           |        |   |   |
| <b>Total hoja n°2</b>                            |                                      | <b>25.30</b>   |          |        |           |        |   |   |
| <b>Total hoja n°1 + hoja n°2</b>                 |                                      | <b>46.99</b>   |          |        |           |        |   |   |

Figura 3.12 Diagrama Analítico de Procesos.

En el presente Diagrama Analítico de Procesos, se logró identificar 55 operaciones, cada uno con un tiempo promedio establecido y para poder comprender de cómo es la distribución de planta y el recorrido de las operaciones, se elaboró un plano de planta en el cual se ilustra mediante símbolos el recorrido de cada una de estas.

En la figura 3.13, se muestra la distribución de las estaciones de trabajo antes de realizar la implementación de metodología Six Sigma.



|            |                      |   |                                  |
|------------|----------------------|---|----------------------------------|
| Dibujado   | Samaniego Meza David | Empresa Productora de Calzados Kadia's del centro |                                  |
| Comprobado | Gerencia             |   |                                  |
| Área       | Producción           | Título  | Layout referencial de la empresa |
| Escala     | 1:75                 | Hoja  | A4                               |

Figura 3.13 Plano de la planta.

**Donde:**

| A             | B                  | C                | D               | E                    | F              | G              | H               | G*                   | H*     |
|---------------|--------------------|------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------------|--------|
| Área de corte | Área de habilitado | Área de desbaste | Área de aparado | Área de pre - armado | Área de Armado | Área de pegado | Área de acabado | Insumos y materiales | Hormas |

Identificando algunas deficiencias con respecto a la distribución actual del plano de planta y delimitando algunos procesos defectuosos gracias al desarrollo de Diagrama Analítico de Procesos, se optó por utilizar de manera consecuente la Escala de Thurstone, instrumento cuál fue aprobado por expertos en el tema de producción y calidad para que tenga mayor severidad el desarrollo de la investigación y enfocarnos de manera más detallada en los problemas detectados en el área estudiada.

Según (SULBARAN, 2009 pág. 17), en la Escala de Thurstone “Los sujetos involucrados en la investigación no responden con su opinión, sino que hacen de jueces para discriminar su favoritismo con respecto a los enunciados propuestos”.

Instrucciones para realizar una Escala de Thurstone:

1. No existen respuestas correctas o incorrectas.
2. En caso de que tenga duda entre las opciones, señale aquella que se le acerque más a su forma de pensar.
3. Conteste con sinceridad, este tipo de escalas son anónimas.
4. Realice la puntuación de manera escalonada.

Teniendo en claro los requerimientos para la elaboración de la escala de Thurstone, se procedió a enlistar los defectos encontrados en el área de producción y plasmarlo en el formato de la escala de Thurstone. A continuación, se procedió a cuantificar las causas encontradas y puntuarlas mediante intervalos de impacto caracterizados mediante escalas del 1 al 5, obtenido ya los datos recopilados, se realizó un cuadro en el cual resume los resultados obtenidos.

En la tabla 3.5, se muestra la frecuencia y cantidad de fallas encontradas en el área de producción.

**Tabla 3.5** *Cantidad de fallas en el área de producción*



| N°           | Problemas Detectados                                      | Frecuencia de Fallas | Frecuencia Acumulada | % Frecuencia de Fallas | % de acumulado |
|--------------|---|----------------------|----------------------|------------------------|----------------|
| 1            | Falencias en la estandarización de procesos               | 38                   | 38                   | 39.58%                 | 39.58%         |
| 2            | Demora del talento humano (movimientos innecesarios)      | 25                   | 63                   | 26.04%                 | 65.62%         |
| 3            | Calzados defectuosos                                      | 15                   | 78                   | 15.63%                 | 81.25%         |
| 4            | Presencia de residuos en el área de trabajo               | 6                    | 84                   | 6.25%                  | 87.50%         |
| 5            | Talento humano desmotivado (ausentismo laboral)           | 5                    | 89                   | 5.21%                  | 92.71%         |
| 6            | Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 5                    | 94                   | 5.21%                  | 97.91%         |
| 7            | Mantenimiento Insuficiente                                | 2                    | 96                   | 2.08%                  | 100.00%        |
| <b>Total</b> |   | <b>96</b>            |                      | <b>100.00%</b>         |                |

En la figura 3.14, se muestra la gráfica estadística de los problemas detectados en el área de producción.

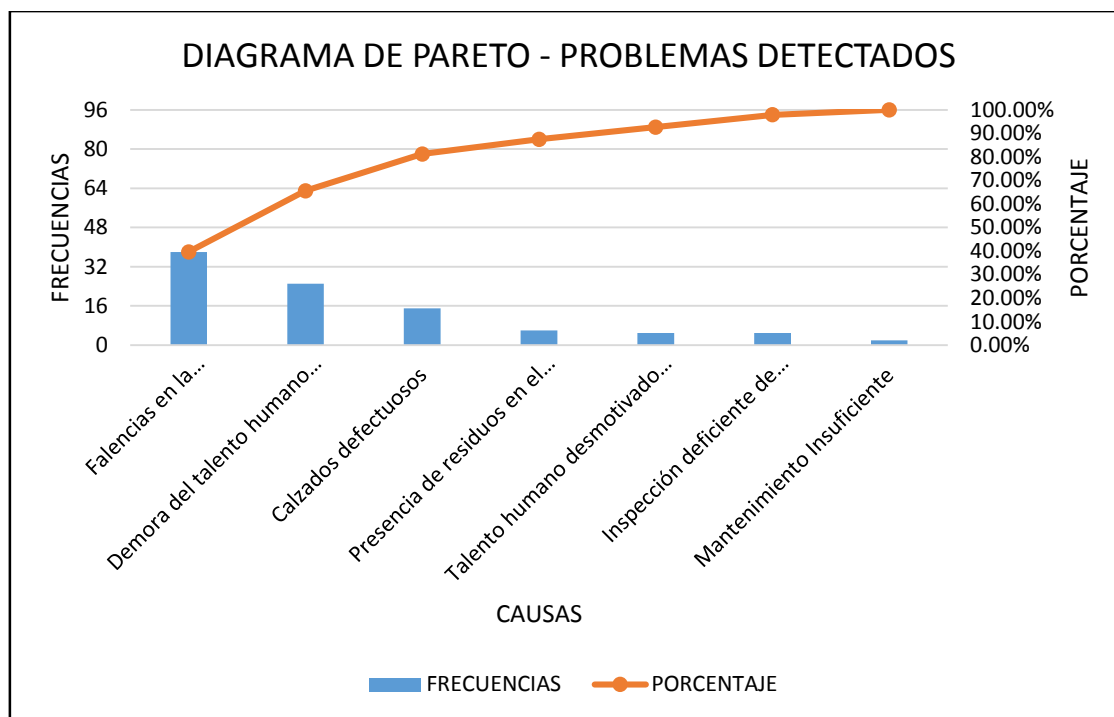


Figura 3.14 Diagrama de Pareto de las fallas en el área de producción.

Interpretando de manera objetiva y general la tabla 3.5, se puede identificar la existencia de tres problemas críticos e interpretando el Diagrama de Pareto o curva 80 % – 20 %, se podría decir que estos tres problemas críticos enfatizados, son las causantes en un 80 % de la baja productividad.

**Atapa: Medir**

## Baja productividad

En esta etapa se empleó la herramienta guía de observación, ya que ayudó a medir las unidades producidas y la cantidad de productos defectuosos durante las semanas en que se estuvo en análisis.

En la tabla 3.6, se muestra la cantidad de pares producidos antes de realizar la implementación de la metodología Six Sigma.

**Tabla 3.6** *Cantidad de producción antes de la mejora*

| <b>Cantidad de producción</b> |                         |                          |                        |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>Fecha</b>                  | <b>Pares producidos</b> | <b>Pares defectuosos</b> | <b>Pares conformes</b> |
| 02 al 07 de Noviembre         | 210                     | 13                       | 197                    |
| 09 al 14 de Noviembre         | 207                     | 14                       | 193                    |
| 16 al 21 de Noviembre         | 204                     | 12                       | 192                    |
| 07 al 12 de Diciembre         | 204                     | 12                       | 192                    |
| 14 al 19 de Diciembre         | 202                     | 13                       | 189                    |
| 21 al 28 de Diciembre         | 210                     | 14                       | 196                    |
| 04 al 09 de Enero del 2021    | 202                     | 13                       | 189                    |
| 11 al 16 de Enero del 2021    | 201                     | 13                       | 188                    |
| 18 al 26 de Enero del 2021    | 202                     | 10                       | 192                    |
| 01 al 06 de Febrero del 2021  | 204                     | 11                       | 193                    |
| 08 al 13 de Febrero del 2021  | 201                     | 13                       | 188                    |
| 15 al 23 de Febrero del 2021  | 202                     | 12                       | 190                    |
| <b>Total</b>                  | 2449                    | 150                      | 2299                   |

## Falencias en la estandarización de los procesos

Siguiendo de manera consecuente el estudio de los problemas críticos, así como también en la falta de estandarización de procesos que representa un 39.58 % en lo que respecta con la baja productividad, teniendo como base de información el D.A.P., se detalla a continuación la lista de procesos de operación mediante un formato especial para realizar un estudio de tiempos, el cual sería el más recomendado el formato N.º100 o estudio de ciclo breve, tomado del libro “Introducción al Estudio del Trabajo”, de Kanawaty George.

Enlistado ya las 38 operaciones, se realizó el estudio de ciclo breve, el cual se trabajó con una serie de formatos y fórmulas que ayudó a estudiar los tiempos y se detalla a continuación.

Según (KANAWATY, 1998), “para realizar un estudio de tiempos tenemos que tener una hoja de trabajo, en el cual analizaremos los datos anotados y hallaremos los tiempos representativos por cada proceso”, se comenzó hallando la cantidad de muestras por cada proceso que se observó, posterior a ello se determinó cuál es el tiempo promedio por elemento, los tiempos básicos normales y los tiempos de ciclo. Para tener mayor enfoque de lo que se está explicando se halló el tiempo promedio por elemento del primer proceso de operación que registramos en el D.A.P.

Para obtener el promedio por elemento que pase por el proceso de cortado de capelladas, es necesario:

- **Determinar el tamaño de la muestra**

Según (KANAWATY, 1998 pág. 300), “con el método estadístico, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares ( $n'$ ) y luego aplicar la fórmula siguiente; para un nivel de confianza del 95 % y un margen de error de  $\pm 5\%$ ”.

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

Donde:

**n**: tamaño de la muestra que deseamos determinar.

**n'**: número de observaciones del estudio preliminar.

**X**: Valor de observaciones.

$\Sigma$  : Suma de valores.

En la recolección de datos preliminares se empezó tomando 10 lecturas por cada proceso, siguiendo la estructura que presenta la tabla de ciclo breve, se aplicó la fórmula para determinar el tamaño de la muestra:

$$n = \left[ \frac{40\sqrt{10 \times 4 - (6.32)^2}}{6.32} \right]^2$$

$$n = 2.31 + 10$$

$$n = 12.31$$

Esta operación se realizó a las 38 actividades, ahora bien, interpretando el resultado “n”, en el caso de que dé un resultado inferior a las observaciones preliminares, se le adicionara esta misma cantidad para tener mayor consistencia al tamaño de muestra.

En la tabla 3.7, se muestra los tiempos tomados para la primera operación que se registró en el D.A.P.

- **Sumar los tiempos observados que son considerados como consistentes.**

**Tabla 3.7** *Lectura de proceso.*

| Lecturas del proceso n° 01 |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |
|----------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| Proceso                    | Tiempo  | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   | T9   | T10  | T11  | T12  | Total T.O. |
| Cortado de capelladas      | minutos | 0.64 | 0.62 | 0.63 | 0.67 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.63 | 0.62 | 0.62 | 0.63 | 0.64 | 7.59       |

En esta tabla de lecturas, el T4 no se considera como consistente.

Consistente es la uniformidad que tiene que presentar las muestras seleccionadas resultado del cronometraje que se realizó, es decir, se tiene que excluir el tiempo que mayor variación presente y dividir las entre el número lecturas restantes para obtener el promedio por elemento, esto debido a que siempre habrá errores con lo que respecta a la toma de datos que se realizó con el cronómetro.

En la tabla 3.8, se da a conocer las lecturas consistentes que existen en el primer proceso operativo que se registró en el D.A.P.

- **De manera consecuente, se anota el número de tiempos observados considerados para cada proceso como consistentes (LC = Lecturas Consistentes).**

**Tabla 3.8** *Lectura de proceso con LC.*

| Lecturas del proceso n° 01 |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |    |
|----------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|----|
| Proceso                    | Tiempo  | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   | T9   | T10  | T11  | T12  | Total T.O. | LC |
| Cortado de capelladas      | minutos | 0.64 | 0.62 | 0.63 | 0.67 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.63 | 0.62 | 0.62 | 0.63 | 0.64 | 7.59       | 11 |

En este caso, el número de tiempos observados consistentes son 11.

Según (KANAWATY, 1998), “La fórmula para hallar el tiempo promedio por el elemento ( $T_e$ ) es la siguiente [...]”.

$$T_e = \frac{\text{Total T.O.} - N_c}{LC} \quad \text{Por ejemplo } T_e = \frac{7.59 - 0.67}{11} = 0.63$$

Donde:

**Te:** Tiempo promedio por elemento

**Nc:** Número no consistente

**Lc:** Lecturas consistentes

- **Conversión a tiempos básicos normales**

Para poder comprender aún más e interpretar la tabla de ciclo de tiempos, se utilizó las fórmulas que recomienda George Kanawaty en su libro “Introducción al Estudio del Trabajo” y se elaboró la conversión del tiempo observado a tiempo básico normal. A continuación se presenta la siguiente fórmula:

$$T_n = T_e \times \frac{\text{Valor Atribuido}}{\text{Valor Estandar}}$$

Donde:

**Tn:** Tiempo básico normal.

**Te:** Tiempo promedio por elemento.

Entonces con los datos sería:

$$T_n = 0.63 \text{ min} \times \frac{80}{100}$$

$$T_n = 0.50 \text{ min}$$

En la tabla 3.9, se muestra el porcentaje de la valoración y el tiempo básico normal del primer proceso operativo que se registró en el D.A.P.

**Tabla 3.9** *Lectura de proceso con Tb.*

| Lecturas del proceso n° 01 |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |        |      |        |      |
|----------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|--------|------|
| Proceso                    | Tiempo  | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   | T9   | T10  | tal T. | T.E. | V. (%) | T.N. |
| Cortado de capelladas      | minutos | 0.64 | 0.62 | 0.63 | 0.67 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.63 | 0.62 | 0.62 | 7.59   | 0.63 | 80     | 0.5  |

Según (KANAWATY, 1998 pág. 319), “la valoración, es el resultado de dividir el valor atribuido entre el valor tipo, este último siendo siempre una constante “100” y el valor atribuido es la valoración que le da el investigador al desempeño que realiza el trabajador”.

- **Conversión a tiempos de ciclo T.C.**

Una vez obtenido el tiempo básico normal, se procedió a convertir a tiempo de ciclo, este resultado nos ayudó a trabajar en la estandarización de los procesos y a medir la producción.

En la tabla 3.10, se muestra el porcentaje de tolerancia y el tiempo de ciclo del primer proceso operativo que se registró en el D.A.P.

**Tabla 3.10** Lectura de proceso con T.C.

| Lecturas del proceso n° 01 |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |        |      |        |      |            |      |
|----------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|--------|------|------------|------|
| Proceso                    | Tiempo  | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   | T9   | T10  | tal T. | T.E. | V. (%) | T.N. | Tolerancia | T.C. |
| Cortado de capelladas      | minutos | 0.64 | 0.62 | 0.63 | 0.67 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.63 | 0.62 | 0.62 | 7.59   | 0.63 | 80     | 0.5  | 30%        | 0.65 |


“Tolerancia, son tiempos que se le adiciona en forma de porcentaje con múltiplos de 5 y en un rango de (0 % -100 %) a cada proceso, considerando unas series de factores y suplementos inevitables” (KANAWATY, 1998 pág. 338).

El propósito de la elaboración de la tabla de ciclo breve, fue mostrar la falta de estandarización en los procesos de producción y evidenciar el bajo desempeño de los trabajadores en el área de producción.

Interpretando el resultado de la tabla de ciclo breve, se pudo apreciar que el tiempo de ciclo es de 0.76 horas por cada 2 pares de zapatos (ver tabla 3.11), es decir, el promedio de elaboración de cada unidad es aproximadamente 11,4 minutos. Estos datos ayudaron a conocer el verdadero tiempo utilizado en la producción y por ende a calcular la eficiencia.

En la tabla 3.11, se muestra el tiempo de ciclo hallado para cada estación de trabajo.

**Tabla 3.11 Estudio de tiempos, ciclo breve**

| Estudio de tiempos: Ciclo breve |                       |  |              |             |                |                      |             |                |                     |   |
|---------------------------------|-----------------------|--|--------------|-------------|----------------|----------------------|-------------|----------------|---------------------|---|
| Hoja n°:                        |                       | 1 de 1                                   | F. Termino:  | 18/03/2021  | Observado por: | Samaniego Meza David |             |                |                     |   |
| Departamento:                   | Área de producción    |  | F. Comienzo: | 07/03/2021  | Instrumento:   | Cronometro           |             |                |                     |  |
| N°                              | Áreas                 | Proceso                                  | Tiempo       | Total T.O.  | T.E.           | V. (%)               | T.N.        | Tolerancia (%) | T.C. X Actividad    |   |
| 1                               | Área de corte         | Cortado de capelladas                    | minutos      | 6.32        | <b>0.63</b>    | <b>80</b>            | <b>0.50</b> | 30%            | 0.65                | 3.09  |
| 2                               |                       | Cortado de laterales y talones           | minutos      | 11.41       | <b>1.13</b>    | <b>85</b>            | <b>0.96</b> | 30%            | 1.25                |   |
| 3                               |                       | Cortado de cuellos y correa              | minutos      | 10.83       | <b>1.08</b>    | <b>85</b>            | <b>0.92</b> | 30%            | 1.19                |   |
| 4                               | Área de habilitado    | Marcado de capellada                     | minutos      | 2.79        | <b>0.28</b>    | <b>85</b>            | <b>0.24</b> | 28%            | 0.30                | 4.72  |
| 5                               |                       | Marcado de laterales y talones           | minutos      | 9.68        | <b>0.97</b>    | <b>80</b>            | <b>0.78</b> | 28%            | 0.99                |   |
| 6                               |                       | Marcado de cuellos y correa              | minutos      | 8.28        | <b>0.83</b>    | <b>85</b>            | <b>0.71</b> | 28%            | 0.90                |   |
| 7                               |                       | Pintado de bordes                        | minutos      | 12.98       | <b>1.30</b>    | <b>90</b>            | <b>1.17</b> | 28%            | 1.50                |   |
| 8                               |                       | Sellado de logo                          | minutos      | 3.09        | <b>0.31</b>    | <b>85</b>            | <b>0.26</b> | 28%            | 0.34                |   |
| 9                               | Cambrado de capellada | minutos                                  | 6.71         | <b>0.67</b> | <b>80</b>      | <b>0.54</b>          | 28%         | 0.69           | 3.24                |   |
| 10                              | Área de desbaste      | Desbaste de capellada                    | minutos      | 3.36        | <b>0.33</b>    | <b>80</b>            | <b>0.26</b> | 25%            |                     | 0.33  |
| 11                              |                       | Desbaste de laterales y talones          | minutos      | 10.50       | <b>1.05</b>    | <b>85</b>            | <b>0.89</b> | 25%            |                     | 1.12  |
| 12                              |                       | Desbaste de cuello y correa              | minutos      | 8.29        | <b>0.83</b>    | <b>80</b>            | <b>0.66</b> | 25%            |                     | 0.83  |
| 13                              |                       | Doblado de capellada                     | minutos      | 3.29        | <b>0.33</b>    | <b>80</b>            | <b>0.26</b> | 25%            |                     | 0.33  |
| 14                              |                       | Doblado de laterales y cuello            | minutos      | 6.02        | <b>0.60</b>    | <b>85</b>            | <b>0.51</b> | 25%            | 0.64                |   |
| 15                              | Área de aparado       | Costura de las piezas de cuero           | minutos      | 18.32       | <b>1.83</b>    | <b>85</b>            | <b>1.56</b> | 20%            | 1.87                | 5.46  |
| 16                              |                       | Costura de las piezas del forro          | minutos      | 15.83       | <b>1.58</b>    | <b>80</b>            | <b>1.26</b> | 20%            | 1.52                |   |
| 17                              |                       | Unir el cuero armado con el forro armado | minutos      | 13.3        | <b>1.33</b>    | <b>80</b>            | <b>1.06</b> | 20%            | 1.28                |   |
| 18                              |                       | Cerrar armado                            | minutos      | 8.33        | <b>0.83</b>    | <b>80</b>            | <b>0.66</b> | 20%            | 0.80                |   |
| 19                              | Área de pre-armado    | Marcado de talón y puntera               | minutos      | 6.69        | <b>0.67</b>    | <b>85</b>            | <b>0.57</b> | 25%            | 0.71                | 2.08  |
| 20                              |                       | Sellado de talón en caliente             | minutos      | 4.22        | <b>0.42</b>    | <b>80</b>            | <b>0.34</b> | 25%            | 0.42                |   |
| 21                              |                       | Sellado de talón en frío                 | minutos      | 4.68        | <b>0.47</b>    | <b>85</b>            | <b>0.40</b> | 25%            | 0.50                |   |
| 22                              |                       | Sellado de puntera en caliente           | minutos      | 4.23        | <b>0.42</b>    | <b>85</b>            | <b>0.36</b> | 25%            | 0.45                |   |
| 23                              | Área de armado        | Armado la punta - cuero armado           | minutos      | 5.06        | <b>0.50</b>    | <b>85</b>            | <b>0.43</b> | 20%            | 0.51                | 2.28  |
| 24                              |                       | Calentar talón de cuero armado           | minutos      | 4.23        | <b>0.42</b>    | <b>80</b>            | <b>0.34</b> | 20%            | 0.40                |   |
| 25                              |                       | Cerrar talón de cuero armado             | minutos      | 4.27        | <b>0.43</b>    | <b>85</b>            | <b>0.37</b> | 20%            | 0.44                |   |
| 26                              |                       | Corte de exceso de cuero                 | minutos      | 5.02        | <b>0.50</b>    | <b>80</b>            | <b>0.40</b> | 20%            | 0.48                |   |
| 27                              |                       | Quemado y golpeo de cuero armado         | minutos      | 4.67        | <b>0.47</b>    | <b>80</b>            | <b>0.38</b> | 20%            | 0.45                |   |
| 28                              | Área de pegado        | Pegado de planta y horma                 | minutos      | 71.75       | <b>7.17</b>    | <b>80</b>            | <b>5.74</b> | 15%            | 6.60                | 13.58   |
| 29                              |                       | Reactivado                               | minutos      | 60.05       | <b>6.00</b>    | <b>80</b>            | <b>4.80</b> | 15%            | 5.52                |   |
| 30                              |                       | Acomodado                                | minutos      | 4.56        | <b>0.45</b>    | <b>85</b>            | <b>0.38</b> | 15%            | 0.44                |   |
| 31                              |                       | Prensado                                 | minutos      | 11.09       | <b>1.11</b>    | <b>80</b>            | <b>0.89</b> | 15%            | 1.02                |   |
| 32                              | Área de acabado       | Quemado de arrugas                       | minutos      | 5.03        | <b>0.50</b>    | <b>85</b>            | <b>0.43</b> | 13%            | 0.48                | 4.69  |
| 33                              |                       | Borrado                                  | minutos      | 4.71        | <b>0.47</b>    | <b>85</b>            | <b>0.40</b> | 13%            | 0.45                |   |
| 34                              |                       | Sacar hormas                             | minutos      | 6.77        | <b>0.67</b>    | <b>80</b>            | <b>0.54</b> | 13%            | 0.61                |   |
| 35                              |                       | Echar fondo crast y lustramix            | minutos      | 8.71        | <b>0.87</b>    | <b>85</b>            | <b>0.74</b> | 13%            | 0.84                |   |
| 36                              |                       | Pulido y Pegado de sticker               | minutos      | 6.71        | <b>0.67</b>    | <b>85</b>            | <b>0.57</b> | 13%            | 0.64                |   |
| 37                              |                       | Plantillado                              | minutos      | 6.34        | <b>0.63</b>    | <b>85</b>            | <b>0.54</b> | 13%            | 0.61                |   |
| 38                              |                       | Empaquetado                              | minutos      | 10.51       | <b>1.05</b>    | <b>90</b>            | <b>0.95</b> | 13%            | 1.07                |   |
| TOTAL                           |                       |  |              | 398.63      | 39.80          | 83.03                | 0.86        |                | 39.14               | 39.14   |
|                                 |                       |  |              |             |                |                      |             |                | T. Transporte (min) | 4.10  |
|                                 |                       |  |              |             |                |                      |             |                | T. Recepción (min)  | 2.25  |
|                                 |                       |  |              |             |                |                      |             |                | T.C. Total          | 45.49   |
|                                 |                       |  |              |             |                |                      |             |                | T.C. x Hora         | 0.76  |

### Demora del talento humano

Partiendo del Diagrama Analítico de Procesos, en donde se evidenció que existen demoras antes y durante las actividades que realizan los trabajadores, se optó por elaborar una tabla en donde se enlistó una serie de factores que generan demoras y a partir de ello se pudo percibir el problema.

**Tabla 3.12** Demoras del talento humano

| N° | Demoras                             | Tiempo (min) | Repeticiones       |
|----|-------------------------------------|--------------|--------------------|
| 1  | Traslado entre las áreas de trabajo | 6 min        | Diario             |
| 2  | Cambio de ropa                      | 7 min        |                    |
| 3  | Búsqueda de hormas en almacén       | 6 min        |                    |
| 4  | Búsqueda de plantas en almacén      | 5 min        |                    |
| 5  | Reprocesos constantes               | 11 min       |                    |
| 6  | Falta de EPP'S                      | 3 min        |                    |
| 7  | Limpieza y desinfección             | 5 min        |                    |
| 8  | Faltas inesperadas y reorganización | 15 min       | Una vez por semana |
| 9  | Desabastecimiento de insumos        | 12 min       |                    |
| 10 | Llegada de materia prima            | 10 min       |                    |

En resumen, los tiempos que se pierden por semana son:

**Tabla 3.13** Demoras inexorables por semana

| Frecuencia         | Tiempo acumulado | Total a la semana |
|--------------------|------------------|-------------------|
| Diario             | 43 min           | 236.5 min         |
| Una vez por semana | 37 min           | 37 min            |
| <b>Total</b>       |                  | <b>273.5 min</b>  |

Según los datos que muestra la tabla 3.13, se puede apreciar que durante la semana se pierden aproximadamente 273.5 minutos.

#### Etapa: Analizar

Como resultado de la aplicación e interpretación del diagrama de Pareto se pudo constatar la existencia de tres problemas críticos, los cuales para poder simplificarlos utilizaremos la herramienta de la Espina de Ishikawa, empleando la técnica de los 6M.

- Materia prima



- Máquina
- Mano de obra
- Medioambiente
- Método
- Medida

En la figura 3.15, se muestra las causas encontradas para el primer problema crítico.

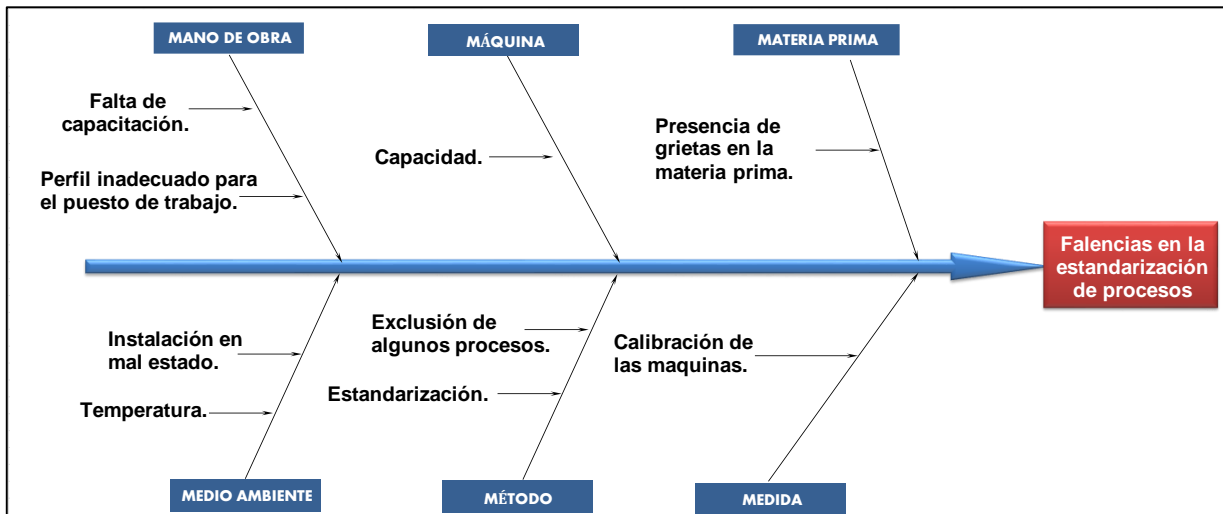


Figura 3.15 Diagrama de Ishikawa – problema crítico 1.

En la figura 3.16, se muestra las causas que están ocasionando la demora del personal de trabajo.

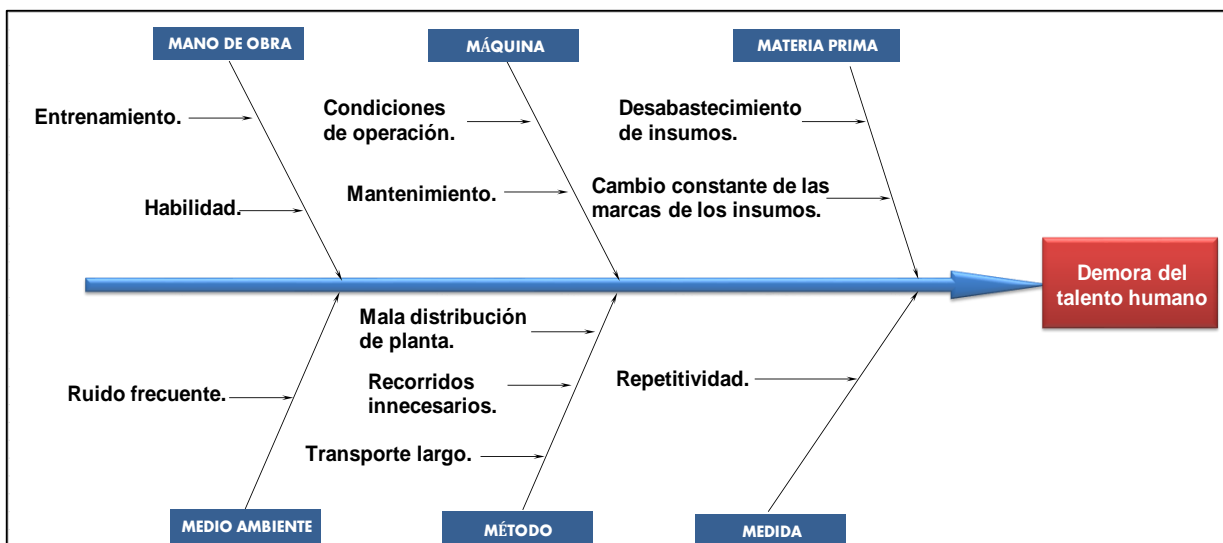


Figura 3.16 Diagrama de Ishikawa – problema crítico 2.

En la figura 3.17, se muestra las causas que están ocasionando la presencia de calzados defectuosos.

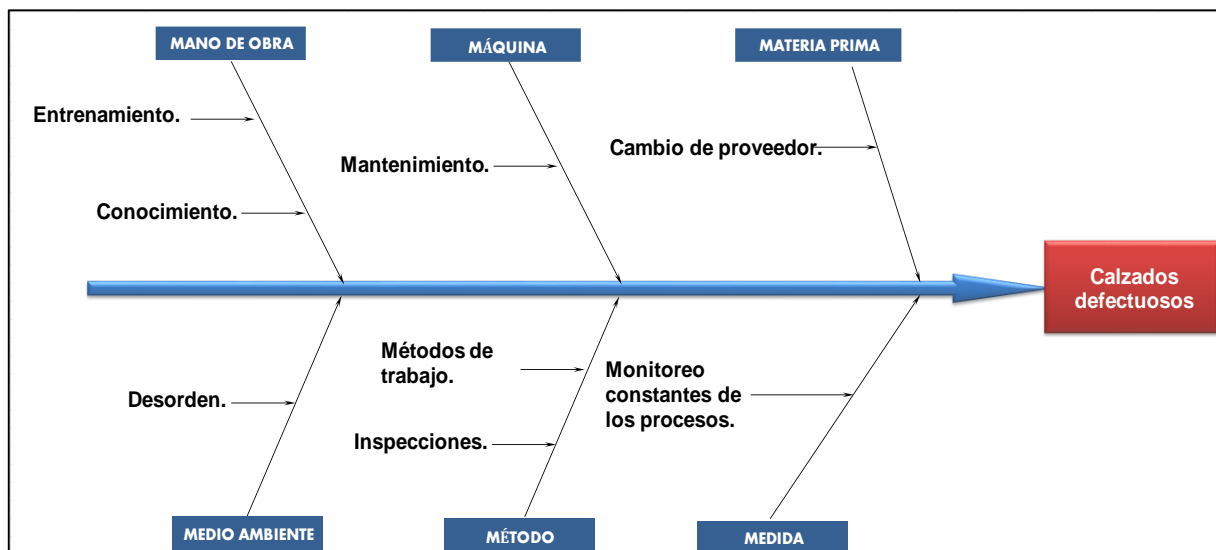


Figura 3.17 Diagrama de Ishikawa – problema crítico 3.

### Herramienta 5W1H

Como complemento del diagrama de Ishikawa, se utilizó la herramienta 5W1H, esta herramienta propone responder 6 preguntas básicas con la finalidad de llegar a una solución, teniendo definido los problemas críticos, se inició la ronda de preguntas.

En la figura 3.18, se muestra la solución que recomienda el diagrama 5W1H, para evitar que sigan existiendo irregularidades en la estandarización de procesos.

#### P.C.1: Falencias en la estandarización de procesos.

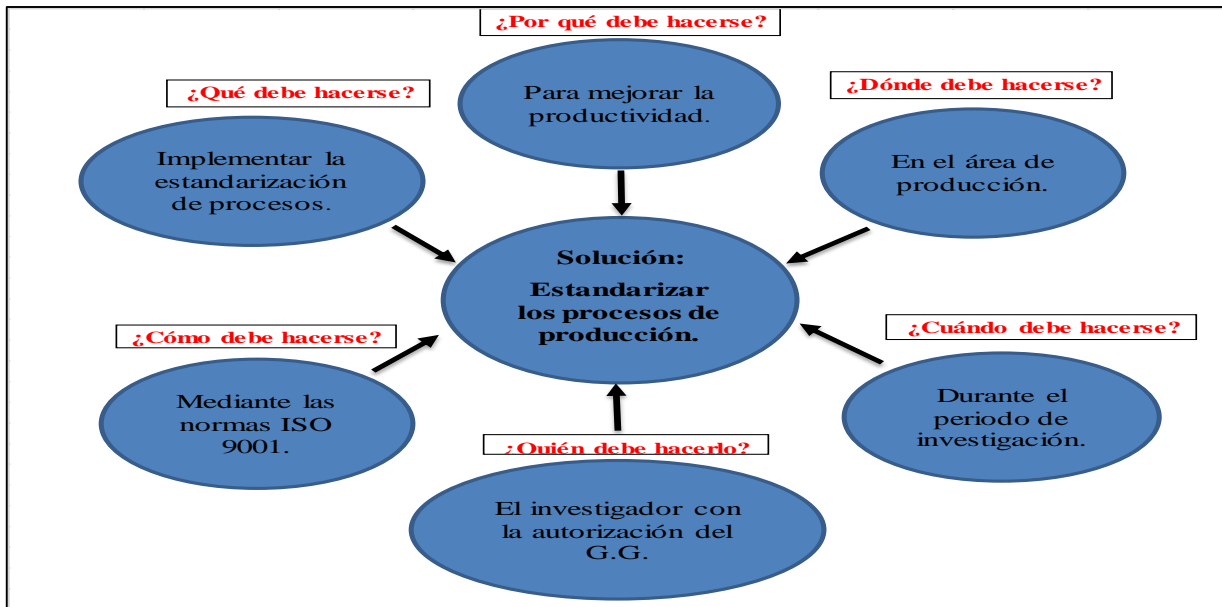


Figura 3.18 Diagrama 5W1H – problema crítico 1.

En la figura 3.19, se muestra la solución que recomienda el diagrama 5W1H, para evitar que sigan existiendo demoras del personal al momento de realizar sus actividades.

#### P.C.2: Demora del talento humano.

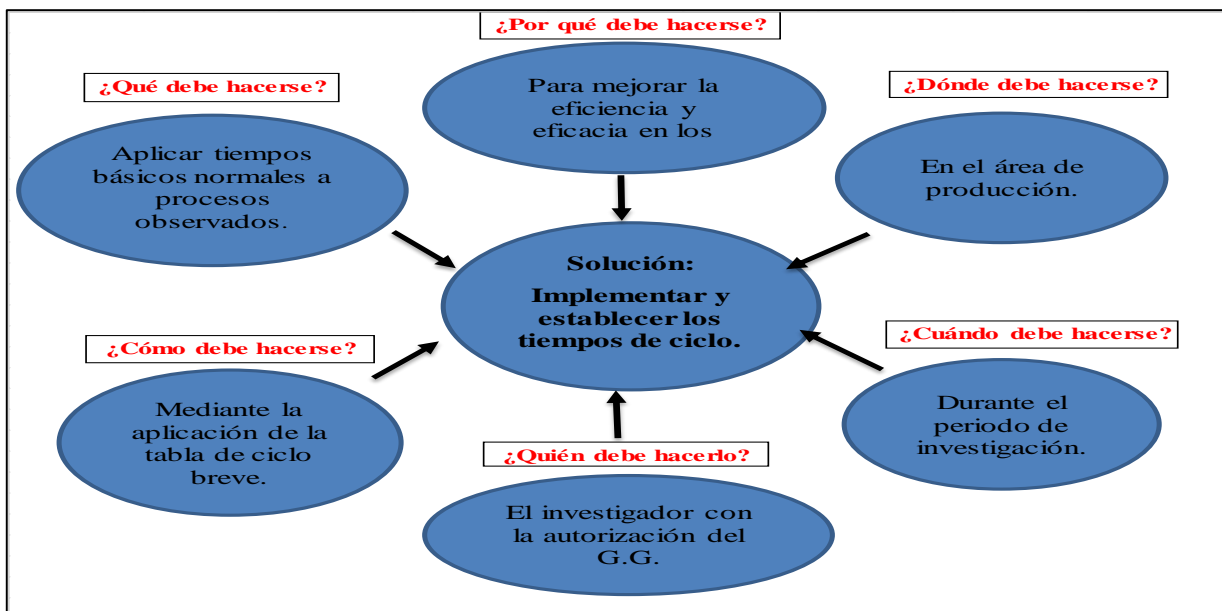


Figura 3.19 Diagrama 5W1H – problema crítico 2.

En la figura 3.20, se muestra la solución que recomienda el diagrama 5W1H, para evitar que sigan existiendo unidades defectuosas.

### P.C.3: Unidades defectuosas.

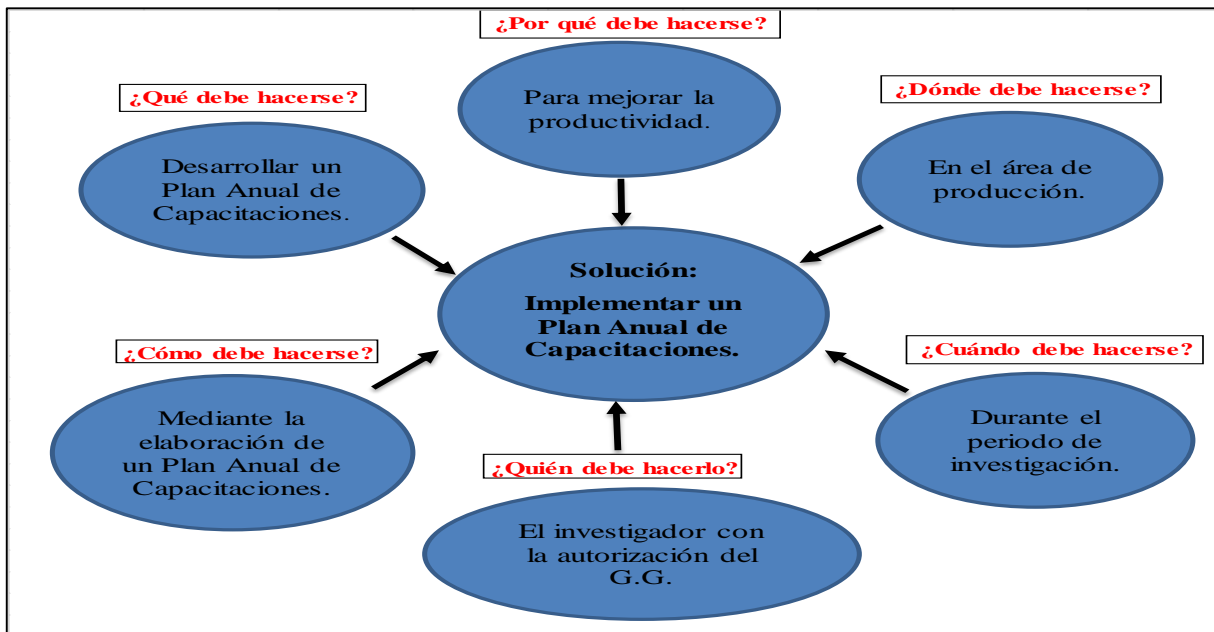


Figura 3.20 Diagrama 5W1H – problema crítico 3.

### Cálculo de la productividad

Continuando con la etapa donde se analiza los datos extraídos gracias a los instrumentos de medición, se prosiguió a calcular el estado actual de la productividad (ver tabla 3.14).

- **Eficacia:**

Para poder calcular este indicador, se tiene que dividir los pares conformes (con cero defectos) entre los pares producidos en la semana. Este resultado ayudará a percibir la capacidad de los trabajadores para producir calzados con cero defectos.

- **Eficiencia:**

Según (FONSECA, 2002), “para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, utilizaremos el tiempo de ciclo como dato primordial para determinar la eficiencia”, dividiendo el tiempo de ciclo (tiempo utilizado) entre el tiempo real (horas disponibles de trabajo), hallaremos la eficiencia de

los trabajadores con respecto al tiempo que emplean durante la semana para producir calzados con cero defectos.

Hallando estos dos indicadores, se supo la capacidad de producción actual que tiene la empresa para producir calzados con cero defectos y también se pudo calcular el nivel Six Sigma en el que se encuentra la entidad en estudio.

**Tabla 3.14** *Productividad antes de la mejora*

| <b>Cálculo de la productividad</b> |                                     |                        |                 |                            |                                 |                   |                      |
|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| <b>Semana</b>                      | <b>Pares proyectados a producir</b> | <b>Pares conformes</b> | <b>Eficacia</b> | <b>Tiempo Real (Horas)</b> | <b>Tiempo Utilizado (Horas)</b> | <b>Eficiencia</b> | <b>Productividad</b> |
| 1                                  | 210                                 | 197                    | 94%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 84.7%                |
| 2                                  | 207                                 | 193                    | 93%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 84.2%                |
| 3                                  | 204                                 | 192                    | 94%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 85.0%                |
| 4                                  | 204                                 | 192                    | 94%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 85.0%                |
| 5                                  | 202                                 | 189                    | 94%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 84.5%                |
| 6                                  | 210                                 | 196                    | 93%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 84.3%                |
| 7                                  | 202                                 | 189                    | 94%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 84.5%                |
| 8                                  | 201                                 | 188                    | 94%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 84.5%                |
| 9                                  | 202                                 | 192                    | 95%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 85.8%                |
| 10                                 | 204                                 | 193                    | 95%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 85.4%                |
| 11                                 | 201                                 | 188                    | 94%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 84.5%                |
| 12                                 | 202                                 | 190                    | 94%             | 40.4                       | 36.48                           | 90.30%            | 84.9%                |
| <b>Total</b>                       | <b>2449</b>                         | <b>2299</b>            | <b>94%</b>      | <b>484.8</b>               | 36.48                           | <b>90%</b>        | <b>85%</b>           |

### **Cálculo del nivel Sigma**

Para poder calcular el nivel sigma en el que se encuentra el área de producción de la empresa productora de calzados “KADIA’S DEL CENTRO”, se identificó los defectos por unidad que presentan los productos terminados, en este caso los calzados.

Según (SALAZAR, 2019), “lo primero que vale la pena considerar es que Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO) no es igual que Defectos Por Millón o Piezas Defectuosas por Millón; la diferencia radica en el concepto de Oportunidad”.

Definiremos oportunidad como el número de defectos que podría tener un producto terminado, considerando siempre estos defectos no muy graves, sino como defectos tolerables.

En conclusión, “los Defectos Por Millón de Oportunidades es el número real de defectos observados, extrapolado a cada millón de oportunidades de defectos” (SALAZAR, 2019).

Cuantificando los datos para calcular el DPO, se diagnosticó 5 oportunidades de defectos por unidad, que frecuentan ser los más comunes y se detalla a continuación:

- ❖ **Cortes imperfectos;** las piezas no deben exceder ni ser inferiores a la dimensión del molde, se puede solucionar siempre y cuando solo rebase un límite de  $\pm 2$  mm.
- ❖ **Mal pintado;** las piezas deben presentar un color uniforme en todas sus dimensiones y tener exactitud en sus bordes.
- ❖ **Mal acolche de talón;** el acolche con el forro debe ser ergonómico y mantener un espesor de 2 cm.
- ❖ **Mala aplicación del pegamento y el reactivador;** al momento de aplicar el pegamento y reactivador, los bordes de las plantas deben tener uniformidad, caso contrario se generará un reproceso.
- ❖ **Mala extracción de las hormas;** la extracción de la horma al calzado debe realizarse de manera cuidadosa, caso contrario habrá presencia de algunas imperfecciones en las suelas del producto y a generarse pequeñas rasgaduras en el interior del mismo, en efecto esto genera demora y pérdida de tiempo al tratar de cubrir las imperfecciones.

Se presenta a continuación el número de defectos que se logró contabilizar durante las doce semanas en la que se sostuvo la investigación para el análisis de datos.

**Tabla 3.15** *Números de defectos encontrados*

| Tipo de defecto | Descripción                                    | Número de defectos |
|-----------------|--|--------------------|
| <b>D1</b>       | Corte imperfectos                              | 60                 |
| <b>D2</b>       | Mal pintado                                    | 100                |
| <b>D3</b>       | Mal acolche de talón                           | 80                 |
| <b>D4</b>       | Mala aplicación del pegamento y el reactivador | 120                |
| <b>D5</b>       | Mala extracción de las hormas                  | 150                |
| <b>Total</b>    |  | <b>510</b>         |

Obtenido ya los datos, se procedió a calcular el DPO, donde:

D = Número de defectos observados en la muestra = 510

U = Tamaño de la muestra = 2449

O = Oportunidades de defectos por unidad = 5

Aplicando la fórmula para hallar el DPO, obtendríamos:

$$DPO = \frac{510}{2449 \times 5}$$

$$DPO = 0.04164$$

Obtenido el valor del DOP, se procedió a calcular el nivel sigma y para ello también se halló el desempeño del proceso yield.

Fórmula: (SALAZAR, 2019).

$$Yield \% = (1 - DPO) \times 100 \%$$

$$Yield \% = (1 - 0.04164) \times 100 \%$$

$$Yield \% = 95.84 \%$$

Interpretando el resultado de yield (desempeño del proceso) en la tabla de conversión, el nivel sigma sería 3.2. Esto significa que el proceso, por cada millón de oportunidades, tiene 44 600 defectos.

### **3.9.2. Propuesta de mejora**

#### **Etapas: Mejorar**

#### **Falta de estandarización**

El primer problema crítico que se identificó, fue la falta de estandarización que existe en los procesos de producción y el cual representa un 39.58 % con respecto al bajo rendimiento de la productividad. Utilizando el diagrama de 5W1H se encontró la manera de poder solucionar este problema crítico y se optó por aplicar la estandarización de procesos mediante la norma ISO 9001.

Según la norma (ISO 9001, 2015), "la estandarización permite lograr que los procesos de producción se optimicen y por ende mejorar la eficiencia y eficacia del sistema productivo".

Para poder lograr la estandarización de procesos, la ISO 9001 plantea 7 pasos:

### **Paso 1: Definir método**

En esta etapa se definió los métodos y herramientas que se utilizó para realizar el diagnóstico de los procesos a estandarizar, en la investigación se optó por el diagrama de flujo (ver figura 3.10) y el Diagrama Analítico de Procesos (ver figura 3.11 y 3.12), estas dos herramientas de investigación nos dieron a conocer la línea productiva que se desarrolla en la empresa que está en estudio.

### **Paso 2: Realizar el análisis del método**

En esta etapa, se documentó los procesos principales detallando el personal involucrado, las funciones que realizan y se enlistó las observaciones.

**Tabla 3.16** *Documentación de procesos hoja n°01*



| Departamento<br>(hoja 1 de 2) | Área                         | Personal involucrado                         | Actividades principales realizadas | Observación   |
|-------------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|---|
| <b>Producción</b>             |                              | Encargado de inventarios                     | Almacén de Materia prima           |   |
|                               | Área de Corte                | * Operario 1<br>* Operario 6<br>*Ayudante 2  | Transporte al área de corte        | 1. Presencia de rasgadas y grietas al momento de realizar el cortado de laterales y talones.                |
|                               |                              |  | Cortado de capelladas              |   |
|                               |                              |  | Cortado de laterales y talones     |   |
|                               |                              |  | Cortado de cuellos y correa        |   |
|                               |                              |  | Transporte al área de habilitado   |   |
|                               | Área de Habilitado           | * Operario 2<br>* Operario 5<br>* Operario 7 | Recepción de materiales            | 1. Recorrido innecesario para transportar hacia el área siguiente<br><br>2. Presencia de piezas defectuosas |
|                               |                              |  | Marcado de capellada               |   |
|                               |                              |  | Marcado de laterales y talones     |   |
|                               |                              |  | Marcado de cuello y correa         |   |
|                               |                              |  | Pintado de bordes                  |   |
|                               |                              |  | Sellado del logo                   |   |
|                               |                              |  | Cambrado de capellada              |   |
|                               |                              |  | Transporte al área de desbaste     |   |
|                               | Área de Desbaste             | * Operario 3<br>* Operario 8<br>* Ayudante 1 | Recepción de materiales            | 1. Recorrido innecesario para transportar hacia el área siguiente<br><br>2. Presencia de piezas defectuosas |
|                               |                              |  | Desbaste de capellada              |   |
|                               |                              |  | Desbaste de laterales y talones    |   |
|                               |                              |  | Desbaste de cuello y correa        |   |
|                               |                              |  | Doblado de capellada               |   |
|                               |                              |  | Doblado de laterales y cuello      |   |
|                               |                              |  | Transporte al área de armado       |   |
| Área de Armado                | * Operario 4<br>* Ayudante 2 | Recepción de materiales                      | 1. Presencia de piezas defectuosas |   |
|                               |                              | Costura de las piezas de cuero               |                                    |   |
|                               |                              | Costura de las piezas del forro              |                                    |   |
|                               |                              | Unir el cuero armado con el forro armado     |                                    |   |
|                               |                              | cerrar armado                                |                                    |   |
|                               |                              | Transporte al área de Pre-armado             |                                    |   |
|                               |                              | Recepción de materiales                      |                                    |   |

**Tabla 3.17 Documentación de procesos hoja n°02**

| Departamento<br>(hoja 2 de 2) | Área                         | Personal involucrado                         | Actividades principales realizadas | Observación  |
|-------------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|--|
| <b>Producción</b>             | Área de Pre-Armado           | * Operario 5                                 | Marcado de talón y puntera         |  |
|                               |                              |  | Sellado de talón en caliente       |  |
|                               |                              |  | Sellado de talón en frío           |  |
|                               |                              |  | Sellado de puntera en caliente     |  |
|                               |                              |  | Transporte al área de armado       |  |
|                               | Área de Armado               | * Operario 6                                 | Recepción de materiales            | 1. Recorrido innecesario para transportar hacia el área siguiente<br>2. Presencia de piezas defectuosas. |
|                               |                              |  | Armado la punta-cuero armado       |  |
|                               |                              |  | Calentar talón de cuero armado     |  |
|                               |                              |  | Cerrar talón de cuero armado       |  |
|                               |                              |  | Corte de exceso de cuero           |  |
|                               |                              |  | Quemado y golpeado de cuero armado |  |
|                               | Transporte al área de pegado |  |                                    |  |
|                               | Área de Pegado               | * Operario 7<br>* Ayudante 1<br>* Ayudante 2 | Recepción de materiales            | 1. Recorrido innecesario para transportar hacia el área siguiente.                                       |
|                               |                              |  | Pegado de planta y suela           |  |
|                               |                              |  | Reactivado                         |  |
|                               |                              |  | Acomodado                          |  |
|                               |                              |  | Prensado                           |  |
|                               |                              |  | Transporte al área de Acabado      |  |
|                               | Área de Acabado              | * Operario 8                                 | Recepción e inspección             | 1. Presencia de piezas defectuosas   |
|                               |                              |  | Quemado de arrugas                 |  |
| Borrado                       |                              |  |                                    |  |
| Sacar Hormas                  |                              |  |                                    |  |
| Echar fondo crast y lustramix |                              |  |                                    |  |
| Pulido y pegado de stiker     |                              |  |                                    |  |
| Plantillado                   |                              |  |                                    |  |
| Empaquetado                   |                              |  |                                    |  |

### Paso 3: Identificar las diferencias y realizar ajustes.

En este paso, se priorizó las observaciones encontradas y se planteó alternativas que puedan mejorar la línea de productividad, el objetivo común del desarrollo de todas las metodologías es cumplir con la mejora en la productividad.

Es por ello que nuestro primer planteamiento con respecto a las observaciones encontradas sería combinar procesos, esto con el fin de evitar que se genere más procesos. Analizando del D.A.P., se logró evidenciar que en cada área al momento de iniciar los procesos correspondientes hay procesos que no generan beneficios, tales como:

- Recepción de materiales

Con la finalidad de lograr un trabajo que no sea muy pausado, la empresa realizaba este proceso sin tomarle mucha importancia y de manera rápida, ahora bien la modificación que se planteó es combinarla con un proceso de inspección.

El tiempo actual que genera el proceso de recepción de materiales es:

**Tabla 3.18** *Tiempo n°01 que genera la operación de recepción de materiales*

|         | Tiempo de recepción por ciclo | Diario | Semanal | Cada 4 semanas |
|---------|-------------------------------|--------|---------|----------------|
| Minutos | 2.25                          | 12.83  | 72.20   | 288.82         |
| Horas   | 0.04                          | 0.21   | 1.20    | 4.81           |

Teniendo en cuenta que en la última estación de trabajo existe una operación combinada, la cual es ejecutada en un tiempo de 1.13 minutos, se proyectó ese tiempo al inicio de cada área al momento de realizar los procesos. El resultado que se obtuvo fue un incremento de tiempo como se muestra en la tabla 3.19.

**Tabla 3.19** *Tiempo n°02 que genera la operación de recepción de materiales*

|         | Tiempo de inspección y recepción por ciclo | Diario | Semanal | Cada 4 semanas |
|---------|--|--------|---------|----------------|
| Minutos | 9.04                                       | 51.53  | 290.10  | 1160.41        |
| Horas   | 0.15                                       | 0.86   | 4.84    | 19.34          |

Las horas que se consume a la semana actualmente en el proceso de recepción de materiales es 1.20 horas, ahora bien la tabla 3.19, en donde se obtuvo nuevos tiempos, las horas que se estiman para este nuevo proceso sería de 4,84 horas. A primera impresión es un incremento desorbitante de tiempo, pero se lograría obtener un trabajo con muy pocos defectos.

Otra observación que se encontró también, se planteó la opción de generar una redistribución de planta, se logra evidenciar que en el área de habilitado, el área de desbaste y el área de aparado se pierde demasiado tiempo al momento de realizar él transportes de materiales (ver figura 3.13).

Según (SALAS BACALLA, 1998), la distribución idónea para este estudio es la distribución por procesos. Esto debido a que dispondremos el equipo o los procesos de trabajo de acuerdo con los pasos progresivos necesarios para la fabricación de un producto. Si el equipo se dedica a la producción continua de una pequeña línea de productos, por lo general se le llama Línea de Producción o Línea de Montaje.

El tiempo que se demora en el proceso de transporte en estas áreas es:

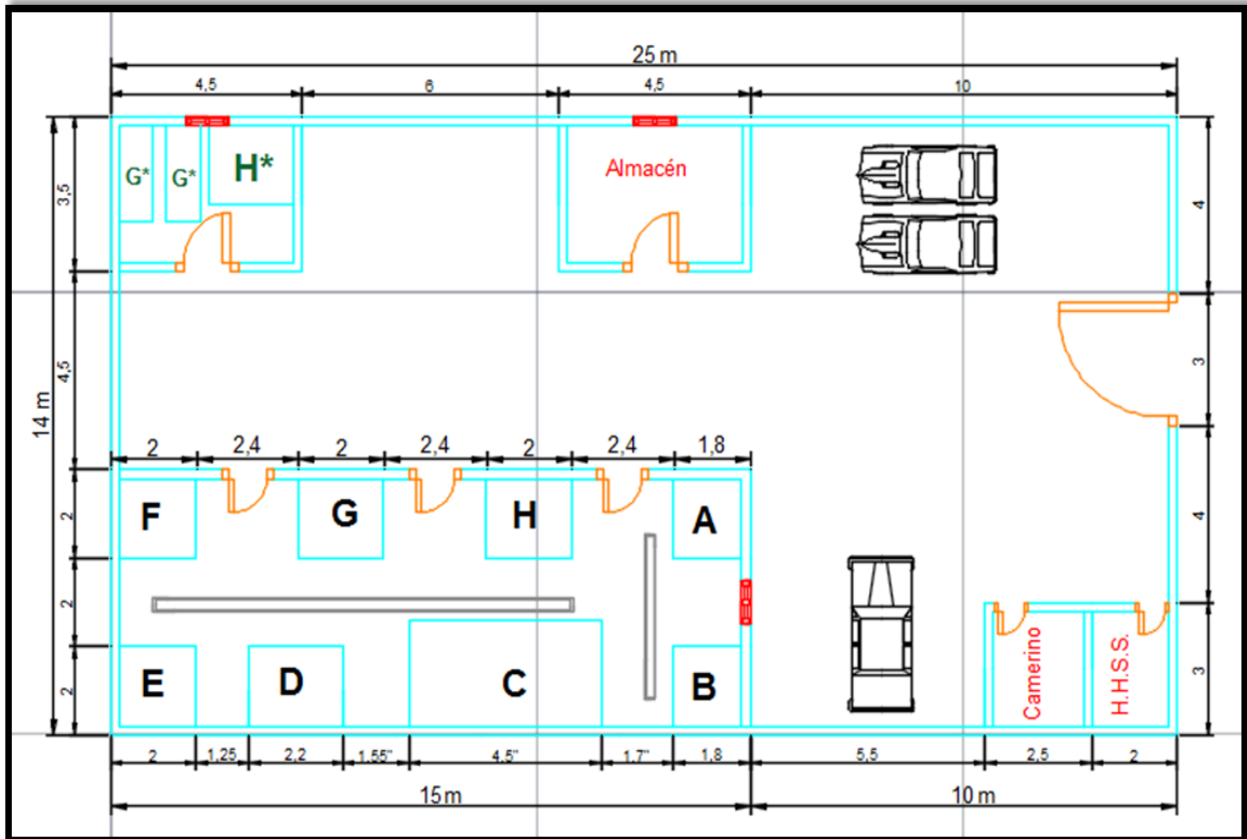
**Tabla 3.20** *Tiempo n°01 que genera la operación de transporte de materiales*

|         | Tiempo de transporte por ciclo | Diario | Semanal  | Cada 4 semanas |
|---------|--------------------------------|--------|----------|----------------|
| Minutos | 4.10                           | 23.37  | 131.5731 | 526.2924       |
| Horas   | 0.07                           | 0.39   | 2.19     | 8.77           |

Ya una vez hallado los tiempos, en donde la distancia entre las áreas de trabajo no fueran tan distantes, es decir que se mantenga como distancia máxima 2,4 metros y una distancia mínima de 1,25 metros, entonces el tiempo promedio que se le estimó por el proceso de traslado de materiales fue de 19,8 segundos.

De manera consecuente, se elaboró una nueva distribución de planta teniendo en cuenta los nuevos parámetros que se están planteando, esto con el objetivo de facilitar que sea una línea productiva eficiente para la elaboración del calzado de seguridad.

En la figura 3.21, se muestra la nueva distribución de las estaciones de trabajo en el área de producción y el nuevo sistema de flujo que se implementó.



|            |                      |   |                                   |
|------------|----------------------|---|-----------------------------------|
| Dibujado   | Samaniago Meza David | Empresa Productora de Calzados Kadia's del centro |                                   |
| Comprobado | Gerencia             |   |                                   |
| Área       | Producción           | Título  | Propuesta de Layout de la empresa |
| Escala     | 1:75                 | Hoja  | A4                                |

Figura 3.21 Nuevo plano de planta.

Donde:

| A             | B                  | C                | D               | E                    | F              | G              | H               | G*                   | H*     |
|---------------|--------------------|------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------------|--------|
| Área de corte | Área de habilitado | Área de desbaste | Área de aparado | Área de pre - armado | Área de Armado | Área de pegado | Área de acabado | Insumos y materiales | Hormas |

Según (GUERRERO, 2011), “menciona que las distribuciones de planta están relacionadas con el sistema de flujo y estas son más eficientes siempre que se presenten de las siguientes formas:”

- Sistema de flujo lineal
- Sistema de flujo en forma de L
- Sistema de flujo en forma de S
- Sistema de flujo en forma de U

Se optó por el sistema de flujo en forma de “U” y teniendo en cuenta que ahora la distancia entre las áreas no son muy lejanas y tomando como referencia el tiempo de transporte más corto en el D.A.P., se halló que el tiempo de transporte en promedio por área será 19,8 segundos.

**Tabla 3.21** *Tiempo n°02 que genera la operación de transporte de materiales*

|         | Tiempo de transporte por ciclo | Diario | Semanal | Cada 4 semanas |
|---------|--------------------------------|--------|---------|----------------|
| Minutos | 2.64                           | 15.05  | 84.72   | 338.88         |
| Horas   | 0.04                           | 0.25   | 1.41    | 5.65           |

Haciendo una comparación entre la tabla 3.20 y 3.21, se pudo observar que el tiempo de transporte se redujo casi un 50 %.

El cálculo de estos datos fueron desarrollados con el objetivo de mejorar la eficiencia en la empresa y antes de implementar estos tiempos se realizará una simulación.

#### **Paso 4: Ensayar o probar el nuevo método**

En este periodo se empleó el software de Pro Model, software que es muy utilizado para simular diferentes sistemas de manufactura y se desarrolló en 4 etapas.

##### **Etapa Nro.01: Definir la base de datos.**

Como primer paso, se configuró en el software el tiempo de ciclo de cada estación de trabajo, adicionando los nuevos tiempos de inspección y transporte que fueron hallados anteriormente como lo muestra la tabla 3.19 y la 3.21.

A continuación se muestra la base de datos que se utilizó para la configuración de nuestro programa de simulación:

Tabla 3.22 Tiempo de ciclo de cada estación de trabajo

| N°           | Estación           | Descripción                              | Tiempo de ciclo por actividad | Tiempo de ciclo por proceso |
|--------------|--------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|
| 1            | Área de corte      | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 4.55                        |
|              |                    | Cortado de capelladas                    | 0.65                          |                             |
|              |                    | Cortado de laterales y talones           | 1.25                          |                             |
|              |                    | Cortado de cuellos y correa              | 1.19                          |                             |
|              |                    | Transporte                               | 0.33                          |                             |
| 2            | Área de habilitado | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 6.18                        |
|              |                    | Marcado de capellada                     | 0.30                          |                             |
|              |                    | Marcado de laterales y talones           | 0.99                          |                             |
|              |                    | Marcado de cuellos y correa              | 0.90                          |                             |
|              |                    | Pintado de bordes                        | 1.50                          |                             |
|              |                    | Sellado de logo                          | 0.34                          |                             |
|              |                    | Cambrado de capellada                    | 0.69                          |                             |
|              |                    | Transporte                               | 0.33                          |                             |
| 3            | Área de desbaste   | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 4.70                        |
|              |                    | Desbaste de capellada                    | 0.33                          |                             |
|              |                    | Desbaste de laterales y talones          | 1.12                          |                             |
|              |                    | Desbaste de cuello y correa              | 0.83                          |                             |
|              |                    | Doblado de capellada                     | 0.33                          |                             |
|              |                    | Doblado de laterales y cuello            | 0.64                          |                             |
|              |                    | Transporte                               | 0.33                          |                             |
| 4            | Área de aparado    | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 6.92                        |
|              |                    | Costura de las piezas de cuero           | 1.87                          |                             |
|              |                    | Costura de las piezas del forro          | 1.52                          |                             |
|              |                    | Unir el cuero armado con el forro armado | 1.28                          |                             |
|              |                    | Cerrar armado                            | 0.80                          |                             |
|              |                    | Transporte                               | 0.33                          |                             |
| 5            | Área de pre-armado | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 3.54                        |
|              |                    | Marcado de talón y puntera               | 0.71                          |                             |
|              |                    | Sellado de talón en caliente             | 0.42                          |                             |
|              |                    | Sellado de talón en frío                 | 0.50                          |                             |
|              |                    | Sellado de puntera en caliente           | 0.45                          |                             |
|              |                    | Transporte                               | 0.33                          |                             |
| 6            | Área de armado     | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 3.74                        |
|              |                    | Armado la punta - cuero armado           | 0.51                          |                             |
|              |                    | Calentar talón de cuero armado           | 0.40                          |                             |
|              |                    | Cerrar talón de cuero armado             | 0.44                          |                             |
|              |                    | Corte de exceso de cuero                 | 0.48                          |                             |
|              |                    | Quemado y golpeo de cuero armado         | 0.45                          |                             |
|              |                    | Transporte                               | 0.33                          |                             |
| 7            | Área de pegado     | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 15.04                       |
|              |                    | Pegado de planta y horma                 | 6.60                          |                             |
|              |                    | Reactivado                               | 5.52                          |                             |
|              |                    | Acomodado                                | 0.44                          |                             |
|              |                    | Prensado                                 | 1.02                          |                             |
|              |                    | Transporte                               | 0.33                          |                             |
| 8            | Área de acabado    | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 6.15                        |
|              |                    | Quemado de arrugas                       | 0.48                          |                             |
|              |                    | Borrado                                  | 0.45                          |                             |
|              |                    | Sacar hormas                             | 0.61                          |                             |
|              |                    | Echar fondo crast y lustramixs           | 0.84                          |                             |
|              |                    | Pulido y pegado de sticker               | 0.64                          |                             |
|              |                    | Plantillado                              | 0.61                          |                             |
|              |                    | Empaquetado                              | 1.07                          |                             |
| Transporte   | 0.33               |  |                               |                             |
| <b>Total</b> |                    |  | <b>50.82</b>                  | <b>50.82</b>                |
|              |                    |  | T.C. Total                    | 50.82                       |
|              |                    |  | <b>T.C. x Hora</b>            | <b>0.85</b>                 |

Una vez establecida nuestra base de datos, se procedió a insertarlos en el software, se inició dando clic en el icono que contiene la flecha azul que lleva como nombre procesamiento.

En la figura 3.22, se muestra la configuración inicial para posteriormente introducir los tiempos de ciclo de cada área.

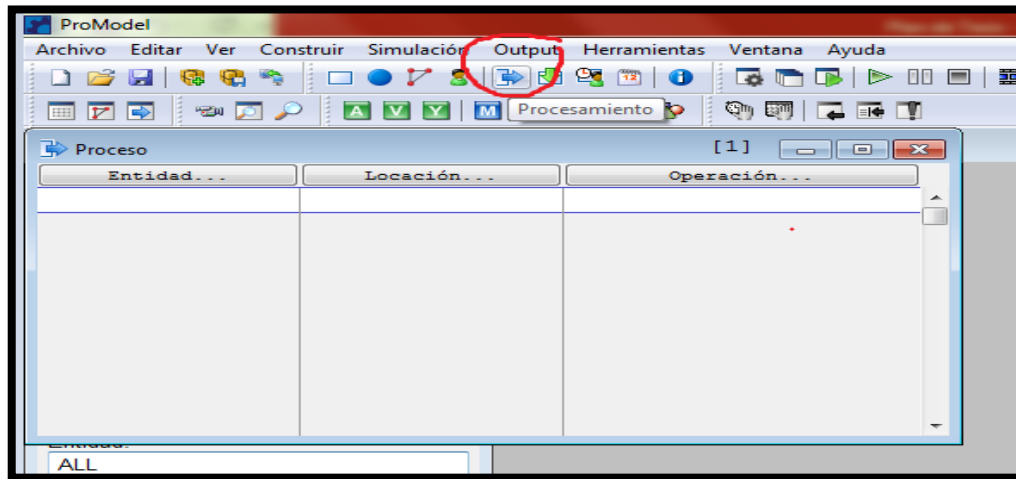


Figura 3.22 Configuración de datos en Pro Model.

Posterior a lo realizado, insertamos los tiempos de ciclo de cada estación de trabajo que se halló anteriormente.

En la figura 3.23, se muestra los tiempos de ciclo ya configurados en el software.

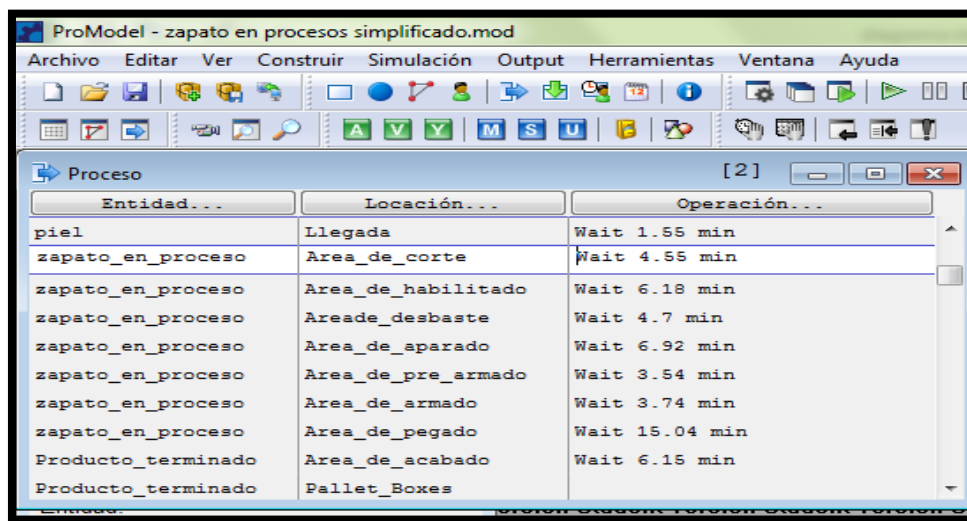


Figura 3.23 Implementación de tiempos en Pro Model.



## Etapa Nro.02: Construcción del diagrama de trabajo

Como parte de las alternativas que se plantearon para mejorar la productividad, se propuso realizar una nueva distribución de planta y se presenta a continuación la recomendación de algunos autores para lograr que sea eficiente.

Según (GUERRERO, 2011), “menciona que las distribuciones de planta están relacionadas con el sistema de flujo y estas son más eficientes siempre que se presenten de las siguientes formas:”

- Sistema de flujo lineal
- Sistema de flujo en forma de L
- Sistema de flujo en forma de S
- Sistema de flujo en forma de U

Optando por el sistema de flujo en forma de “U”, se procedió a graficar el nuevo ambiente de trabajo, en el software Pro Model.

En la figura 3.24, se muestra la nueva distribución de planta en el área de producción.

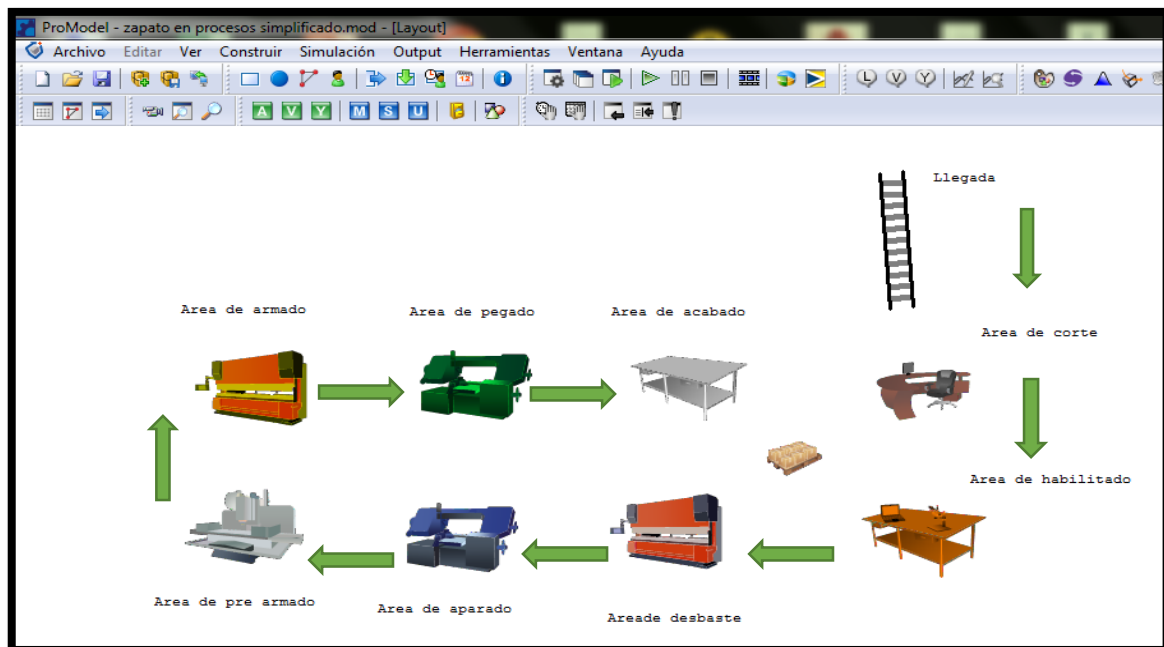


Figura 3.24 Ilustración del área de trabajo en Pro Model.

### Etapa Nro.03: Introducir el tiempo real de trabajo

En esta etapa, solo se insertó el tiempo de trabajo real, se realizó 2 simulaciones y se presenta a continuación:

En la figura 3.25, se muestra la configuración con el primer tiempo real de trabajo en el software.

- El primero será con el tiempo real actual, que es de 40.4 horas.

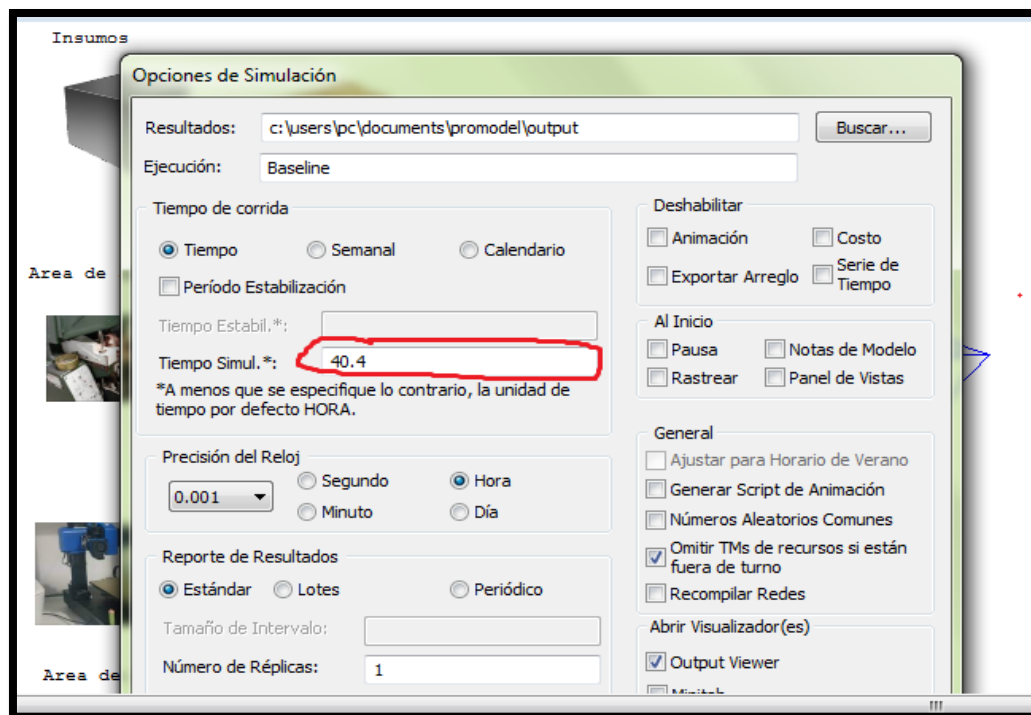
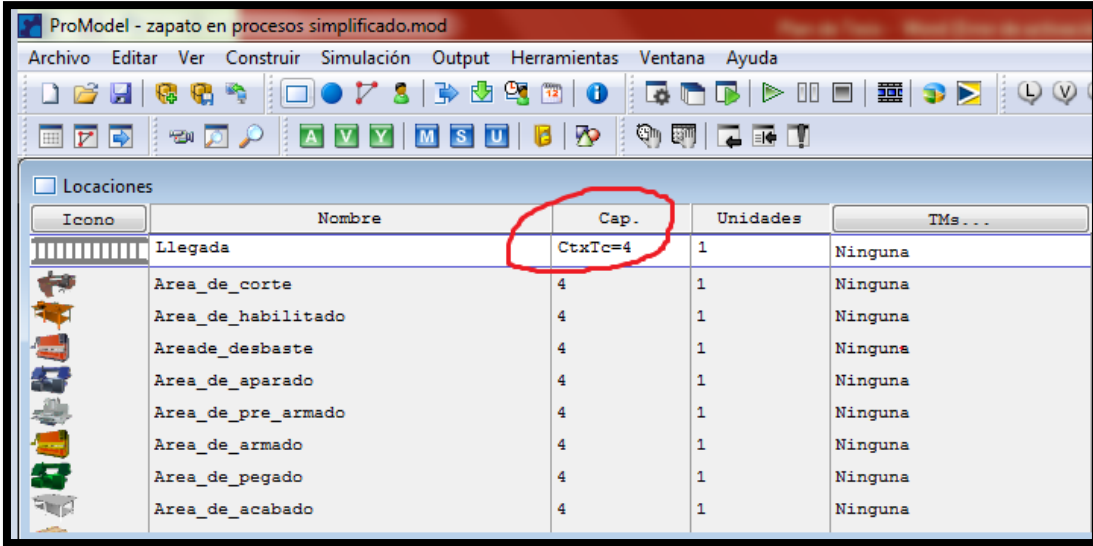


Figura 3.25 Configuración del tiempo real en Pro Model.

Antes de realizar la simulación, se tuvo que programar la capacidad actual que tiene cada estación de trabajo, según el D.A.P. que se halló anteriormente, la capacidad que aborda cada área es de 4 piezas.

En la figura 3.26, se muestra la capacidad que tiene cada estación de trabajo en el área de producción.



| Icono | Nombre             | Cap.    | Unidades | TMs...  |
|-------|--------------------|---------|----------|---------|
|       | Llegada            | CtxTc=4 | 1        | Ninguna |
|       | Area_de_corte      | 4       | 1        | Ninguna |
|       | Area_de_habilitado | 4       | 1        | Ninguna |
|       | Areade_desbaste    | 4       | 1        | Ninguna |
|       | Area_de_aparado    | 4       | 1        | Ninguna |
|       | Area_de_pre_armado | 4       | 1        | Ninguna |
|       | Area_de_armado     | 4       | 1        | Ninguna |
|       | Area_de_pegado     | 4       | 1        | Ninguna |
|       | Area_de_acabado    | 4       | 1        | Ninguna |

Figura 3.26 Capacidad de cada estación de trabajo en Pro Model.

En la figura 3.27, se muestra la configuración con el segundo tiempo real de trabajo en el software.

- La segunda simulación, se realizó con un tiempo de 43.15 horas, este dato se modificó debido a los nuevos cambios que se realizaron con el tiempo de transporte e inspección.

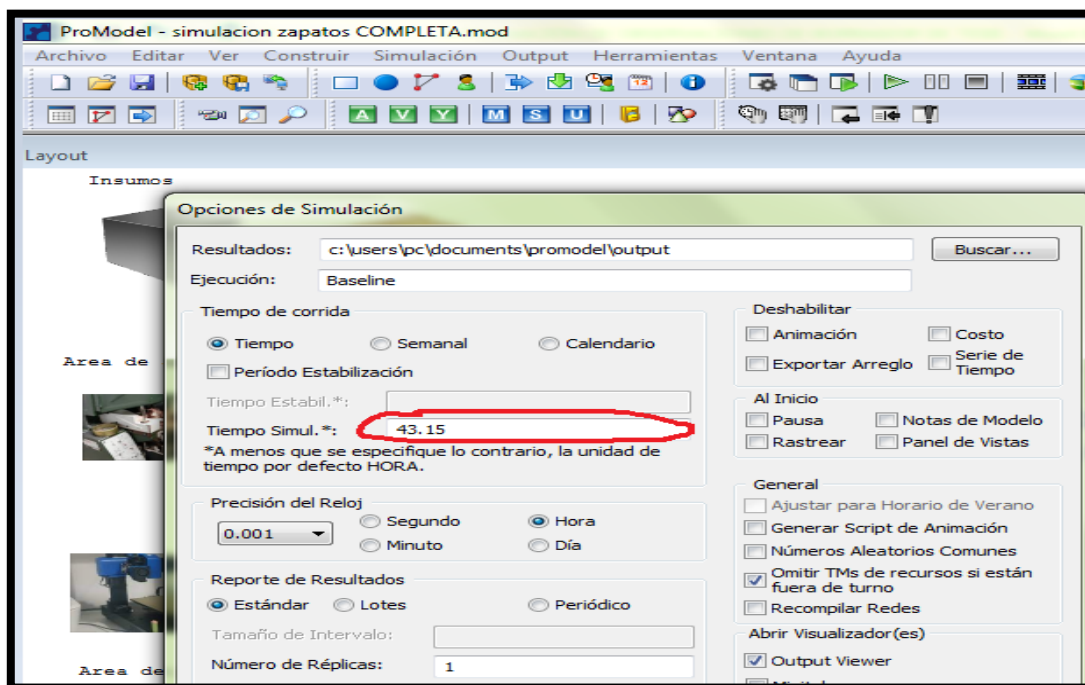
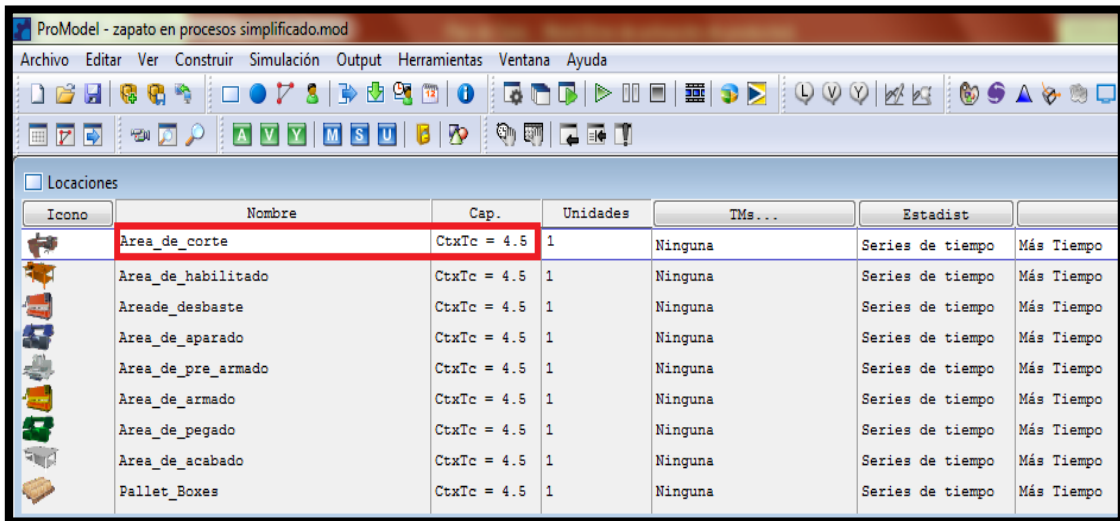


Figura 3.27 Tiempo real de trabajo en Pro Model.

La capacidad de cada estación de trabajo ahora cambia, ya que se incrementó los tiempos de inspección y se disminuyó los tiempos de transporte, por ende se suele disminuir significativamente los reprocesos e incrementar la capacidad a 4.5 piezas.

En la figura 3.28, se muestra la nueva capacidad que tiene cada área de trabajo.

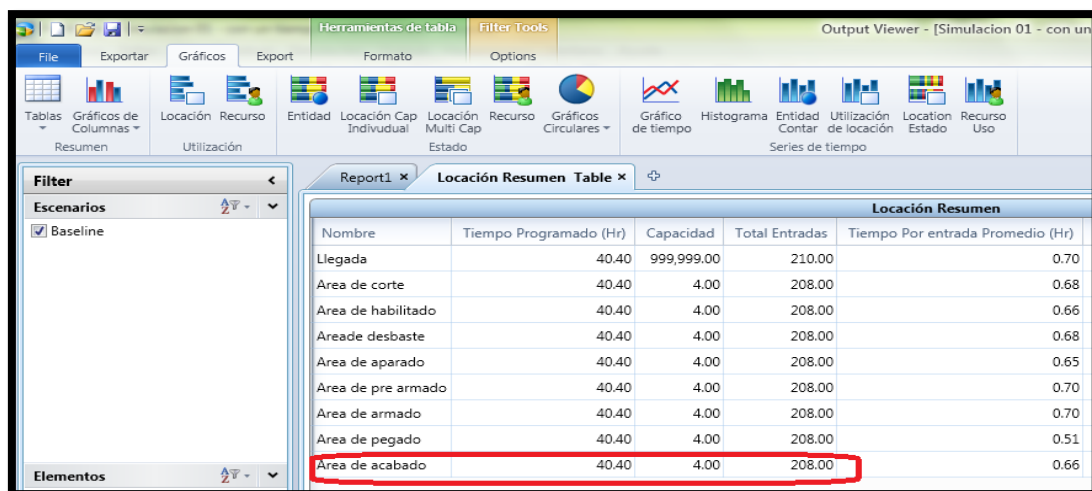


| Icono | Nombre             | Cap.        | Unidades | TMs...  | Estadist                    |
|-------|--------------------|-------------|----------|---------|-----------------------------|
|       | Area_de_corte      | CtxTc = 4.5 | 1        | Ninguna | Series de tiempo Más Tiempo |
|       | Area_de_habilitado | CtxTc = 4.5 | 1        | Ninguna | Series de tiempo Más Tiempo |
|       | Areade_desbaste    | CtxTc = 4.5 | 1        | Ninguna | Series de tiempo Más Tiempo |
|       | Area_de_aparado    | CtxTc = 4.5 | 1        | Ninguna | Series de tiempo Más Tiempo |
|       | Area_de_pre_armado | CtxTc = 4.5 | 1        | Ninguna | Series de tiempo Más Tiempo |
|       | Area_de_armado     | CtxTc = 4.5 | 1        | Ninguna | Series de tiempo Más Tiempo |
|       | Area_de_pegado     | CtxTc = 4.5 | 1        | Ninguna | Series de tiempo Más Tiempo |
|       | Area_de_acabado    | CtxTc = 4.5 | 1        | Ninguna | Series de tiempo Más Tiempo |
|       | Pallet_Boxes       | CtxTc = 4.5 | 1        | Ninguna | Series de tiempo Más Tiempo |

Figura 3.28 T.C. obtenidos en Pro Model.

#### Etapa Nro.04: Muestra de los resultados

Para desarrollar el análisis de los resultados, se muestra a continuación las primeras simulaciones con un tiempo real de trabajo de 40.4 horas.



| Nombre             | Tiempo Programado (Hr) | Capacidad  | Total Entradas | Tiempo Por entrada Promedio (Hr) |
|--------------------|------------------------|------------|----------------|----------------------------------|
| Llegada            | 40.40                  | 999,999.00 | 210.00         | 0.70                             |
| Area de corte      | 40.40                  | 4.00       | 208.00         | 0.68                             |
| Area de habilitado | 40.40                  | 4.00       | 208.00         | 0.66                             |
| Areade desbaste    | 40.40                  | 4.00       | 208.00         | 0.68                             |
| Area de aparado    | 40.40                  | 4.00       | 208.00         | 0.65                             |
| Area de pre armado | 40.40                  | 4.00       | 208.00         | 0.70                             |
| Area de armado     | 40.40                  | 4.00       | 208.00         | 0.70                             |
| Area de pegado     | 40.40                  | 4.00       | 208.00         | 0.51                             |
| Area de acabado    | 40.40                  | 4.00       | 208.00         | 0.66                             |

Figura 3.29 Resultado Nro.01 obtenido en Pro Model con un tiempo de 40.4 horas.

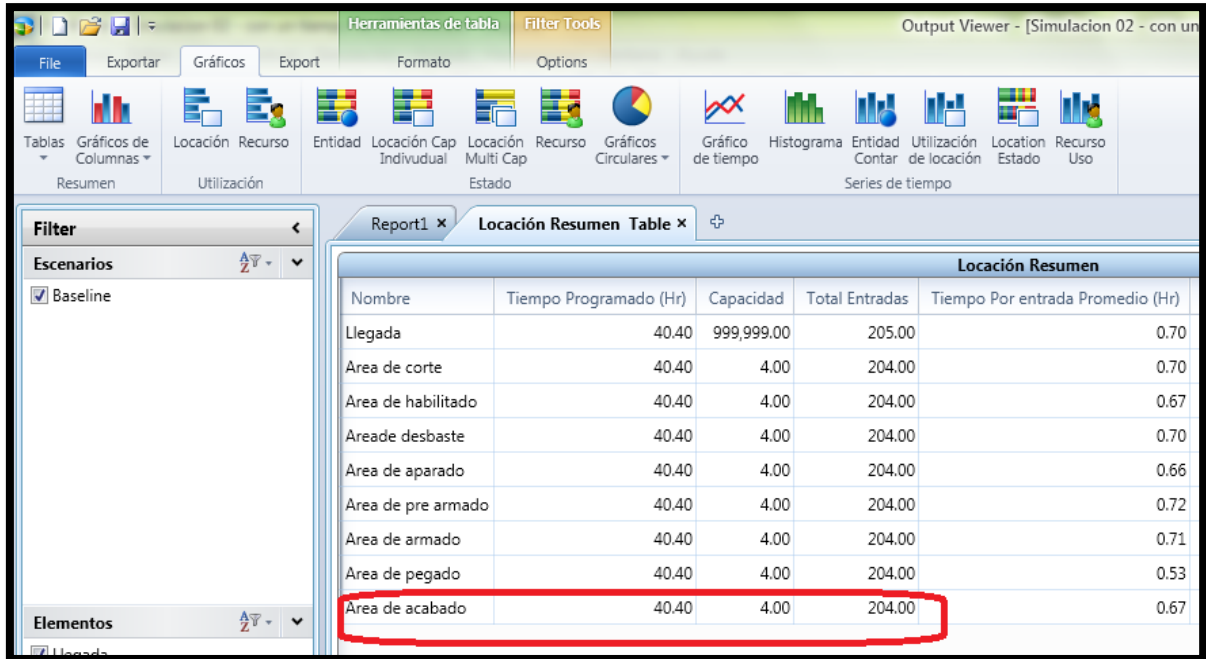


Figura 3.30 Resultado Nro.02 obtenido en Pro Model con un tiempo de 40.4 horas.

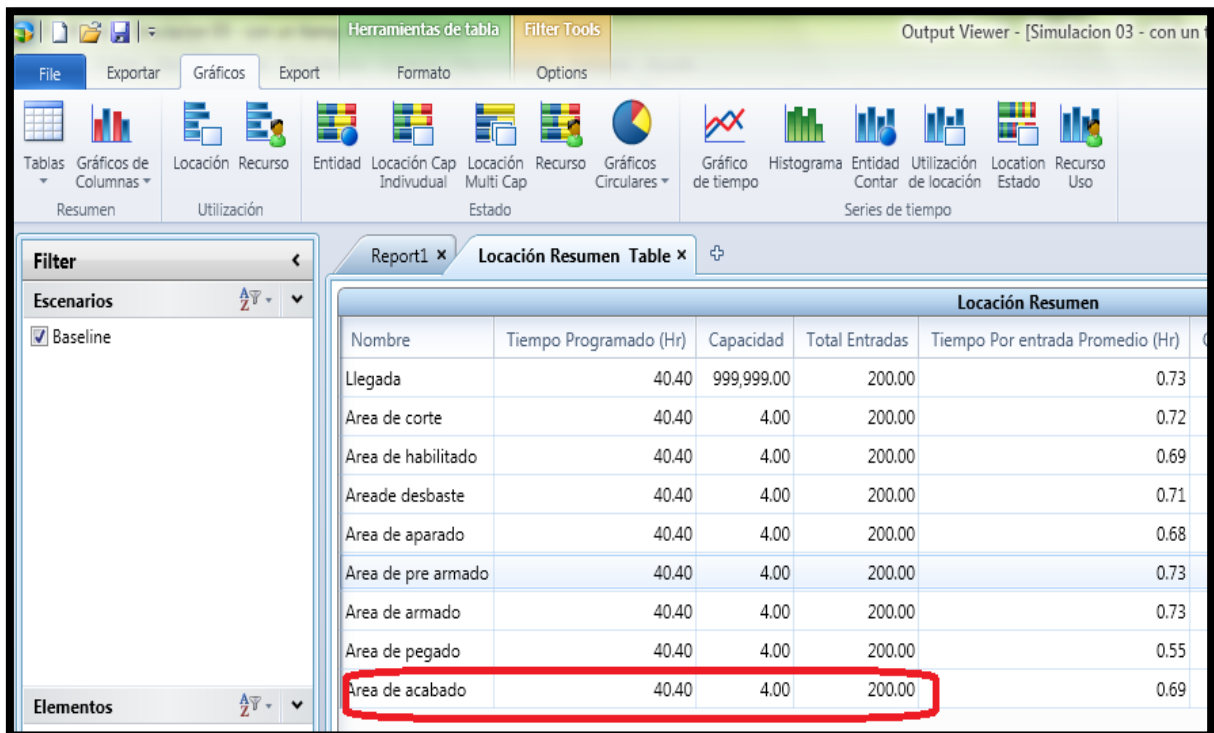
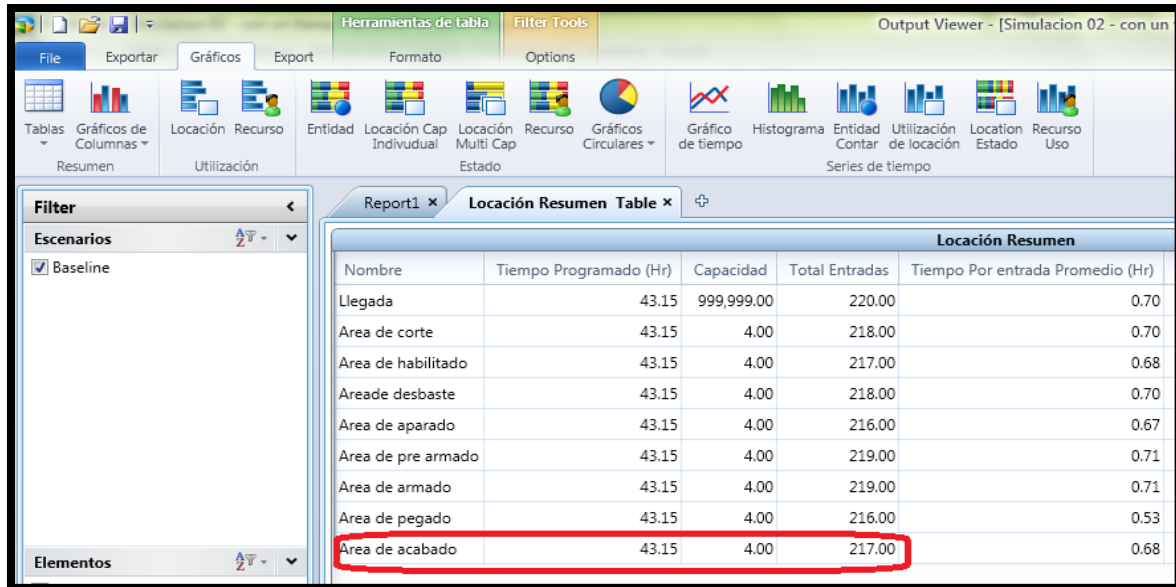


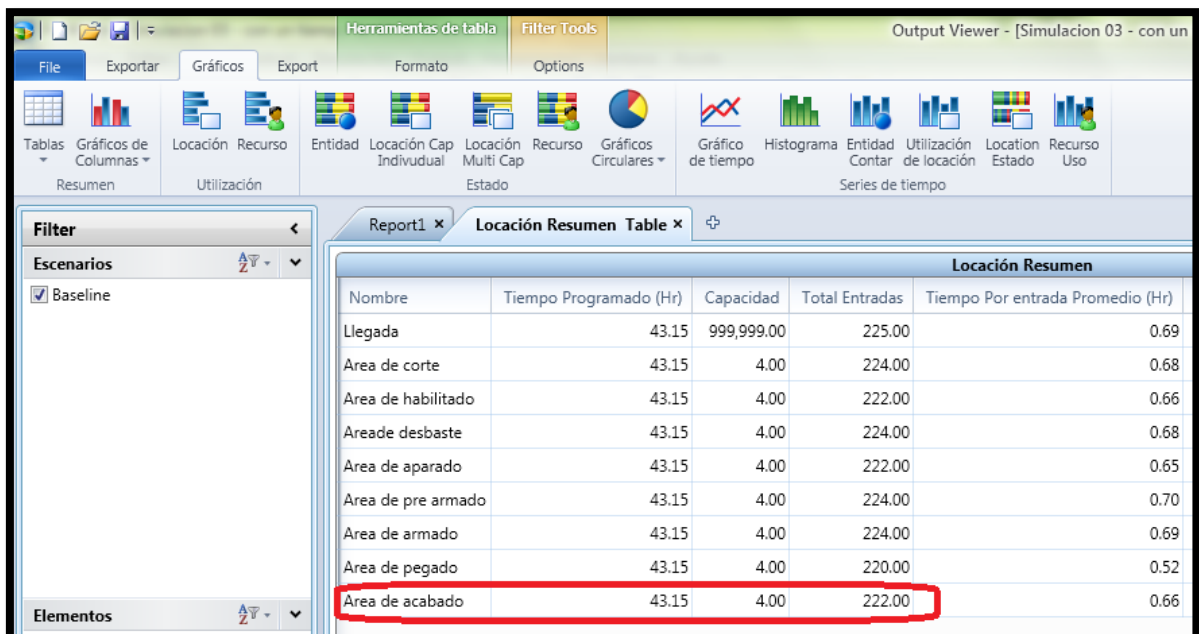
Figura 3.31 Resultado Nro.03 obtenido en Pro Model con un tiempo de 40.4 horas.

Cuando se trabaja con un tiempo real de 40.40 horas, el software nos muestra que se llega a culminar 208 pares en promedio por semana. Ahora para las siguientes simulaciones se trabajó con un tiempo real de trabajo de 43.15 horas.



| Nombre             | Tiempo Programado (Hr) | Capacidad  | Total Entradas | Tiempo Por entrada Promedio (Hr) |
|--------------------|------------------------|------------|----------------|----------------------------------|
| Llegada            | 43.15                  | 999,999.00 | 220.00         | 0.70                             |
| Area de corte      | 43.15                  | 4.00       | 218.00         | 0.70                             |
| Area de habilitado | 43.15                  | 4.00       | 217.00         | 0.68                             |
| Areade desbaste    | 43.15                  | 4.00       | 218.00         | 0.70                             |
| Area de aparado    | 43.15                  | 4.00       | 216.00         | 0.67                             |
| Area de pre armado | 43.15                  | 4.00       | 219.00         | 0.71                             |
| Area de armado     | 43.15                  | 4.00       | 219.00         | 0.71                             |
| Area de pegado     | 43.15                  | 4.00       | 216.00         | 0.53                             |
| Area de acabado    | 43.15                  | 4.00       | 217.00         | 0.68                             |

Figura 3.32 Resultado Nro.01 obtenido en Pro Model con un tiempo de 43.15 horas.



| Nombre             | Tiempo Programado (Hr) | Capacidad  | Total Entradas | Tiempo Por entrada Promedio (Hr) |
|--------------------|------------------------|------------|----------------|----------------------------------|
| Llegada            | 43.15                  | 999,999.00 | 225.00         | 0.69                             |
| Area de corte      | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.68                             |
| Area de habilitado | 43.15                  | 4.00       | 222.00         | 0.66                             |
| Areade desbaste    | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.68                             |
| Area de aparado    | 43.15                  | 4.00       | 222.00         | 0.65                             |
| Area de pre armado | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.70                             |
| Area de armado     | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.69                             |
| Area de pegado     | 43.15                  | 4.00       | 220.00         | 0.52                             |
| Area de acabado    | 43.15                  | 4.00       | 222.00         | 0.66                             |

Figura 3.33 Resultados Nro.02 obtenido en Pro Model con un tiempo de 43.15 horas.

The screenshot shows the 'Locación Resumen Table' in the Pro Model software. The table contains the following data:

| Nombre             | Tiempo Programado (Hr) | Capacidad  | Total Entradas | Tiempo Por entrada Promedio (Hr) |
|--------------------|------------------------|------------|----------------|----------------------------------|
| Llegada            | 43.15                  | 999,999.00 | 225.00         | 0.69                             |
| Area de corte      | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.68                             |
| Area de habilitado | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.65                             |
| Area de desbaste   | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.68                             |
| Area de aparado    | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.64                             |
| Area de pre armado | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.70                             |
| Area de armado     | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.69                             |
| Area de pegado     | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.51                             |
| Area de acabado    | 43.15                  | 4.00       | 224.00         | 0.65                             |

*Figura 3.34* Resultados Nro.03 obtenido en Pro Model con un tiempo de 43.15 horas.

Cuando se trabaja con un tiempo real de 43.15 horas, el software nos muestra que se llega a culminar entre 217 y 224 pares en promedio por semana, ante estos datos positivos que hemos obtenido y que van a favor de nuestros objetivos de la investigación, procederemos a plasmarlos en la empresa.

Para generalizar los datos obtenidos en la figura 3.27, tenemos que tener en claro que el tiempo de ciclo se ha incrementado aproximadamente 5 minutos, esto debido a que se agregó nuevos procesos y otro dato que se modificó también son las unidades por cada ciclo de proceso que subió en 1 pieza, se muestra a continuación el resumen de la simulación en la tabla 3.22.

**Tabla 3.22** *Resumen de simulación en Pro Model*

| Simulación                                  | Mejora  | Pares producidos en la simulación |        |        |
|---|---|-----------------------------------|--------|--------|
|   |   | Pésimo                            | Normal | Óptimo |
| Simulación del tiempo ciclo                 | Se da a conocer la cantidad de unidades que se puede producir en 40.40 horas.                                 | 200                               | 204    | 208    |
| Implementación de los procesos combinados   | Se disminuye los tiempos de reprocesos y se incrementa el tiempo disponible para trabajar en 43.15 horas.     | 217                               | 222    | 224    |
| Redistribución de las estaciones de trabajo | Se disminuye los tiempos de reorganización y se incrementa el tiempo disponible para trabajar en 43.15 horas. | 217                               | 222    | 224    |

Lo que se puede apreciar en la tabla 3.22, es el incremento de la producción gracias a la implementación de los nuevos cambios que se realizaron.

### **Paso 5: Documentar el proceso**

En esta etapa, se puso en conocimiento a todo el personal involucrado en el área de producción los tiempos ya establecidos para cada estación de trabajo y los nuevos procesos que se sumaran para tratar de eliminar los productos defectuosos, se planea transmitir estos nuevos eventos mediante capacitaciones que se elaboraran en una etapa posterior a esta.

### **Paso 6: Desplegar al personal**

La fecha establecida para empezar a aplicar estos nuevos cambios será partir del mes de marzo del 2021 y está proyectado a ver los resultados entre los meses de mayo y julio del 2021.

### **Paso 7: Aplicar**

Una vez ya aplicado, se realiza el monitoreo correspondiente en el transcurso del tiempo mediante fichas que controlen la producción.



### **3.9.3. Implementación de la mejora**

#### **Implementación del tiempo ciclo modificado**

Al momento de incluir los procesos de inspección y recepción en cada estación de trabajo y logrando una redistribución que simplifica movimientos de los trabajadores en el área de producción, se incrementó el tiempo de ciclo a 0.85 horas para cada 9 unidades de calzados terminados, para mayor detalles ver la (Tabla 3.23).

**Tabla 3.23** *Tiempo de ciclo posterior a la mejora*

| N°           | Estación           | Descripción                              | Tiempo de ciclo por actividad | Tiempo de ciclo por proceso |
|--------------|--------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|
| 1            | Área de corte      | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 4.55                        |
|              |                    | Cortado de capelladas                    | 0.65                          |                             |
|              |                    | Cortado de laterales y talones           | 1.25                          |                             |
|              |                    | Cortado de cuellos y correa              | 1.19                          |                             |
|              |                    | Transporte                               | 0.33                          |                             |
| 2            | Área de habilitado | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 6.18                        |
|              |                    | Marcado de capellada                     | 0.30                          |                             |
|              |                    | Marcado de laterales y talones           | 0.99                          |                             |
|              |                    | Marcado de cuellos y correa              | 0.90                          |                             |
|              |                    | Pintado de bordes                        | 1.50                          |                             |
|              |                    | Sellado de logo                          | 0.34                          |                             |
|              |                    | Cambrado de capellada                    | 0.69                          |                             |
| Transporte   | 0.33               |  |                               |                             |
| 3            | Área de desbaste   | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 4.70                        |
|              |                    | Desbaste de capellada                    | 0.33                          |                             |
|              |                    | Desbaste de laterales y talones          | 1.12                          |                             |
|              |                    | Desbaste de cuello y correa              | 0.83                          |                             |
|              |                    | Doblado de capellada                     | 0.33                          |                             |
|              |                    | Doblado de laterales y cuello            | 0.64                          |                             |
| Transporte   | 0.33               |  |                               |                             |
| 4            | Área de aparado    | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 6.92                        |
|              |                    | Costura de las piezas de cuero           | 1.87                          |                             |
|              |                    | Costura de las piezas del forro          | 1.52                          |                             |
|              |                    | Unir el cuero armado con el forro armado | 1.28                          |                             |
|              |                    | Cerrar armado                            | 0.80                          |                             |
| Transporte   | 0.33               |  |                               |                             |
| 5            | Área de pre-armado | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 3.54                        |
|              |                    | Marcado de talón y puntera               | 0.71                          |                             |
|              |                    | Sellado de talón en caliente             | 0.42                          |                             |
|              |                    | Sellado de talón en frío                 | 0.50                          |                             |
|              |                    | Sellado de puntera en caliente           | 0.45                          |                             |
| Transporte   | 0.33               |  |                               |                             |
| 6            | Área de armado     | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 3.74                        |
|              |                    | Armado la punta - cuero armado           | 0.51                          |                             |
|              |                    | Calentar talón de cuero armado           | 0.40                          |                             |
|              |                    | Cerrar talón de cuero armado             | 0.44                          |                             |
|              |                    | Corte de exceso de cuero                 | 0.48                          |                             |
|              |                    | Quemado y golpeo de cuero armado         | 0.45                          |                             |
| Transporte   | 0.33               |  |                               |                             |
| 7            | Área de pegado     | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 15.04                       |
|              |                    | Pegado de planta y horma                 | 6.60                          |                             |
|              |                    | Reactivado                               | 5.52                          |                             |
|              |                    | Acomodado                                | 0.44                          |                             |
|              |                    | Prensado                                 | 1.02                          |                             |
| Transporte   | 0.33               |  |                               |                             |
| 8            | Área de acabado    | Recepción e inspección                   | 1.13                          | 6.15                        |
|              |                    | Quemado de arrugas                       | 0.48                          |                             |
|              |                    | Borrado                                  | 0.45                          |                             |
|              |                    | Sacar hormas                             | 0.61                          |                             |
|              |                    | Echar fondo crast y lustramixs           | 0.84                          |                             |
|              |                    | Pulido y Pegado de sticker               | 0.64                          |                             |
|              |                    | Plantillado                              | 0.61                          |                             |
|              |                    | Empaquetado                              | 1.07                          |                             |
| Transporte   | 0.33               |  |                               |                             |
| <b>Total</b> |                    |  | 50.82                         | <b>50.82</b>                |
|              |                    |  | T.C. Total                    | 50.82                       |
|              |                    |  | T.C. x Hora                   | <b>0.85</b>                 |

### Diagrama analítico de procesos.

Uno de los problemas que tuvo la empresa y que era evidente al momento de realizar el estudio, era el poco interés que existía en el proceso de inspección, es por ende que en la elaboración de este nuevo D.A.P., se priorizó los tiempos invertidos en las inspecciones, que ahora son adicionadas con minutos y ubicadas al inicio de cada estación de trabajo. Otro punto

importante también es el desplazamiento, que ahora es más eficaz como lo muestra la siguiente ilustración (ver figura 3.35).

En la figura 3.35, se muestra la hoja n° 01 en donde se da a conocer la representación gráfica de los procesos después de realizar la implementación de la metodología Six Sigma.







| Diagrama analítico de proceso después de la mejora                                      |  |                |   |   |   |  |   |   |                       |  |
|---|--|----------------|---|---|---|--|---|---|-----------------------|--|
| Diagrama n°   | 2  | Resumen        |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| Proceso   | Elaboración de calzados de Seguridad     | Actividad      | Actual  | Mejora  | Ahorro  | Observación  |   |   |                       |  |
| Lugar   | Área de Producción                       | Operación      | 45  | 37  | 8   |  |   |   |                       |  |
| Hoja n°   | 1 de 2                                   | Transporte     | 8   | 8   | 0   |  |   |   |                       |  |
| Fecha   | 07/06/2021                               | Demora         | 0   | 0   | 0   |  |   |   |                       |  |
| <b>Autor: Samaniego Meza David</b>  |  | Inspección     | 0   | 0   | 0   |  |   |   |                       |  |
| Nota: Se incrementó en total 5.3 minutos en todo el proceso de elaboración del calzado. |  | Almacenamiento | 1   | 1   | 0   |  |   |   |                       |  |
|   |  | Opr. Combinada | 1   | 9   | -8  |  |   |   |                       |  |
| N°  | Descipción                               | Tiempo (min)   | Símbolos  |   |   |  |   |   |                       |  |
|   |  |                |  |  |  |  |  |  |                       |  |
| 1   | Almacén de materia prima                 | 1.5            |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 2   | Transporte al área de corte              | 0.33           |   |   |   |  |   |   | Se disminuyó 0.13 min |  |
| 3   | Recepción e inspección de materiales     | 1.13           |   |   |   |  |   |   | Se adicionó 1.01 min  |  |
| 4   | Cortado de capelladas                    | 0.65           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 5   | Coratado de laterales y talones          | 1.25           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 6   | Coratado de cuellos y correa             | 1.19           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 7   | Transporte al área de habilitado         | 0.33           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 8   | Recepción e inspección de materiales     | 1.13           |   |   |   |  |   |   | Se adicionó 1.01 min  |  |
| 9   | Marcado de capellada                     | 0.30           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 10  | Marcado de laterales y talones           | 0.99           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 11  | Marcado de cuello y correa               | 0.90           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 12  | Pintado de bordes                        | 1.49           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 13  | Sellado del logo                         | 0.33           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 14  | Cambrado de capellada                    | 0.68           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 15  | Transporte al área de desbaste           | 0.33           |   |   |   |  |   |   | Se disminuyó 0.54 min |  |
| 16  | Recepción e inspección de materiales     | 1.13           |   |   |   |  |   |   | Se adicionó 1.00 min  |  |
| 17  | Desbaste de capellada                    | 0.33           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 18  | Desbaste de laterales y talones          | 1.11           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 19  | Desbaste de cuello y correa              | 0.83           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 20  | Doblado de capellada                     | 0.33           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 21  | Doblado de laterales y cuello            | 0.64           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 22  | Tranporte al área de aparado             | 0.33           |   |   |   |  |   |   | Se disminuyó 0.64 min |  |
| 23  | Recepción e inspección de materiales     | 1.13           |   |   |   |  |   |   | Se adicionó 1.00 min  |  |
| 24  | Costura de las piezas de cuero           | 1.86           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 25  | Costura de las piezas del forro          | 1.52           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 26  | Unir el cuero armado con el forro armado | 1.27           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 27  | Cerrar armado                            | 0.80           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 28  | Transporte al área de Pre-armado         | 0.33           |   |   |   |  |   |   |                       |  |
| 29  | Recepción e inspección de materiales     | 1.13           |   |   |   |  |   |   | Se adicionó 0.88 min  |  |
| <b>Total hoja n°1</b>   |  | <b>25.28</b>   |   |   |   |  |   |   |                       |  |

Figura 3.35 DAP modificado.

En la figura 3.36, se muestra la hoja n° 02 en donde se da a conocer la representación gráfica de los procesos después de realizar la implementación de la metodología Six Sigma.













| Diagrama analítico de proceso después de la mejora                                      |                                      |                |  |   |  |   |   |   |
|---|--------------------------------------|----------------|--|---|--|---|---|---|
| Diagrama n°   | 2                                    | Resumen        |  |   |  |   |   |   |
| Proceso   | Elaboración de calzados              | Actividad      |  | Actual  | Mejora   | Ahorro  |   |   |
| Lugar   | Área de Producción                   | Operación      |  | 45  | 37   | 8   |   |   |
| Hoja n°   | 2 de 2                               | Transporte     |  | 8   | 8  | 0   |   |   |
| Fecha   | 07/06/2021                           | Demora         |  | 0   | 0  | 0   |   |   |
| <b>Autor: Samaniego Meza David</b>  |                                      | Inspección     |  | 0   | 0  | 0   |   |   |
| Nota: Se incrementó en total 5.3 minutos en todo el proceso de elaboración del calzado. |                                      | Almacenamiento |  | 1   | 1  | 0   |   |   |
|   |                                      | Opr. Combinada |  | 1   | 9  | -8  |   |   |
| N°  | Descripción                          | Tiempo (min)   | Símbolos   |   |  |   |   |   |
|   |                                      |                |   |  |  |  |  |  |
| 30  | Marcado de talón y puntera           | 0.71           | ●  |   |  |   |   |   |
| 31  | Sellado de talón en caliente         | 0.42           | ●  |   |  |   |   |   |
| 32  | Sellado de talón en frío             | 0.49           | ●  |   |  |   |   |   |
| 33  | Sellado de puntera en caliente       | 0.45           | ●  |   |  |   |   |   |
| 34  | Transporte al área de armado         | 0.33           |  | ●   |  |   |   | Se disminuyó 0.04 min   |
| 35  | Recepción e inspección de materiales | 1.13           |  |   |  |   | ●   | Se adicionó 0.96 min  |
| 36  | Unión la punta de acero-cuero armado | 0.51           | ●  |   |  |   |   |   |
| 37  | Calentar talón de cuero armado       | 0.40           | ●  |   |  |   |   |   |
| 38  | Cerrar talón de cuero armado         | 0.43           | ●  |   |  |   |   |   |
| 39  | Corte de exceso de cuero             | 0.48           | ●  |   |  |   |   |   |
| 40  | Quemado y golpeado de cuero armado   | 0.45           | ●  |   |  |   |   |   |
| 41  | Transporte al área de pegado         | 0.33           |  | ●   |  |   |   | Se disminuyó 0.05 min   |
| 42  | Recepción e inspección de materiales | 1.13           |  |   |  |   | ●   | Se adicionó 0.93 min  |
| 43  | Pegado de planta y suela             | 6.60           | ●  |   |  |   |   |   |
| 44  | Reactivado                           | 5.52           | ●  |   |  |   |   |   |
| 45  | Acomodado                            | 0.44           | ●  |   |  |   |   |   |
| 46  | Prensado                             | 1.02           | ●  |   |  |   |   |   |
| 47  | Transporte al área de Acabado        | 0.33           |  | ●   |  |   |   | Se disminuyó 0.09 min   |
| 48  | Recepción e inspección               | 1.13           |  |   |  |   | ●   |   |
| 49  | Quemado de arrugas                   | 0.48           | ●  |   |  |   |   |   |
| 50  | Borrado                              | 0.45           | ●  |   |  |   |   |   |
| 51  | Sacar Hormas                         | 0.61           | ●  |   |  |   |   |   |
| 52  | Echar fondo crast y lustramix        | 0.83           | ●  |   |  |   |   |   |
| 53  | Pulido y pegado de sticker           | 0.64           | ●  |   |  |   |   |   |
| 54  | Plantillado                          | 0.61           | ●  |   |  |   |   |   |
| 55  | Empaquetado                          | 1.06           | ●  |   |  |   |   |   |
| <b>Total hoja n°2</b>   |                                      | <b>26.99</b>   |  |   |  |   |   |   |
| <b>Total hoja n°1 + hoja n°2</b>  |                                      | <b>52.27</b>   |  |   |  |   |   |   |

Figura 3.36 DAP modificado.

### Cantidad de pares producidos posterior a la mejora

**Tabla 3.24** Pares producidos posterior a la mejora

| <b>Cantidad de producción</b> |                         |                          |                        |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>Fecha</b>                  | <b>Pares a producir</b> | <b>Pares defectuosos</b> | <b>Pares conformes</b> |
| 05 al 10 de Abril del 2021    | 221                     | 3                        | 218                    |
| 12 al 17 de Abril del 2021    | 221                     | 4                        | 217                    |
| 19 al 24 de Abril del 2021    | 221                     | 3                        | 218                    |
| 03 al 08 de Mayo del 2021     | 221                     | 3                        | 218                    |
| 10 al 15 de Mayo del 2021     | 221                     | 4                        | 217                    |
| 17 al 22 de Mayo del 2021     | 221                     | 3                        | 218                    |
| 07 al 12 de Junio del 2021    | 221                     | 2                        | 219                    |
| 14 al 19 de Junio del 2021    | 221                     | 3                        | 218                    |
| 21 al 26 de Junio del 2021    | 221                     | 3                        | 218                    |
| 05 al 10 de Julio del 2021    | 221                     | 2                        | 219                    |
| 12 al 17 de Julio del 2021    | 221                     | 3                        | 218                    |
| 19 al 24 de Julio del 2021    | 221                     | 3                        | 218                    |
| <b>Total</b>                  | 2652                    | 36                       | 2616                   |

El dato resaltado que muestra la tabla 3.24, es la cantidad de pares producidos después de la mejora, en un tiempo aproximado de 12 semanas.

### Tiempo no utilizado

**Tabla 3.25** Porcentaje de tiempo desaprovechado

| <b>Tiempo no utilizado</b> |                           |                          |                            |   |                                 |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| <b>Semanas</b>             | <b>Cantidad producida</b> | <b>Horas a la semana</b> | <b>Tiempo real (horas)</b> | <b>Tiempo de ciclo hallado por cada (4.5 pares)</b> | <b>Tiempo utilizado (horas)</b> | <b>Horas de diferencia</b> | <b>% de tiempo no utilizado</b> |
| 1 semana                   | 221                       | 45                       | 43.15                      | 0.85  | 41.7                            | <b>1.45</b>                | <b>3.36%</b>                    |
| 4 semanas                  | 884                       | 180                      | 172.6                      | 0.85  | 166.8                           | <b>5.8</b>                 | <b>3.36%</b>                    |
| 8 semanas                  | 1768                      | 360                      | 345.2                      | 0.85  | 333.6                           | <b>11.6</b>                | <b>3.36%</b>                    |

En la tabla 3.25, nos muestra que ahora solo hay un desperdicio de tiempo del 3.36 %, esto significa que se ha logrado una disminución con respecto al porcentaje de tiempo hallado antes de realizar la mejora que era de 9.70 %.

## Cálculo de la nueva productividad

**Tabla 3.26** Resultado de la productividad posterior a la mejora

| Porcentaje de productividad después de la mejora |                  |                 |               |                     |                                 |                                |               |               |
|--|------------------|-----------------|---------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| N  | Pares producidos | Pares conformes | Eficacia      | Tiempo real (horas) | Tiempo de ciclo (hallado nuevo) | Tiempo utilizado (horas nuevo) | Eficiencia    | Productividad |
| 1  | 221              | 218             | 98.64%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.33%        |
| 2  | 221              | 217             | 98.19%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 94.89%        |
| 3  | 221              | 218             | 98.64%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.33%        |
| 4  | 221              | 218             | 98.64%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.33%        |
| 5  | 221              | 217             | 98.19%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 94.89%        |
| 6  | 221              | 218             | 98.64%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.33%        |
| 7  | 221              | 219             | 99.10%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.77%        |
| 8  | 221              | 218             | 98.64%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.33%        |
| 9  | 221              | 218             | 98.64%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.33%        |
| 10   | 221              | 219             | 99.10%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.77%        |
| 11   | 221              | 218             | 98.64%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.33%        |
| 12   | 221              | 218             | 98.64%        | 43.15               | 0.85                            | 41.7                           | 96.64%        | 95.33%        |
| <b>Total</b>                                     | <b>2652</b>      | <b>2616</b>     | <b>98.64%</b> | <b>517.8</b>        |                                 | <b>500.4</b>                   | <b>96.64%</b> | <b>95.33%</b> |

La tabla 3.26, nos muestra el porcentaje de la productividad posterior a la mejora aplicada que es un 95.33 %.

## Porcentaje de pares producidos posterior a la mejora

**Tabla 3.27** Porcentaje de pares producidos posterior a la mejora

| Pares producidos   |                      |                         |
|--------------------|----------------------|-------------------------|
| Antes de la mejora | Después de la mejora | Porcentaje de la mejora |
| <b>204</b>         | <b>221</b>           | <b>8.10%</b>            |

La tabla 3.27, nos muestra que si se obtuvo una mejoría y un alza del 8.10 % con respecto a los pares producidos por semana.

## Nivel Sigma posterior a la mejora

Con los nuevos resultados favorables obtenidos, se procedió a calcular el nivel Sigma en el que ahora se encuentra el área de producción y así verificar si se adquirió una mejoría (ver tabla 3.28).

**Tabla 3.28** Defectos por oportunidad de los calzados defectuosos

| Tipo de defecto | Descripción                                     | Total de defectos por oportunidad |
|-----------------|---|-----------------------------------|
| D1              | Corte imperfecto.                               | 20                                |
| D2              | Mal pintado.                                    | 30                                |
| D3              | Mal acolche de talón.                           | 25                                |
| D4              | Mala aplicación del pegamento y el reactivador. | 40                                |
| D5              | Mala extracción de las hormas.                  | 40                                |
| <b>Total</b>    |   | <b>155</b>                        |

Para obtener el nuevo nivel Sigma que se pretende hallar, es fundamental recolectar los siguientes datos que se presentan a continuación:

D = Número de defectos observados en la muestra = 155

U = Tamaño de la muestra = 2652

O = Oportunidades de defectos por unidad = 5

Aplicando la fórmula para hallar el DPO, se obtendría:

$$DPO = \frac{155}{2652 \times 5}$$

$$DPO = 0.01168$$

Obtenido el valor del DOP, se procedió a calcular el nivel Sigma y para ello se debe de conocer cuál es el desempeño del proceso yield.

Fórmula: (SALAZAR, 2019).

$$Yield \% = (1 - DPO) \times 100\%$$

$$Yield \% = (1 - 0.01168) \times 100\%$$

$$Yield \% = 98.83\%$$

Interpretando el resultado de yield (desempeño del proceso) en la tabla de conversión, el nivel Sigma sería 3.8. Esto significa que el proceso, por cada millón de oportunidades tiene 10 700 defectos.

### Aplicar el plan anual de capacitaciones

Se programó realizar una serie de capacitaciones durante el transcurso del año con un repertorio de temas que servirán para adquirir nuevos conocimientos y concretar nuevos entrenamientos con la nueva metodología de trabajo.

El objetivo de estas capacitaciones es fomentar la participación de todo el personal, tanto directivos como los operarios, involucrarse en temas donde ellos transmitan conocimiento a base de su experiencia que poseen y así generar una ambiente de trabajo seguro, a continuación se muestra el plan anual de capacitaciones (ver tabla 3.29).

**Tabla 3.29** *Plan anual de capacitaciones*

| N° | Temas                                       | Contenido                                   | Responsable      | Fecha      | Duración |
|----|---|---|------------------|------------|----------|
| 1  | Metodología DMAIC                           | Definición de conceptos básicos y elementos | Tesista          | 08/05/2021 | 1 hora   |
|    |   | Ventajas de la metodología                  |                  |            |          |
| 2  | Línea Productiva                            | Implementación de nuevos procesos           | Tesista          | 19/06/2021 | 1 hora   |
|    |   | Estandarización                             |                  |            |          |
|    |   | Calidad                                     |                  |            |          |
| 3  | Materiales y herramientas                   | Optimización de la materia prima en proceso | Gerente General  | 17/07/2021 | 1 hora   |
|    |   | Uso adecuado de herramientas y maquinarias  |                  |            |          |
| 4  | Roles del talento humano y liderazgo        | Valores y funciones básicas por área        | Gerente y Coach  | 21/08/2021 | 1/2 hora |
|    |   | Liderazgo                                   |                  |            |          |
|    |   | Toma de decisiones                          |                  |            |          |
| 5  | Medioambiente                               | Clasificación de residuos                   | Operario a cargo | 25/09/2021 | 1 hora   |
|    |   | Ventajas del reciclado                      |                  |            |          |
| 6  | Prevención de Accidentes                    | Trabajo con responsabilidad                 | Operario a cargo | 16/10/2021 | 1 hora   |
|    |   | Uso adecuado de epp's                       |                  |            |          |
|    |   | Trabajo ergonómico                          |                  |            |          |
| 7  | Calidad                                     | Definición                                  | Gerente General  | 20/11/2021 | 1 hora   |
|    |   | Técnicas y ventajas                         |                  |            |          |
|    |   | Inclusión a nuevos procesos                 |                  |            |          |
| 8  | Mantenimiento de Herramientas y Maquinarias | Manejo adecuado                             | Operario a cargo | 18/12/2021 | 1 hora   |
|    |   | Calibración de las maquinarias              |                  |            |          |
|    |   | Ventajas                                    |                  |            |          |



## Etapa: Controlar

### Diagrama de control

#### Índice de productividad

Como se puede observar en la figura 3.37, se ha tomado 12 semanas de un antes y un después para realizar un análisis comparativo y verificar si se ha logrado el objetivo principal de esta investigación, que era incrementar la productividad. En el siguiente gráfico se ilustra los resultados obtenidos durante el periodo de investigación.

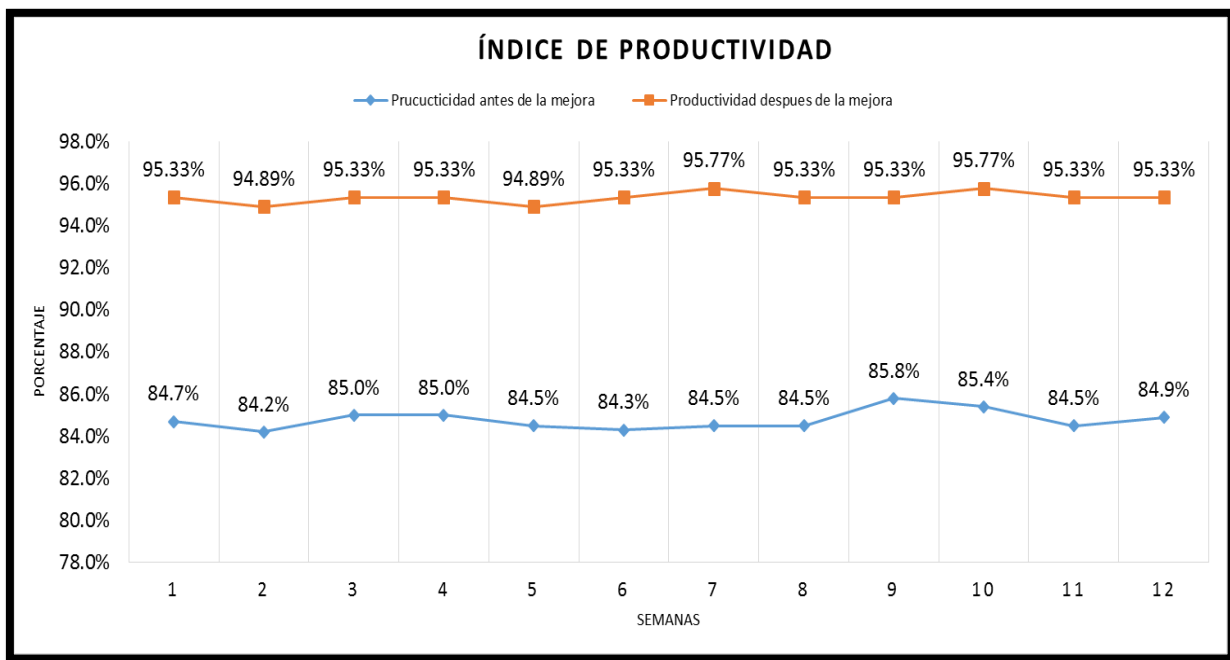


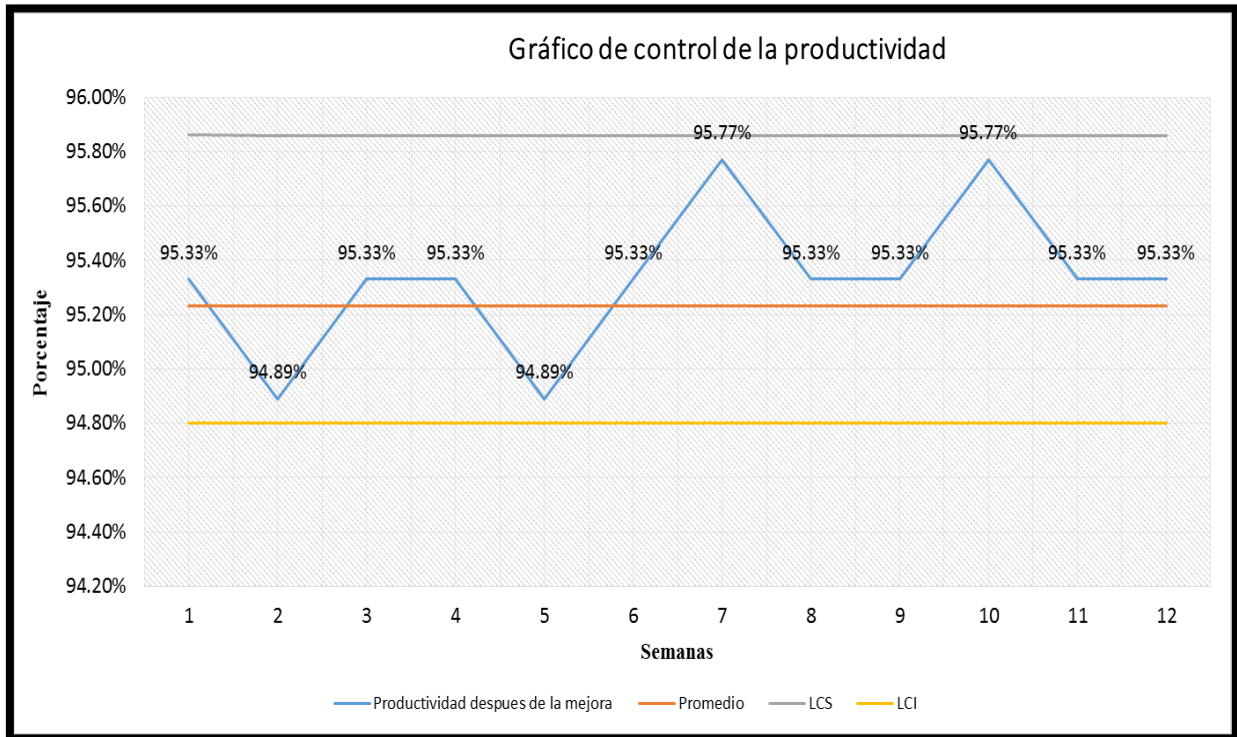
Figura 3.37 Catálogo de productividad antes y después de la implementación.

#### Monitoreo de la productividad

Durante la recolección de datos posterior a aplicar la mejora, se realizó monitoreos constantes, con el objetivo de mantener e incluso mejorar algunos subprocesos que no son muy significativos, pero que ayudaría a mantener el nuevo índice de productividad que se ha logrado obtener.

En la figura 3.38, se muestra un resultado favorable con respecto al balanceo del índice de productividad, en donde la línea productiva logra estar por encima del promedio de producción estimado y claro está que esto significa que la productividad está bajo control, a

continuación se muestra el diagrama en donde se ilustra las 12 semanas con sus respectivos puntos de productividad y los límites centrales que demuestran su estabilidad.



*Figura 3.38* Monitorización de la productividad.

### 3.10. Aspectos éticos de la investigación

Para proceder con el desarrollo de la tesis y cumplir con las normas éticas de toda investigación, se dio a conocer a los trabajadores, todos los tipos de encuestas a los cuales estarían sometidos y con el consentimiento de aprobación se proyecta realizar la prueba a todo personal involucrado en el área de investigación.

Contando con la aprobación de gerente de la empresa y de sus colaboradores desde el inicio de la investigación, se logró recopilar datos generales que nos ayudó a plantear el problema de investigación y para corroborar dicho documento se adjuntara con la firma del gerente general de la empresa.

## CAPÍTULO IV

### 4. Resultados

#### 4.1. Análisis descriptivo

##### Descripción de resultados

##### Observación de la variable independiente Six Sigma

**Tabla 4.30** *Comparación del nivel Six Sigma*

| Antes                  |         | Después                |         |
|------------------------|---------|------------------------|---------|
| DPO                    | 44600   | DPO                    | 10700   |
| Yield (%)              | 95.84 % | Yield (%)              | 98.83 % |
| Nivel Sigma<br>(tabla) | 3.2     | Nivel Sigma<br>(tabla) | 3.8     |

En la figura 4.39, se muestra la gráfica estadística en donde se visualiza un antes y un después del nivel Six Sigma en el área de producción.

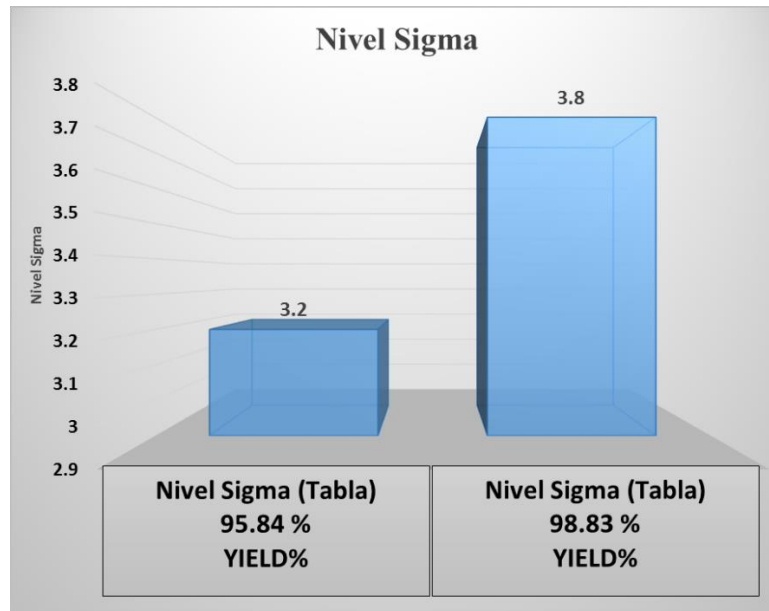


Figura 4.39 Gráfica del nivel Sigma.

Interpretando la gráfica 4.39, se puede inferir que el nivel sigma se ha incrementado en un 18.8 % desde el momento que se aplicó la metodología en la presente empresa que se encuentra en estudio y por ende los defectos por millón de oportunidades se redujeron también en un 76 %.

#### Análisis de la variable dependiente productividad

Tabla 4.31 Comparación del índice de productividad

| Antes              |                | Después            |                |
|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Media              | <b>84.80%</b>  | Media              | <b>95.30%</b>  |
| Nivel de confianza | <b>95%</b>     | Nivel de confianza | <b>95%</b>     |
| Desviación típica  | <b>0.00469</b> | Desviación típica  | <b>0.00265</b> |

En la figura 4.40, se muestra la gráfica estadística en donde se visualiza un antes y un después del índice de productividad en el área de producción.

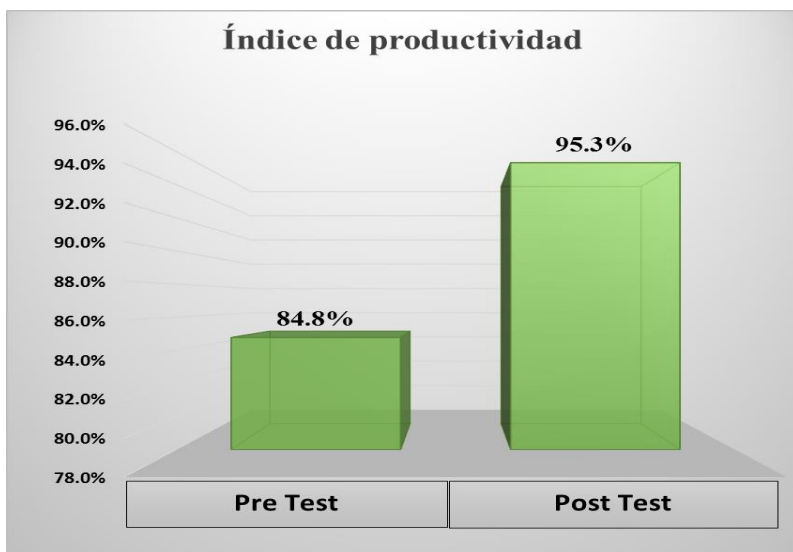


Figura 4.40 Gráfica del índice de productividad.

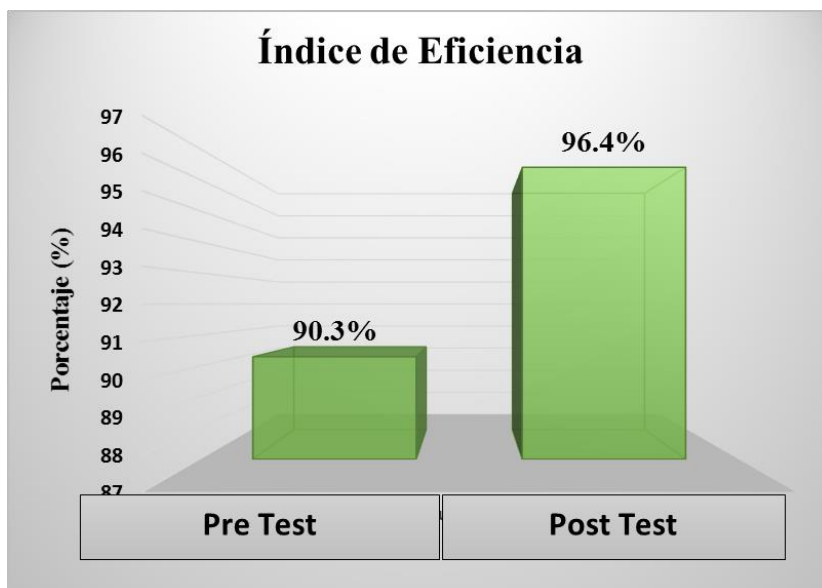
Interpretando la gráfica 4.40, se pudo inferir que con la aplicación de la metodología estudiada el nivel de producción se incrementó un 10.5 % y por ende da un pronóstico asertivo para cumplir las metas establecidas por la empresa.

#### **Análisis de la dimensión eficiencia**

Tabla 4.32 Comparación del índice de eficiencia

| <b>Antes</b>       |               | <b>Después</b>     |               |
|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| Media              | <b>90.30%</b> | Media              | <b>96.40%</b> |
| Nivel de confianza | <b>95%</b>    | Nivel de confianza | <b>95%</b>    |
| Desviación típica  | <b>0</b>      | Desviación típica  | <b>0</b>      |

En la figura 4.41, se muestra la gráfica estadística en donde se visualiza un antes y un después del índice de eficiencia en el área de producción.



*Figura 4.41* Gráfica del índice de eficiencia.

Interpretando la gráfica 4.41, se pudo inferir que con la aplicación de la metodología estudiada el índice de eficiencia mejoró en un 6.10 %, pasando de 90.3 % a 96.4 %.

**Tabla 4.33** Comparación del índice de eficacia

| Antes              |                | Después            |                |
|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Media              | <b>94%</b>     | Media              | <b>98.64%</b>  |
| Nivel de confianza | <b>95%</b>     | Nivel de confianza | <b>95%</b>     |
| Desviación típica  | <b>0.60302</b> | Desviación típica  | <b>0.27379</b> |

En la figura 4.42, se muestra la gráfica estadística en donde se visualiza un antes y un después del índice de eficacia en el área de producción.

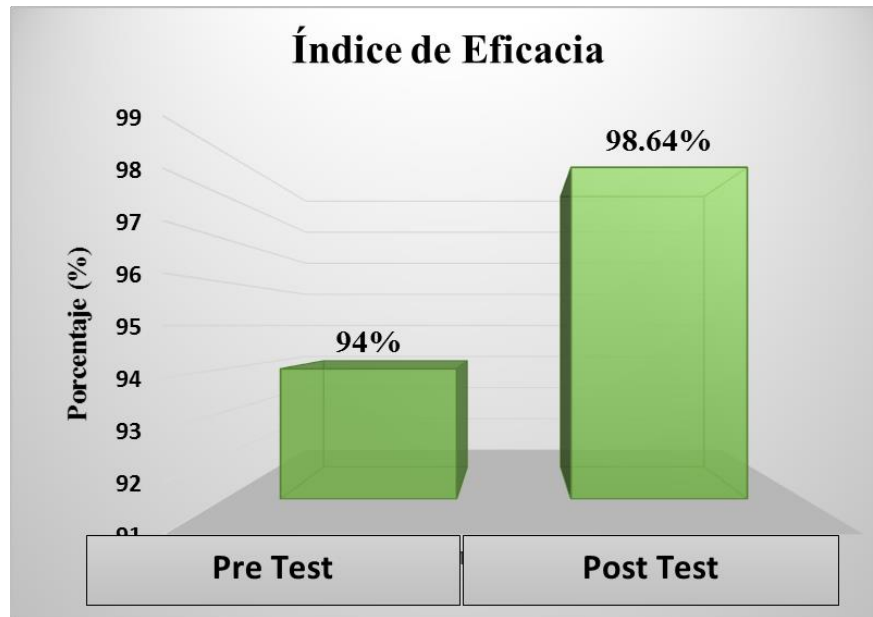


Figura 4.42 Gráfica del índice de eficacia.

Interpretando la gráfica 4.42, se pudo inferir que con la aplicación de la metodología estudiada el índice de eficiencia mejoró en un 4.64 %, pasando de 94 % a 98.64 %.

## 4.2. Análisis inferencial

### Contrastación de la hipótesis

#### Hipótesis general

**Ho:** La implementación de la metodología Six Sigma no incrementa la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.

**Ha:** La implementación de la metodología Six Sigma incrementa la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.

#### Regla de oro o decisión

**Ho:** Media del índice de productividad pre test  $\geq$  media del índice de productividad post test.

**Ha:** Media del índice de productividad pre test  $<$  media del índice de productividad post test.

**Tabla 4.34** *Análisis comparativo de la hipótesis general*

|  | <b>Número de semanas<br/>en estudio (N)</b> | <b>Media</b>  | <b>Desviación<br/>típica</b> |
|--|---|---------------|------------------------------|
| Rendimiento de la<br>productividad pre test  | <b>12</b>                                   | <b>0.8480</b> | <b>0.00469</b>               |
| Rendimiento de la<br>productividad post test | <b>12</b>                                   | <b>0.9530</b> | <b>0.00265</b>               |

Realizando un análisis estadístico de lo que nos muestra la tabla 4.34, se llegó a deducir que la media del rendimiento de productividad antes de la aplicación de la metodología Six Sigma era de 0.8480 y posterior a la aplicación es de 0.9530. Esto nos indica que la hipótesis alterna es acertada al mostrar que la media de productividad pre test es menor a la post test y por ende se acepta dicha hipótesis que menciona “la implementación de la metodología Six Sigma incrementa la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA’S DEL CENTRO – Huancayo”.

#### **Hipótesis específica N°01**

**Ho:** La implementación de la metodología Six Sigma no incrementa la eficiencia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA’S DEL CENTRO – Huancayo.

**Ha:** La implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficiencia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA’S DEL CENTRO – Huancayo.

#### **Regla de oro o decisión**

**Ho:** Media del índice de eficiencia pre test  $\geq$  media del índice de eficiencia post test.

**Ha:** Media del índice de eficiencia pre test  $<$  media del índice de eficiencia post test.

**Tabla 4.35** *Análisis comparativo de la hipótesis específica N°01*



|   | Número de semanas<br>en estudio (N) | Media  | Desviación<br>típica |
|---|-------------------------------------|--------|----------------------|
| Rendimiento de la<br>eficiencia pre test  | 12                                  | 0.9030 | 0                    |
| Rendimiento de la<br>eficiencia post test | 12                                  | 0.9640 | 0                    |

Realizando un análisis estadístico de lo que nos muestra la tabla 4.35, se llegó a deducir que la media del rendimiento de la eficiencia antes de la aplicación de la metodología Six Sigma era de 0.9030 y posterior a la aplicación es de 0.9640. Esto nos indica que la hipótesis alterna es acertada al mostrar que la media de la eficiencia pre test es menor a la post test y por ende se acepta dicha hipótesis que menciona “la implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficiencia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA’S DEL CENTRO – Huancayo”.

### Hipótesis específica N°02

**H<sub>0</sub>:** La implementación de la metodología Six Sigma no incrementa la eficacia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA’S DEL CENTRO – Huancayo.

**H<sub>a</sub>:** La implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficacia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA’S DEL CENTRO – Huancayo.

### Regla de oro o decisión

**H<sub>0</sub>:** Media del índice de eficacia pre test  $\geq$  media del índice de eficacia post test.

**H<sub>a</sub>:** Media del índice de eficacia pre test  $<$  media del índice de eficacia post test.

**Tabla 4.36** Análisis comparativo de la hipótesis específica N°02

|   | <b>Número de semanas<br/>en estudio (N)</b> | <b>Media</b>  | <b>Desviación<br/>típica</b> |
|---|---|---------------|------------------------------|
| Rendimiento de la<br>eficacia pre test  | <b>12</b>                                   | <b>0.9400</b> | <b>0.60302</b>               |
| Rendimiento de la<br>eficacia post test | <b>12</b>                                   | <b>0.9864</b> | <b>0.27379</b>               |

Realizando un análisis estadístico de lo que nos muestra la tabla 4.36, se llegó a deducir que la media del rendimiento de la eficacia antes de la aplicación de la metodología Six Sigma era de 0.9400 y posterior a la aplicación es de 0.9864. Esto nos indica que la hipótesis alterna es acertada al mostrar que la media de la eficacia pre test es menor a la post test y por ende se acepta dicha hipótesis que menciona “la implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficacia en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA’S DEL CENTRO – Huancayo”.

## CAPÍTULO V

### 5. Discusión de resultados

El objetivo principal de la investigación fue incrementar la productividad en la empresa de calzados KADIA'S DEL CENTRO y para ello se utilizó la metodología Six Sigma, metodología que es especializada para alcanzar la perfección en cualquier sistema de producción, respaldada por su historial de resultados en su aplicación en otras empresas y con los antecedentes seleccionados para el desarrollo de esta investigación, se procede a describir y comparar los resultados obtenidos.

Ya una vez culminado de desarrollar la metodología Six Sigma en la empresa de calzados KADIA'S DEL CENTRO, se obtuvieron resultados positivos en lo que respecta con el nivel de producción, pasando del 84.8 % al 95.3 %, dando un incremento del 10.5 %, la eficiencia también obtuvo un incremento de un 6.10 % y la eficacia de un 4.64 % , mismo resultado coincide con la investigación del Ingeniero Industrial Núñez Cárdenas César Enrique, en su tesis denominado aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú, 2017, el cual se obtuvo como resultado final un incremento en la productividad de un 22 %, la eficiencia también se incrementó en un 10 % y la eficacia en un 35 %. De igual manera, los resultados de esta investigación coinciden con del Ingeniero Empresarial Plasencia Peche Erika, en su tesis denominada aplicación del lean Six Sigma para mejorar la productividad del proceso de emisión de pólizas de la empresa Athena Corredores de Seguros, 2017, el cual se obtuvo como resultado final un incremento en la productividad del 20.31 % pasando del 64.10 % a un 94.41 %, la eficiencia también se

incrementó en un 10.80 % y la eficacia en un 12.83 %. Por último, una investigación reciente y en la misma zona, es del Ingeniero Industrial Aguilar Silva Kennedy, en su tesis denominada Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa procesadora de maca, 2018, dando como resultado final un incremento en la productividad de un 7.14 %, pasando de un 88.45 % a un 95.59 %, la eficiencia también se incrementó en un 4.29 % y la eficacia en un 3.12 %.

Las tesis presentadas para esta discusión de resultados fueron tomadas como antecedentes en esta investigación y fueron descritas por la similitud de resultados y por la manipulación de las variables utilizadas, las cuales tuvieron como variable dependiente a la metodología Six Sigma y como variable independiente a la productividad.

## CONCLUSIONES

1. Con la culminación del proyecto de investigación, se dedujo que, con la implementación de la metodología Six Sigma en el área de producción de la empresa de calzados KADIA'S DEL CENTRO, se logró incrementar la productividad de un 84.8 % a un 95.3 % obteniendo así una mejora del 10.5 % y por ende también mejoro el ritmo de producción nivel sigma pasando de 3.2  $\alpha$  a 3.8  $\alpha$ , obteniendo un incremento del 18 %.
2. Se dedujo que, con la implementación de la metodología Six Sigma en el área de producción de la empresa de calzados KADIA'S DEL CENTRO, se logró incrementar la eficiencia de un 90.30 % a un 96.40 % obteniendo así una mejora del 6.10 %.
3. Se dedujo que, con la implementación de la metodología Six Sigma en el área de producción de la empresa de calzados KADIA'S DEL CENTRO, se logró acrecentar la eficacia de un 94 % a un 98.64 % obteniendo así una mejora del 4.64 %.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda, realizar un monitoreo continuo a las estaciones de trabajo controlando el nuevo esquema implementado, para mantener así el nuevo ritmo de producción, eficiencia y eficacia.
2. Se recomienda, crear nuevos incentivos para los trabajadores que cumplan con los objetivos que propone la empresa, ya que es fundamental mantener operarios felices en sus estaciones de trabajo.
3. Se recomienda cumplir con el programa anual de capacitaciones que se estableció con la autorización del gerente general, para poder así mantener un ambiente agradable de trabajo en la empresa e incentivar a una nueva cultura de trabajo en equipo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografía

1. **ALVAREZ, Alfonso. 2014.** Lean Manufacturing. [En línea] QE2 Industrias, 24 de Febrero de 2014. [Citado el: 10 de Junio de 2020.] <https://qe2ingenieria.com/blog/tiempo-de-ciclo>.
2. **ALVAREZ, Héctor. 2003.** *LAS METRICAS SEIS SIGMA*. Barcelona: s.n., 2003. <http://www.mantenimientoplanificado.com/eproductiva.com/6sigma/metricass.pdf>
3. **ARIAS, Leonel, PORTILLA, Liliana y CASTAÑO, Juan Carlos. 2008.** *APLICACIÓN DE SIX SIGMA EN LAS ORGANIZACIONES*. Pereira: Scientia Et Technica, 2008. Vol. XIV. 0122-1701.
4. **BARBIERO, Cristina A., y otros. 2005.** *LA IMPORTANCIA DE LA ESTADISTICA EN ESTRATEGIAS DE MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD. LA METODOLOGIA SEIS SIGMA*. Santa Fe: Universidad Nacional de Rosario de Argentina, 2005.
5. **BECERRA, Omar. 2012.** *Elaboración de Instrumentos de Investigación*. Venezuela: s.n., 2012.
6. **BETANCOURT, Daniel. 2018.** Ingenio Empresa. *Productividad: Definición, medición y diferencia con eficacia y eficiencia*. [En línea] 08 de Agosto de 2018. [Citado el: 24 de Junio de 2020.] [www.ingenioempresa.com/productividad](http://www.ingenioempresa.com/productividad).
7. **BLASCO, Marta, GISVERT, Víctor y PEREZ, Elena. 2015.** *SITUACIÓN ACTUAL DE LAS METODOLOGIAS SIX SIGMA, LA GESTION DE RIESGO Y LA GESTION DE CALIDAD*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Vol. IV. 2254-4143.
8. **CACERES, Gerardo. 2010.** *GLOSARIO DE TERMINOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL*. Arequipa: Universidad Católica San Pablo, 2010.
9. **CANIVE, Teresa y BALET, Richard. 2020.** LEAN SIX SIGMA. *Sinnaps*. [En línea] 2020. [Citado el: 6 de Mayo de 2020.] <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/lean-Six-Sigma>.

10. **CARRO, Roberto y GONZALEZ, Daniel.** *Productividad y Competitividad.* Argentina: Universidad Nacional Mar de la Plata. Vol. II.
11. **DURÁN, Sergio. 2014.** *PROPUESTA DE MEJORA A UN SISTEMA DE CALIDAD ATRAVEZ DE SIX SIGMA.* México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.
12. **DURO, Viviana y GILART, Virgilio. 2016.** *La competitividad en las Instituciones de Educación Superior: "aplicación de filosofías de gestión".* La Habana: Universidad de La Habana, 2016. 0252-8584.
13. **FELIZZOLA, Heriberto y LUNA, Carmenza. 2014.** Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Lean Six Sigma in small and medium enterprises: a methodological approach.* Arica, Chile: Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 2014. Vol. 22. 0718-3305.
14. **FELSINGER, Érica y RUMZA, Pablo. 2002.** *Productividad: Un Estudio de Caso en un Departamento de Siniestros.* s.l.: Universidad del CEMA, 2002.
15. **FONSECA, Elvis. 2002.** *Estudio de Tiempos.* 2002.
16. **GARCÍA, Jesús, y otros. 2019.** *Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la Gestión de Procura de Materiales en Empresas de Sector de Construcción.* Atlántico: Revista Espacios, 2019. Vol. 40. 07981015.
17. **GERRERO MARÍN, Manuel Andrés. 2011.** *Distribución en planta y área de trabajo.* s.l.: Universidad Nacional de Colombia, 2011.
18. **GUTIERREZ, Humberto y DE LA VARA, Román. 2008.** *CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA.* Segunda. Guadalajara: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2008. 978-970-10-6912-7.
19. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Sexta. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0.



20. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. 2010. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.** Quinta. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010. 978-607-15-0291-9.
21. **HERNÁNDEZ, Ignacio. 2014. LA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA, SUS HERRAMIENTAS Y SUS VENTAJAS.** Veracruz: Universidad Veracruzana, 2014.
22. **ISO 9001, 2013. 2013. Gestión de la Calidad. ISO 9001.** [En línea] 2013. [Citado el: 25 de Abril de 2020.] <http://iso9001calidad.com/definicion-de-terminos-586.html#:~:text=Sistema%3A%20Conjunto%20de%20elementos%20mutuamente,con%20respecto%20a%20la%20calidad..>
23. **ISO 9001, Gestión de Procesos. 2015. Estandarización y Gestión de Procesos.** 2015.
24. **KANAWATY, George. 1998. Introducción al estudio del Trabajo.** Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1998. Vol. IV . 92-2-307108-9.
25. **LEANDRO, Ronald. 2007. Mejoramiento de la Productividad Atraves de la Administración Participativa.** 4. Costa Rica: TEC Empresarial, 2007. Vol. I.
26. **LOPEZ, Gustavo. 2010. METODOLOGÍA SIX-SIGMA: CALIDAD INDUSTRIAL.** s.l.: Neo ediciones JP&A, 2010.
27. **MANTILLA, Olga y SÁNCHEZ, José. 2012. Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos tecnológicos logísticos usando Lean Six Sigma.** Colombia: Estudios Gerenciales, 2012. Vol. 28.
28. **MEJIA, Carlos. 1998. Indicadores de Efectividad y Eficacia.** Colombia: Documentos Planning, 1998.
29. **PEREZ, Martha, PALAEZ, Juan y CARRION, Andrés. 2014. LA CAPACIDAD DE PROCESOS COMO MÉTRICA DE CALIDAD PARA CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS.** Valencia: Universidad Politécnica de Valencia España, 2014.

30. **SALAS BACALLA, Julio. 1998.** *Tipos Básicos de Distribución de Planta.* s.l.: Universidad Nacional de San Marcos, 1998. 1810-9993.
31. **SALAZAR, Bryan. 2019.** Ingeniería Industrial. *Nivel Six Sigma.* [En línea] 05 de Octubre de 2019. [Citado el: 10 de Mayo de 2020.] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/calculadoras-y-formatos/calculadora-del-nivel-sigma-y-dpmo/>.
32. **SLADOGMA, Mónica. 2017.** *PRODUCTIVIDAD, DEFINICIONES Y PERSPECTIVAS PARA LA NEGOCIACIÓN COLECTIVA.* s.l.: Journal of Chemical Information and Modeling, 2017. Vol. 53. 9788578110796.
33. **SULBARAN, Dimas. 2009.** *Actitudes de Medición.* Caracas: Departamento Metodológico Catedra de Psicología Experimental, 2009.
34. **TERRES, Arturo M. 2007.** *SIX SIGMA: determinación de metas analíticas.* s.l.: Rev Mex Patol Clin, 2007. Vol. 54.
35. **VILCARROMERO, Raúl. 2017.** *La Gestión en la Producción.* Lima: Universitaria Andaluza Inca Garcilaso, 2017.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01:** Matriz de Consistencia Six Sigma para incrementar la productividad en una empresa de calzado.

| <b>TÍTULO: SIX SIGMA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CALZADOS</b>  |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
| <b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>   | <b>FORMULACIÓN DEL OBJETIVO</b>   | <b>HIPÓTESIS</b>  | <b>OPERACIONALIZACIÓN</b>   | <b>METODOLOGÍA</b>   |
| <p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cómo la implementación de la metodología Six sigma incrementa la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>a) ¿En qué medida la implementación de la metodología Six Sigma influye en el crecimiento de la</p> | <p><b>Objetivo General</b></p> <p>Implementar la metodología Six sigma para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>a) Indicar en qué medida la implementación de la metodología Six Sigma influye en el</p> | <p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La implementación de la metodología Six sigma incrementa la productividad en el área de producción de la empresa productora de calzados KADIA'S DEL CENTRO – Huancayo.</p> <p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <p>c) La implementación de la metodología Six Sigma incrementa la</p> | <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Six Sigma</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <p>Definir<br/>Medir<br/>Analizar<br/>Mejorar<br/>Controlar</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Productividad</p> <p><b>Dimensiones</b></p> | <p><b>Método de investigación:</b></p> <p>Método científico</p> <p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>Explicativo</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>Experimental de tipo cuasi experimental</p> <p><b>Donde:</b></p> <p><b>G O1 X O2</b></p> |

|   |   |  |                                   |   |
|---|---|--|-----------------------------------|---|
| <p>eficiencia en el área de producción?</p> <p>b) ¿En qué magnitud la implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficacia en el área de producción?</p> | <p>crecimiento de la eficiencia en el área de producción</p> <p>b) Determinar en qué magnitud la implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficacia en el área de producción</p> | <p>eficiencia en el área de producción.</p> <p>d) La implementación de la metodología Six Sigma incrementa la eficacia en el área de producción.</p> | <p>Eficacia</p> <p>Eficiencia</p> | <p>G: Grupo Experimental</p> <p>O1: Pre Test</p> <p>X: Manipulación de la variable independiente</p> <p>O2: Post Test</p> |
|---|---|--|-----------------------------------|---|

## Anexo N° 02: Operacionalización de Variables.


| Variables              |                       | Definición Conceptual   | Definición Operacional  | Dimensiones | Indicador                              | Formula  | Medida |
|------------------------|-----------------------|---|---|-------------|--|--|--------|
| Variable Dependiente   | Productividad         | La productividad en los procesos de producción es definida como una variable muy importante, ya que gracias a esta se pretende reducir el desperdicio de recursos como los hombres, máquina y tiempo.   | Según (CACERES, 2010), "es el nivel de eficiencia y eficacia que combinadas correctamente ofrecen resultados de mejoras en la producción de la empresa".  | Eficiencia  | % de eficiencia                        | $\frac{\text{Tiempo Util}}{\text{Tiempo Total}} \times 100 \%$<br><b>Fuente:</b> (GUTIERREZ, y otros, 2008)                  | %      |
|                        |                       |   |   | Eficacia    | % de eficacia                          | $\left(\frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Tiempo Util}}\right) \times 100$<br><b>Fuente:</b> (GUTIERREZ, y otros, 2008) | %      |
| Variable Independiente | Metodología Six Sigma | Según (ISO 9001, 2013), es un método de gestión que permite a las empresas mejorar sus resultados, mediante el diseño y supervisión de sus actividades, minimizando el desperdicio y los recursos utilizados, y, por tanto, aumentando la satisfacción de los clientes. | Según su enfoque estadístico, Six sigma pretende un manejo eficiente de datos para brindar un mejor producto y/o servicio, a través de la eliminación de la variabilidad en los procesos y el logro de un nivel de defectos menor o igual a 3.4 defectos por Millón de oportunidades (DPMO), citado en (MANTILLA, y otros, 2012). | Definir     | % de ponderación de causas principales | $\frac{\text{Ponderacion de causas } P}{\Sigma \text{ Total de PCP}} \times 100$   | %      |
|                        |                       |   |   | Medir       | % de tiempo no empleado                | $(\text{TR}-\text{TE}/\text{TR}) \times 100 \%$  | %      |
|                        |                       |   |   | Analizar    | % de productividad                     | <b>Eficiencia x Eficacia</b><br><b>Fuente:</b> (BETANCOURT, 2018)  | %      |
|                        |                       |   |   |             | Nivel Sigma                            | $\% \text{ yield} = (1 - \text{DPO}) \times 100$<br><b>Fuente:</b> (SALAZAR, 2019)   | %      |
|                        |                       |   |   | Mejorar     | % de mejora                            | $\frac{\text{UPDI} - \text{UPAI}}{\text{UPAI}} \times 100\%$   | %      |

**Anexo N°03:** Operacionalización del Instrumento de Medición.

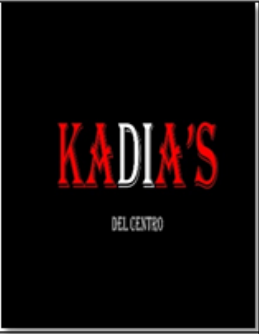
| <b>OPERACIONALIZACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN</b> |  |                              |                            |                          |                        |
|--|--|------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>Instrumento</b>   | <b>Concepto</b>  | <b>Tipo de Investigación</b> | <b>Tipo de Instrumento</b> | <b>Técnica Utilizada</b> | <b>Tipo de Técnica</b> |
| <b>Guía de Observación</b>                                 | Consiste en listar la serie de eventos, procesos, hechos o situaciones a ser observados, su ocurrencia y características. Se asocia generalmente con las interrogantes u objetivos que plantea el estudio, citado en (BECERRA, 2012 pág. 8).                                   | Investigación en Campo       | No estructurado            | Observación              | No Participante        |
| <b>Diario de Campo</b>                                     | “Se refiere a un cuaderno en el que recogen observaciones sobre acontecimientos, hechos o situaciones día a día, relativas a la investigación en proceso”, citado en (BECERRA, 2012 pág. 11).  | Investigación en Campo       | No Estructurado            | Observación              | Participante           |
| <b>Escala de Thurstone</b>                                 | Este tipo de instrumento se basa en un escalamiento de intervalos aparentemente iguales sobre preposiciones. La causas debe presentar varias opciones de respuesta y estas deben representar diferentes grados de actitud en una respuesta, citado en (BECERRA, 2012 pág. 19). | Investigación en Campo       | Estructurado               | Encuesta                 | Escrita                |

Anexo N°04: Instrumentos de investigación.

a) Estructura de la Escala de Thurstone


| Área de investigación: A. Producción |                      |                                   |                           |   |  |   |   |  |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|---|---|---|---|--|
| Elaborado por: Samaniego Meza David  |                      |                                   | Ficha N°:                 |   |   |   |   |  |
| Fecha de inicio y fin:               |                      |                                   |                           |   |   |   |   |  |
| Jefe de área:                        |                      |                                   |                           |   |   |   |   |  |
| N°                                   | Problemas detectados | Número de veces que se repitieron | Intervalo de priorización |   |   |   |   |  |
|                                      |                      |                                   | 1                         | 2 | 3   | 4 | 5 |  |
|                                      |                      |                                   |                           |   |   |   |   |  |
|                                      |                      |                                   |                           |   |   |   |   |  |
|                                      |                      |                                   |                           |   |   |   |   |  |
|                                      |                      |                                   |                           |   |   |   |   |  |
|                                      |                      |                                   |                           |   |   |   |   |  |

b) Estructura de la Guía de Observación

| Área de investigación: A. Producción |       |                             |                      |                    |  |
|--------------------------------------|-------|-----------------------------|----------------------|--------------------|---|
| Elaborado por: Samaniego Meza David  |       |                             | Ficha N°:            |                    |   |
| Producto: Calzados                   |       |                             |                      |                    |   |
| Firma de jefe de área:               |       |                             |                      |                    |   |
| N°                                   | Fecha | Unidades producidas (pares) | Unidades defectuosas | Unidades conformes |   |
|                                      |       |                             |                      |                    |   |
|                                      |       |                             |                      |                    |   |
|                                      |       |                             |                      |                    |   |
|                                      |       |                             |                      |                    |   |




## c) Estructura del Diario de Campo

|   |                      |   |
|---|----------------------|---|
| <b>Área de producción: Proceso de fabricación de calzados</b> |                      |  |
| <b>Elaborado por: Samaniego Meza David</b>                    | <b>Ficha n°:</b>     |   |
| <b>Hora de inicio:</b>  |                      |   |
| <b>Hora de finalización:</b>                                  |                      |   |
| <b>Firma del jefe de área:</b>                                |                      |   |
|   |                      | <b>Fecha:</b>   |
| <b>Actividades</b>  | <b>Observaciones</b> | <b>Tiempo de Ejecución</b>  |
|   |                      |   |
|   |                      |   |
|   |                      |   |
|   |                      |   |
|   |                      |   |

**Anexo N°05:** Confiabilidad y validez del instrumento.

- a) 1er Certificado de validez del instrumento que mide la variable independiente Six Sigma.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE SIX SIGMA**

| Instrumento         | Dimensiones                | Claridad |    | Objetividad |    | Consistencia |    | Coherencia |    | Pertinencia |    |
|---------------------|----------------------------|----------|----|-------------|----|--------------|----|------------|----|-------------|----|
|                     |                            | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
| Escala de Thurstone | <b>Definir</b>             |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                     | • % de indice de fallas    | ✓        |    | ✓           |    | ✓            |    | ✓          |    | ✓           |    |
| Diario de Campo     | <b>Medir</b>               |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                     | • % de tiempo no utilizado | ✓        |    | ✓           |    | ✓            |    | ✓          |    | ✓           |    |
| Guía de Observación | <b>Analizar</b>            |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                     | • % de productividad       | ✓        |    | ✓           |    | ✓            |    | ✓          |    | ✓           |    |
|                     | • Nivel Six Sima           | ✓        |    | ✓           |    | ✓            |    | ✓          |    | ✓           |    |
| Guía de Observación | <b>Mejorar</b>             |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                     | • % de Mejora              | ✓        |    | ✓           |    | ✓            |    | ✓          |    | ✓           |    |
| Guía de Observación | <b>Controlar</b>           |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                     | • % de productividad       | ✓        |    | ✓           |    | ✓            |    | ✓          |    | ✓           |    |

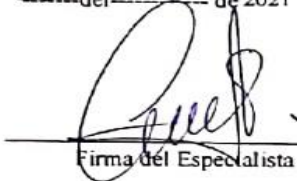
Observaciones: Sin Observaciones.

Opinión de Aplicatividad:      Aplicable (X)      Aplicable después de Corregir ( )      No Aplicable ( )


Apellidos y Nombres del Juez Evaluador: Dr./Mg./Ing.: SUAREZ OAHARO Jose Camilo DNI: 46836679

Especialidad del Evaluador: Ingeniero Industrial CIP: 177547

30 del 02 de 2021

  
 Firma del Especialista  
 CIP: 177547

b) 1er Certificado de validez que mide la variable dependiente productividad.



**CERTIFICADO DE VALIDES DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD**

| Instrumento         | Dimensión                             | Claridad |    | Objetividad |    | Consistencia |    | Coherencia |    | Pertinencia |    |
|---------------------|---------------------------------------|----------|----|-------------|----|--------------|----|------------|----|-------------|----|
|                     |                                       | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
| Guía de Observación | Eficiencia (Porcentaje de Eficiencia) | ✓        |    | ✓           |    | ✓            |    | ✓          |    | ✓           |    |
| Guía de Observación | Eficacia (Porcentaje de Eficacia)     | ✓        |    | ✓           |    | ✓            |    | ✓          |    | ✓           |    |


Observaciones: Sin Observaciones

Opinión de Aplicatividad:      Aplicable       Aplicable después de Corregir ( )      No Aplicable ( )

Apellidos y Nombres del Juez Evaluador Dr./Mg./Ing.: SUAREZ DANAÑO JOSE CAMILO DNI: 46836679

Especialidad del Evaluador: Ingeniero Industrial CIP: 177547

30 del 02 de 2021



Firma del Especialista  
CIP: 177547

c) 2do Certificado de validez que mide la variable independiente Six Sigma.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE SIX SIGMA

| Instrumento         | Dimensiones                | Claridad |    | Objetividad |    | Consistencia |    | Coherencia |    | Pertinencia |    |
|---------------------|----------------------------|----------|----|-------------|----|--------------|----|------------|----|-------------|----|
|                     |                            | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
| Escala de Thurstone | <b>Definir</b>             |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                     | • % de índice de fallas    | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| Diario de Campo     | <b>Medir</b>               | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
|                     | • % de tiempo no utilizado | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| Guía de Observación | <b>Analizar</b>            | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
|                     | • % de productividad       | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
|                     | • Nivel Six Sima           | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| Guía de Observación | <b>Mejorar</b>             | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
|                     | • % de Mejora              | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| Guía de Observación | <b>Controlar</b>           | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
|                     | • % de productividad       | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |

Observaciones: NO HAY OBSERVACIONES

Opinión de Aplicatividad:                      Aplicable                       Aplicable después de Corregir ( )                      No Aplicable ( )

Apellidos y Nombres del Juez Evaluador. Dr./Mg./Ing.: VARGAS ANTONIO GUILLERMO CESAR                      DNI: 72948992

Especialidad del Evaluador: INGENIERO INDUSTRIAL                      CIP: 201852

15 del 02 de 2021



VARGAS ANTONIO GUILLERMO CESAR  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CIP N° 201852

Firma del Especialista

d) 2do Certificado de validez que mide la variable dependiente productividad.



CERTIFICADO DE VALIDES DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

| Instrumento         | Dimensión                             | Claridad |    | Objetividad |    | Consistencia |    | Coherencia |    | Pertinencia |    |
|---------------------|---------------------------------------|----------|----|-------------|----|--------------|----|------------|----|-------------|----|
|                     |                                       | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
| Guía de Observación | Eficiencia (Porcentaje de Eficiencia) | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| Guía de Observación | Eficacia (Porcentaje de Eficacia)     | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |

Observaciones: NO HAY OBSERVACIONES

Opinión de Aplicatividad:           Aplicable            Aplicable después de Corregir ( )           No Aplicable ( )

Apellidos y Nombres del Juez Evaluador. Dr./Mg./Ing.: VARGAS ANTONIO GUERRERO CESAR           DNI: 72948792


Especialidad del Evaluador: INGENIERO INDUSTRIAL           CIP: 281852

15 del 02 de 2021



Firma del Especialista

e) 3er Certificado de validez que mide la variable independiente Six Sigma.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE SIX SIGMA**

| Instrumento                | Dimensiones                | Claridad |    | Objetividad |    | Consistencia |    | Coherencia |    | Pertinencia |    |
|----------------------------|----------------------------|----------|----|-------------|----|--------------|----|------------|----|-------------|----|
|                            |                            | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
| <b>Escala de Thurstone</b> | <b>Definir</b>             |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                            | • % de índice de fallas    | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| <b>Diario de Campo</b>     | <b>Medir</b>               |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                            | • % de tiempo no utilizado | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| <b>Guía de Observación</b> | <b>Analizar</b>            |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                            | • % de productividad       | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
|                            | • Nivel Six Sima           | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| <b>Guía de Observación</b> | <b>Mejorar</b>             |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                            | • % de Mejora              | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| <b>Guía de Observación</b> | <b>Controlar</b>           |          |    |             |    |              |    |            |    |             |    |
|                            | • % de productividad       | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |


Observaciones: NO HAY OBSERVACIONES

Opinión de Aplicabilidad:      Aplicable       Aplicable después de Corregir ( )      No Aplicable ( )

Apellidos y Nombres del Juez Evaluador. Dr./Mg./Ing.: Ing. Margot Elvira Escobar Meza DNI: 40859209


Especialidad del Evaluador: Ing. Industrial CIP: 212489

10 del 02 de 2021



**Margot Escobar Meza**  
INGENIERA INDUSTRIAL  
CIP: 212489  
Firma del Especialista

f) 3er Certificado de validez que mide la variable dependiente productividad.



CERTIFICADO DE VALIDES DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

| Instrumento         | Dimensión                             | Claridad |    | Objetividad |    | Consistencia |    | Coherencia |    | Pertinencia |    |
|---------------------|---------------------------------------|----------|----|-------------|----|--------------|----|------------|----|-------------|----|
|                     |                                       | SI       | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI         | NO | SI          | NO |
| Guía de Observación | Eficiencia (Porcentaje de Eficiencia) | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |
| Guía de Observación | Eficacia (Porcentaje de Eficacia)     | X        |    | X           |    | X            |    | X          |    | X           |    |


Observaciones: NO HAY OBSERVACIONES

Opinión de Aplicatividad:      Aplicable       Aplicable después de Corregir ( )      No Aplicable ( )

Apellidos y Nombres del Juez Evaluador, Dr./Mg./Ing.: Margot Escobar Meza      DNI: 40859209

Especialidad del Evaluador: Ing. Industrial      CIP: 212489

10 del 02 de 2021



Margot Escobar Meza  
INGENIERA INDUSTRIAL  
CIP: 212489  
Firma del Especialista

**Anexo N°06:** La data del procesamiento de datos.

a) Base de datos para la elaboración del instrumento de investigación Escala de Thurstone.



| <b>Cantidad de fallas por semana (Escala de Thurstone)</b> |                                 |                                  |                                 |                                 |                                 |                                 |                     |
|--|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Causas Principales   | Semana 1                        | Semana 2                         | Semana 3                        | Semana 4                        | Semana 5                        | Semana 6                        | Promedio por semana |
| (C1)   | Se reportó 4 tardanza y 1 falta | Se reportó 5 tardanza y 0 faltas | Se reportó 4 tardanza y 0 falta | Se reportó 6 tardanza y 0 falta | Se reportó 4 tardanza y 1 falta | Se reportó 5 tardanza y 0 falta | <b>5</b>            |
| (C2)   | Se detectó 23 M.I.              | Se detectó 25 M.I.               | Se detectó 26 M.I.              | Se detectó 26 M.I.              | Se detectó 25 M.I.              | Se detectó 26 M.I.              | <b>25</b>           |
| (C3)   | 1                               | 1                                | 1                               | 1                               | 1                               | 1                               | <b>1</b>            |
| (C4)   | Se detectó 16 P.D.              | Se detectó 14 P.D.               | Se detectó 15 P.D.              | Se detectó 13 P.D.              | Se detectó 17 P.D.              | Se detectó 15 P.D.              | <b>15</b>           |
| (C5)   | 6                               | 6                                | 6                               | 6                               | 6                               | 6                               | <b>6</b>            |
| (C6)   | 36 procesos sin inspección      | 42 procesos sin inspección       | 30 procesos sin inspección      | 48 procesos sin inspección      | 36 procesos sin inspección      | 36 procesos sin inspección      | <b>38</b>           |
| (C7)   | 5                               | 5                                | 5                               | 5                               | 5                               | 5                               | <b>5</b>            |



Número de trabajadores de la empresa.



| Áreas de la empresa             |                    |   | Trabajador |
|---------------------------------|--------------------|---|------------|
| Gerencia                        |                    |   | 1          |
| Diseño y desarrollo de producto |                    |   | 3          |
| Ventas                          |                    |   | 2          |
| Contabilidad                    |                    |   | 1          |
|                                 | Jefe de producción | 1 | 8          |
|                                 | Área de corte      | 1 |            |
|                                 | Área de habilitado | 1 |            |
|                                 | Área de desbaste   | 1 |            |
|                                 | Área de aparado    | 1 |            |
| Producción                      | Área de pre-armado | 1 |            |
|                                 | Área de armado     |   |            |
|                                 | Área de pegado     | 1 |            |
|                                 | Área de Acabado    | 1 |            |
| Total trabajadores              |                    |   | 15         |




b) Participación de los operarios en el instrumento de investigación Escala de Thurstone.


| Area de Investigación: A. Producción     |   |    |                           |   |   |   |              |
|--|---|---|---------------------------|---|---|---|--------------|
| Elaborado por: Samaiego Meza Rosin David |   |   |                           |   |   |   | Fecha N°: 08 |
| Fecha de Inicio y Fin: 14/11/2020        |   | 20/11/2020  |                           |   |   |   |              |
| Jefe de Area:                            |   | <br>GERENTE GENERAL<br><b>Carlos Orellana Armas</b><br>DNI: 44892232 |                           |   |   |   |              |
| N°                                       | Problemas Detectados                                      | Número de Repetición (promedio por semana)  | Intervalo de Priorización |   |   |   |              |
|  |   |   | 1                         | 2 | 3 | 4 | 5            |
| 01                                       | Talento humano desmotivado (ausentismo laboral)           | 5   |                           |   | X |   |              |
| 02                                       | Demora del talento humano (movimientos innecesarios)      | 25  |                           |   |   | X |              |
| 03                                       | Mantenimiento Insuficiente                                | 1   |                           |   | X |   |              |
| 04                                       | Calzados defectuosos                                      | 15  |                           |   |   | X |              |
| 05                                       | Presencia de residuos en el área de trabajo               | 6   | X                         |   |   |   |              |
| 06                                       | Falencias en la estandarización de procesos               | 38  |                           |   |   |   | X            |
| 07                                       | Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 5   |                           | X |   |   |              |

| Area de Investigación: A. Producción     |   | Ficha N°: 07  |   |  |   |   |   |  |
|--|---|---|---|---|---|---|---|--|
| Elaborado por: Samaiego Meza Rosin David |   | Fecha de Inicio y Fin: 14-11-2020 20-11-2020  |   |   |   |   |   |  |
| Jefe de Area:                            |   | <br><small>GERENTE GENERAL<br/>Carlos Orellana Armas<br/>DNI: 44892247</small> |   | Intervalo de Priorización   |   |   |   |  |
| N°                                       | Problemas Detectados                                      | Número de Veces que se Repitieron (promedio por semana)   | 1 | 2   | 3 | 4 | 5 |  |
| 01                                       | Talento humano desmotivado (ausentismo laboral)           | 5   |   | X   |   |   |   |  |
| 02                                       | Demora del talento humano (movimientos innecesarios)      | 25  |   |   | X |   |   |  |
| 03                                       | Mantenimiento Insuficiente                                | 1   |   |   | X |   |   |  |
| 04                                       | Calzados defectuosos                                      | 15  |   |   |   | X |   |  |
| 05                                       | Presencia de residuos en el área de trabajo               | 6   | X |   |   |   |   |  |
| 06                                       | Falencias en la estandarización de procesos               | 38  |   |   |   |   | X |  |
| 07                                       | Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 5   |   |   | X |   |   |  |



| Area de Investigación: A. Producción     |   | Ficha N°: 06  |   |  |   |   |   |  |
|--|---|---|---|---|---|---|---|--|
| Elaborado por: Samaiego Meza Rosin David |   | Fecha de Inicio y Fin: 14/11/2020 20/11/2020  |   |   |   |   |   |  |
| Jefe de Area:                            |   | <br><small>GERENTE GENERAL<br/>Carlos Orellana Armas<br/>DNI: 44892247</small> |   | Intervalo de Priorización   |   |   |   |  |
| N°                                       | Problemas Detectados                                      | Número de Veces que se Repitieron (promedio por semana)   | 1 | 2   | 3 | 4 | 5 |  |
| 01                                       | Talento humano desmotivado (ausentismo laboral)           | 5   |   |   | X |   |   |  |
| 02                                       | Demora del talento humano (movimientos innecesarios)      | 25  |   |   |   | X |   |  |
| 03                                       | Mantenimiento Insuficiente                                | 1   |   | X   |   |   |   |  |
| 04                                       | Calzados defectuosos                                      | 15  |   |   | X |   |   |  |
| 05                                       | Presencia de residuos en el área de trabajo               | 6   | X |   |   |   |   |  |
| 06                                       | Falencias en la estandarización de procesos               | 38  |   |   |   |   | X |  |
| 07                                       | Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 5   |   | X   |   |   |   |  |



|   |   |  |                           |   |   |   |   |
|---|---|--|---------------------------|---|---|---|---|
| <b>Area de Investigación: A. Producción</b> |   |  |                           |   |   |   |   |
| Elaborado por: Samaiego Meza Rosin David    |   |  | Ficha N°: 05              |   |   |   |   |
| Fecha de Inicio y Fin:                      |   | 14/11/2020   | 20/11/2020                |   |   |   |   |
| Jefe de Area:                               |   | <br>GERENTE GENERAL<br>Carlos Orellana Armas<br>DNI: 44892247 |                           |   |   |   |   |
| N°  | Problemas Detectados                                      | Número de Veces que se Repitieron (promedio por semana)  | Intervalo de Priorización |   |   |   |   |
|   |   |  | 1                         | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 01  | Talento humano desmotivado (ausentismo laboral)           | 5  | X                         |   |   |   |   |
| 02  | Demora del talento humano (movimientos innecesarios)      | 25   |                           |   |   |   | X |
| 03  | Mantenimiento Insuficiente                                | 1  | X                         |   |   |   |   |
| 04  | Calzados defectuosos                                      | 15   |                           | X |   |   |   |
| 05  | Presencia de residuos en el área de trabajo               | 6  | X                         |   |   |   |   |
| 06  | Falencias en la estandarización de procesos               | 38   |                           |   |   |   | X |
| 07  | Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 5  |                           | X |   |   |   |





|   |   |  |                           |   |   |   |   |
|---|---|--|---------------------------|---|---|---|---|
| <b>Area de Investigación: A. Producción</b> |   |  |                           |   |   |   |   |
| Elaborado por: Samaiego Meza Rosin David    |   |  | Ficha N°: 04              |   |   |   |   |
| Fecha de Inicio y Fin:                      |   | 14/11/2020   | 20/11/2020                |   |   |   |   |
| Jefe de Area:                               |   | <br>GERENTE GENERAL<br>Carlos Orellana Armas<br>DNI: 44892247 |                           |   |   |   |   |
| N°  | Problemas Detectados                                      | Número de Veces que se Repitieron (promedio por semana)  | Intervalo de Priorización |   |   |   |   |
|   |   |  | 1                         | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 01  | Talento humano desmotivado (ausentismo laboral)           | 5  |                           | X |   |   |   |
| 02  | Demora del talento humano (movimientos innecesarios)      | 25   |                           |   | X |   |   |
| 03  | Mantenimiento Insuficiente                                | 1  | X                         |   |   |   |   |
| 04  | Calzados defectuosos                                      | 15   |                           | X |   |   |   |
| 05  | Presencia de residuos en el área de trabajo               | 6  | X                         |   |   |   |   |
| 06  | Falencias en la estandarización de procesos               | 38   |                           |   |   |   | X |
| 07  | Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 5  | X                         |   |   |   |   |



| <b>Area de Investigación: A. Producción</b> |   |  |                           |   |   |   |   |
|---|---|--|---------------------------|---|---|---|---|
| Elaborado por: Samaiego Meza Rosin David    |   |  | Ficha N°: 03              |   |   |   |   |
| Fecha de Inicio y Fin:                      |   | 14/11/2020   | 20/11/2020                |   |   |   |   |
| Jefe de Area:                               |   | <br>GERENTE GENERAL<br>Carlos Orellana<br>DNI: 44892247 |                           |   |  |   |   |
| N°  | Problemas Detectados                                      | Número de Veces que se Repitieron (promedio por semana)  | Intervalo de Priorización |   |   |   |   |
|   |   |  | 1                         | 2 | 3   | 4 | 5 |
| 01  | Talento humano desmotivado (ausentismo laboral)           | 5  | X                         |   |   |   |   |
| 02  | Demora del talento humano (movimientos innecesarios)      | 25   |                           |   |   |   | X |
| 03  | Mantenimiento Insuficiente                                | 1  |                           |   | X   |   |   |
| 04  | Calzados defectuosos                                      | 15   |                           |   |   | X |   |
| 05  | Presencia de residuos en el área de trabajo               | 6  | X                         |   |   |   |   |
| 06  | Falencias en la estandarización de procesos               | 38   |                           |   |   |   | X |
| 07  | Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 5  |                           | X |   |   |   |

| <b>Area de Investigación: A. Producción</b> |   |  |                           |   |   |   |   |
|---|---|--|---------------------------|---|---|---|---|
| Elaborado por: Samaiego Meza Rosin David    |   |  | Ficha N°: 02              |   |   |   |   |
| Fecha de Inicio y Fin:                      |   | 14-11-2020   | 20-11-2020                |   |   |   |   |
| Jefe de Area:                               |   | <br>GERENTE GENERAL<br>Carlos Orellana<br>DNI: 44892247 |                           |   |  |   |   |
| N°  | Problemas Detectados                                      | Número de Veces que se Repitieron (promedio por semana)  | Intervalo de Priorización |   |   |   |   |
|   |   |  | 1                         | 2 | 3   | 4 | 5 |
| 01  | Talento humano desmotivado (ausentismo laboral)           | 5  | X                         |   |   |   |   |
| 02  | Demora del talento humano (movimientos innecesarios)      | 25   |                           |   |   | X |   |
| 03  | Mantenimiento Insuficiente                                | 1  | X                         |   |   |   |   |
| 04  | Calzados defectuosos                                      | 15   |                           |   | X   |   |   |
| 05  | Presencia de residuos en el área de trabajo               | 6  | X                         |   |   |   |   |
| 06  | Falencias en la estandarización de procesos               | 38   |                           |   |   |   | X |
| 07  | Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 5  |                           | X |   |   |   |

| <b>Area de Investigación: A. Producción</b>     |   |    |                           |                     |   |   |   |  |
|---|---|---|---------------------------|---------------------|---|---|---|--|
| Elaborado por: <b>Samaiego Meza Rosin David</b> |   |   |                           | Ficha N°: <i>01</i> |   |   |   |  |
| Fecha de Inicio y Fin:                          | <i>14-11-2020</i>   |   |                           | <i>20-11-2020</i>   |   |   |   |  |
| Jefe de Area:                                   |   | <br><b>Carlos Orellana Armas</b><br><small>GERENTE GENERAL</small><br><small>DNI: 44892247</small> |                           |                     |   |   |   |  |
| N°  | Problemas Detectados                                      | Número de Veces que se Repitieron (promedio por semana)   | Intervalo de Priorización |                     |   |   |   |  |
|   |   |   | 1                         | 2                   | 3 | 4 | 5 |  |
| 01  | Talento humano desmotivado (ausentismo laboral)           | 5   |                           |                     | X |   |   |  |
| 02  | Demora del talento humano (movimientos innecesarios)      | 25  |                           |                     |   |   | X |  |
| 03  | Mantenimiento Insuficiente                                | 1   |                           | X                   |   |   |   |  |
| 04  | Calzados defectuosos                                      | 15  |                           | X                   |   |   |   |  |
| 05  | Presencia de residuos en el área de trabajo               | 6   | X                         |                     |   |   |   |  |
| 06  | Falencias en la estandarización de procesos               | 38  |                           |                     |   |   | X |  |
| 07  | Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 5   | X                         |                     |   |   |   |  |

c) Cuadro de resumen del instrumento de investigación Escala de Thurstone.

| Ficha de recolección de datos (Escala de Thurstone)            |            |            |            |            |            |            |            |            |          |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| Causas Principales   | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 | Operario 4 | Operario 5 | Operario 6 | Operario 7 | Operario 8 | Promedio |
| (C1) Talento humano desmotivado                                | 3          | 1          | 1          | 2          | 1          | 3          | 2          | 3          | 2        |
| (C2) Demora del talento humano                                 | 4          | 4          | 5          | 3          | 5          | 4          | 3          | 4          | 4        |
| (C3) Mantenimiento Insuficiente                                | 2          | 1          | 3          | 1          | 1          | 2          | 3          | 3          | 2        |
| (C4) Calzados defectuosos                                      | 2          | 3          | 4          | 2          | 2          | 3          | 4          | 4          | 3        |
| (C5) Presencia de residuos en el área de trabajo               | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1        |
| (C6) Falencias en la estandarización de procesos               | 4          | 5          | 5          | 4          | 5          | 5          | 5          | 5          | 5        |
| (C7) Inspección deficiente de piezas para el armado de zapatos | 1          | 3          | 2          | 1          | 2          | 2          | 3          | 2          | 2        |

d) Base de datos para la elaboración del instrumento Guía de Observación.

| <b>Cantidad de producción</b> |                                     |                          |                        |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>Fecha</b>                  | <b>Pares proyectados a producir</b> | <b>Pares defectuosos</b> | <b>Pares conformes</b> |
| 02 al 07 de Noviembre         | 210                                 | 13                       | 197                    |
| 09 al 14 de Noviembre         | 207                                 | 14                       | 193                    |
| 16 al 21 de Noviembre         | 204                                 | 12                       | 192                    |
| 07 al 12 de Diciembre         | 204                                 | 12                       | 192                    |
| 14 al 19 de Diciembre         | 202                                 | 13                       | 189                    |
| 21 al 28 de Diciembre         | 210                                 | 14                       | 196                    |
| 04 al 09 de Enero del 2021    | 202                                 | 13                       | 189                    |
| 11 al 16 de Enero del 2021    | 201                                 | 13                       | 188                    |
| 18 al 26 de Enero del 2021    | 202                                 | 10                       | 192                    |
| 01 al 06 de Febrero del 2021  | 204                                 | 11                       | 193                    |
| 08 al 13 de Febrero del 2021  | 201                                 | 13                       | 188                    |
| 15 al 23 de Febrero del 2021  | 202                                 | 12                       | 190                    |
| <b>Total</b>                  | <b>2449</b>                         | <b>150</b>               | <b>2299</b>            |

| <b>Cantidad de producción</b> |                                     |                          |                        |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>Fecha</b>                  | <b>Pares proyectados a producir</b> | <b>Pares defectuosos</b> | <b>Pares conformes</b> |
| 05 al 10 de Abril del 2021    | 221                                 | 3                        | 218                    |
| 12 al 17 de Abril del 2021    | 221                                 | 4                        | 217                    |
| 19 al 24 de Abril del 2021    | 221                                 | 3                        | 218                    |
| 03 al 08 de Mayo del 2021     | 221                                 | 3                        | 218                    |
| 10 al 15 de Mayo del 2021     | 221                                 | 4                        | 217                    |
| 17 al 22 de Mayo del 2021     | 221                                 | 3                        | 218                    |
| 07 al 12 de Junio del 2021    | 221                                 | 2                        | 219                    |
| 14 al 19 de Junio del 2021    | 221                                 | 3                        | 218                    |
| 21 al 26 de Junio del 2021    | 221                                 | 3                        | 218                    |
| 05 al 10 de Julio del 2021    | 221                                 | 2                        | 219                    |
| 12 al 17 de Julio del 2021    | 221                                 | 3                        | 218                    |
| 19 al 24 de Julio del 2021    | 221                                 | 3                        | 218                    |
| <b>Total</b>                  | <b>2652</b>                         | <b>36</b>                | <b>2616</b>            |

## e) Base de datos para la elaboración del instrumento Diario de Campo.

| Proceso                                  | Tiempo  | T1    | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    | T7    | T8    | T9    | T10   | Total T.O. |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| Cortado de capelladas                    | minutos | 0.64  | 0.62  | 0.63  | 0.67  | 0.64  | 0.63  | 0.62  | 0.63  | 0.62  | 0.62  | 6.32       |
| Cortado de laterales y talones           | minutos | 1.13  | 1.14  | 1.14  | 1.13  | 1.15  | 1.13  | 1.20  | 1.15  | 1.14  | 1.10  | 11.41      |
| Cortado de cuellos y correa              | minutos | 1.10  | 1.06  | 1.08  | 1.15  | 1.10  | 1.06  | 1.07  | 1.06  | 1.08  | 1.07  | 10.83      |
| Marcado de capellada                     | minutos | 0.30  | 0.26  | 0.27  | 0.28  | 0.29  | 0.27  | 0.31  | 0.29  | 0.26  | 0.26  | 2.79       |
| Marcado de laterales y talones           | minutos | 0.99  | 0.98  | 0.96  | 0.97  | 0.95  | 0.96  | 0.96  | 0.98  | 0.96  | 0.97  | 9.68       |
| Marcado de cuellos y correa              | minutos | 0.83  | 0.84  | 0.86  | 0.81  | 0.80  | 0.84  | 0.83  | 0.82  | 0.83  | 0.82  | 8.28       |
| Pintado de bordes                        | minutos | 1.30  | 1.31  | 1.31  | 1.29  | 1.27  | 1.32  | 1.28  | 1.29  | 1.30  | 1.31  | 12.98      |
| Sellado de logo                          | minutos | 0.30  | 0.32  | 0.35  | 0.29  | 0.32  | 0.31  | 0.30  | 0.32  | 0.28  | 0.30  | 3.09       |
| Cambrado de capellada                    | minutos | 0.68  | 0.66  | 0.67  | 0.66  | 0.68  | 0.65  | 0.67  | 0.70  | 0.69  | 0.65  | 6.71       |
| Desbaste de capellada                    | minutos | 0.34  | 0.33  | 0.32  | 0.33  | 0.35  | 0.38  | 0.33  | 0.32  | 0.31  | 0.35  | 3.36       |
| Desbaste de laterales y talones          | minutos | 1.06  | 1.05  | 1.06  | 1.07  | 1.04  | 1.03  | 1.05  | 1.06  | 1.04  | 1.04  | 10.50      |
| Desbaste de cuello y correa              | minutos | 0.82  | 0.84  | 0.85  | 0.82  | 0.86  | 0.81  | 0.82  | 0.81  | 0.82  | 0.84  | 8.29       |
| Doblado de capellada                     | minutos | 0.33  | 0.31  | 0.34  | 0.32  | 0.33  | 0.35  | 0.37  | 0.31  | 0.32  | 0.31  | 3.29       |
| Doblado de laterales y cuello            | minutos | 0.61  | 0.59  | 0.60  | 0.62  | 0.59  | 0.63  | 0.60  | 0.59  | 0.59  | 0.60  | 6.02       |
| Costura de las piezas de cuero           | minutos | 1.82  | 1.84  | 1.83  | 1.85  | 1.84  | 1.80  | 1.83  | 1.82  | 1.87  | 1.82  | 18.32      |
| Costura de las piezas del forro          | minutos | 1.60  | 1.59  | 1.63  | 1.58  | 1.57  | 1.58  | 1.56  | 1.59  | 1.57  | 1.56  | 15.83      |
| Unir el cuero armado con el forro armado | minutos | 1.34  | 1.35  | 1.32  | 1.30  | 1.34  | 1.33  | 1.35  | 1.33  | 1.31  | 1.33  | 13.30      |
| Cerrar armado                            | minutos | 0.82  | 0.83  | 0.84  | 0.83  | 0.82  | 0.83  | 0.85  | 0.86  | 0.82  | 0.83  | 8.33       |
| Marcado de talón y puntera               | minutos | 0.68  | 0.67  | 0.67  | 0.66  | 0.69  | 0.67  | 0.65  | 0.67  | 0.66  | 0.67  | 6.69       |
| Sellado de talón en caliente             | minutos | 0.44  | 0.43  | 0.43  | 0.42  | 0.40  | 0.41  | 0.41  | 0.42  | 0.43  | 0.43  | 4.22       |
| Sellado de talón en frío                 | minutos | 0.46  | 0.47  | 0.48  | 0.47  | 0.46  | 0.45  | 0.49  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 4.68       |
| Sellado de puntera en caliente           | minutos | 0.42  | 0.43  | 0.45  | 0.43  | 0.41  | 0.40  | 0.41  | 0.43  | 0.42  | 0.43  | 4.23       |
| Armado la punta - cuero armado           | minutos | 0.51  | 0.52  | 0.51  | 0.49  | 0.50  | 0.53  | 0.52  | 0.49  | 0.49  | 0.50  | 5.06       |
| Calentar talón de cuero armado           | minutos | 0.42  | 0.43  | 0.41  | 0.44  | 0.42  | 0.41  | 0.43  | 0.43  | 0.41  | 0.43  | 4.23       |
| Cerrar talón de cuero armado             | minutos | 0.44  | 0.43  | 0.43  | 0.42  | 0.45  | 0.41  | 0.43  | 0.41  | 0.43  | 0.42  | 4.27       |
| Corte de exceso de cuero                 | minutos | 0.52  | 0.51  | 0.53  | 0.50  | 0.48  | 0.49  | 0.50  | 0.49  | 0.49  | 0.51  | 5.02       |
| Quemado y golpeo de cuero armado         | minutos | 0.48  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 0.46  | 0.48  | 0.45  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 4.67       |
| Pegado de planta y horma                 | minutos | 7.20  | 7.18  | 7.16  | 7.17  | 7.18  | 7.16  | 7.17  | 7.16  | 7.18  | 7.19  | 71.75      |
| Reactivado                               | minutos | 5.99  | 6.02  | 6.00  | 5.99  | 6.01  | 6.01  | 6.03  | 5.99  | 6.00  | 6.01  | 60.05      |
| Acomodado                                | minutos | 0.46  | 0.45  | 0.44  | 0.47  | 0.48  | 0.46  | 0.46  | 0.45  | 0.44  | 0.45  | 4.56       |
| Prensado                                 | minutos | 26.03 | 24.35 | 24.85 | 24.00 | 24.95 | 25.05 | 27.35 | 25.87 | 25.85 | 24.03 | 252.33     |
| Quemado de arrugas                       | minutos | 0.52  | 0.50  | 0.49  | 0.51  | 0.50  | 0.49  | 0.51  | 0.48  | 0.53  | 0.50  | 5.03       |
| Borrado                                  | minutos | 0.48  | 0.50  | 0.46  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 0.48  | 0.46  | 4.71       |
| Sacar hormas                             | minutos | 0.70  | 0.68  | 0.69  | 0.67  | 0.67  | 0.68  | 0.66  | 0.69  | 0.66  | 0.67  | 6.77       |
| Echar fondo crast y lustramix            | minutos | 0.87  | 0.88  | 0.87  | 0.87  | 0.86  | 0.86  | 0.88  | 0.87  | 0.85  | 0.90  | 8.71       |
| Pulido y Pegado de sticker               | minutos | 0.68  | 0.66  | 0.67  | 0.70  | 0.69  | 0.65  | 0.66  | 0.65  | 0.68  | 0.67  | 6.71       |
| Plantillado                              | minutos | 0.65  | 0.62  | 0.63  | 0.62  | 0.63  | 0.64  | 0.61  | 0.65  | 0.67  | 0.62  | 6.34       |
| Empaquetado                              | minutos | 1.03  | 1.05  | 1.04  | 1.09  | 1.05  | 1.04  | 1.06  | 1.06  | 1.05  | 1.04  | 10.51      |


## f) Procesamiento de los datos para la elaboración de la tabla estudio de tiempos.

| Proceso                                  | Tiempo  | T1    | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    | T7    | T8    | T9    | T10   | t1^2   | t2^2   | t3^2   | t4^2   | t5^2   | t6^2   | t7^2   | t8^2   | t9^2   | t10^2  | Total   | Muestras a agregar |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------------------|
| Cortado de capelladas                    | minutos | 0.64  | 0.62  | 0.63  | 0.67  | 0.64  | 0.63  | 0.62  | 0.63  | 0.62  | 0.62  | 0.41   | 0.38   | 0.40   | 0.45   | 0.41   | 0.40   | 0.38   | 0.40   | 0.38   | 0.38   | 4.00    | 2                  |
| Cortado de laterales y talones           | minutos | 1.13  | 1.14  | 1.14  | 1.13  | 1.15  | 1.13  | 1.20  | 1.15  | 1.14  | 1.10  | 1.28   | 1.30   | 1.30   | 1.28   | 1.32   | 1.28   | 1.44   | 1.32   | 1.30   | 1.21   | 13.02   | 0                  |
| Cortado de cuellos y correa              | minutos | 1.10  | 1.06  | 1.08  | 1.15  | 1.10  | 1.06  | 1.07  | 1.06  | 1.08  | 1.07  | 1.21   | 1.12   | 1.17   | 1.32   | 1.21   | 1.12   | 1.14   | 1.12   | 1.17   | 1.14   | 11.74   | 2                  |
| Marcado de capellada                     | minutos | 0.30  | 0.26  | 0.27  | 0.28  | 0.29  | 0.27  | 0.31  | 0.29  | 0.26  | 0.26  | 0.09   | 0.07   | 0.07   | 0.08   | 0.08   | 0.07   | 0.10   | 0.08   | 0.07   | 0.07   | 0.78    | 5                  |
| Marcado de laterales y talones           | minutos | 0.99  | 0.98  | 0.96  | 0.97  | 0.95  | 0.96  | 0.96  | 0.98  | 0.96  | 0.97  | 0.98   | 0.96   | 0.92   | 0.94   | 0.90   | 0.92   | 0.92   | 0.96   | 0.92   | 0.94   | 9.37    | 0                  |
| Marcado de cuellos y correa              | minutos | 0.83  | 0.84  | 0.86  | 0.81  | 0.80  | 0.84  | 0.83  | 0.82  | 0.83  | 0.82  | 0.69   | 0.71   | 0.74   | 0.66   | 0.64   | 0.71   | 0.69   | 0.67   | 0.69   | 0.67   | 6.86    | 1                  |
| Pintado de bordes                        | minutos | 1.30  | 1.31  | 1.31  | 1.29  | 1.27  | 1.32  | 1.28  | 1.29  | 1.30  | 1.31  | 1.69   | 1.72   | 1.72   | 1.66   | 1.61   | 1.74   | 1.64   | 1.66   | 1.69   | 1.72   | 16.85   | 0                  |
| Sellado de logo                          | minutos | 0.30  | 0.32  | 0.35  | 0.29  | 0.32  | 0.31  | 0.30  | 0.32  | 0.28  | 0.30  | 0.09   | 0.10   | 0.12   | 0.08   | 0.10   | 0.10   | 0.09   | 0.10   | 0.08   | 0.09   | 0.96    | 9                  |
| Cambrado de capellada                    | minutos | 0.68  | 0.66  | 0.67  | 0.66  | 0.68  | 0.65  | 0.67  | 0.70  | 0.69  | 0.65  | 0.46   | 0.44   | 0.45   | 0.44   | 0.46   | 0.42   | 0.45   | 0.49   | 0.48   | 0.42   | 4.50    | 0                  |
| Desbaste de capellada                    | minutos | 0.34  | 0.33  | 0.32  | 0.33  | 0.35  | 0.38  | 0.33  | 0.32  | 0.31  | 0.35  | 0.12   | 0.11   | 0.10   | 0.11   | 0.12   | 0.14   | 0.11   | 0.10   | 0.10   | 0.12   | 1.13    | 1                  |
| Desbaste de laterales y talones          | minutos | 1.06  | 1.05  | 1.06  | 1.07  | 1.04  | 1.03  | 1.05  | 1.06  | 1.04  | 1.04  | 1.12   | 1.10   | 1.12   | 1.14   | 1.08   | 1.06   | 1.10   | 1.12   | 1.08   | 1.08   | 11.03   | 1                  |
| Desbaste de cuello y correa              | minutos | 0.82  | 0.84  | 0.85  | 0.82  | 0.86  | 0.81  | 0.82  | 0.81  | 0.82  | 0.84  | 0.67   | 0.71   | 0.72   | 0.67   | 0.74   | 0.66   | 0.67   | 0.66   | 0.67   | 0.71   | 6.88    | 2                  |
| Doblado de capellada                     | minutos | 0.33  | 0.31  | 0.34  | 0.32  | 0.33  | 0.35  | 0.37  | 0.31  | 0.32  | 0.31  | 0.11   | 0.10   | 0.12   | 0.10   | 0.11   | 0.12   | 0.14   | 0.10   | 0.10   | 0.10   | 1.09    | 10                 |
| Doblado de laterales y cuello            | minutos | 0.61  | 0.59  | 0.60  | 0.62  | 0.59  | 0.63  | 0.60  | 0.59  | 0.59  | 0.60  | 0.37   | 0.35   | 0.36   | 0.38   | 0.35   | 0.40   | 0.36   | 0.35   | 0.35   | 0.36   | 3.63    | 3                  |
| Costura de las piezas de cuero           | minutos | 1.82  | 1.84  | 1.83  | 1.85  | 1.84  | 1.80  | 1.83  | 1.82  | 1.87  | 1.82  | 3.31   | 3.39   | 3.35   | 3.42   | 3.39   | 3.24   | 3.35   | 3.31   | 3.50   | 3.31   | 33.57   | 0                  |
| Costura de las piezas del forro          | minutos | 1.60  | 1.59  | 1.63  | 1.58  | 1.57  | 1.58  | 1.56  | 1.59  | 1.57  | 1.56  | 2.56   | 2.53   | 2.66   | 2.50   | 2.46   | 2.50   | 2.43   | 2.53   | 2.46   | 2.43   | 25.06   | 0                  |
| Unir el cuero armado con el forro armado | minutos | 1.34  | 1.35  | 1.32  | 1.30  | 1.34  | 1.33  | 1.35  | 1.33  | 1.31  | 1.33  | 1.80   | 1.82   | 1.74   | 1.69   | 1.80   | 1.77   | 1.82   | 1.77   | 1.72   | 1.77   | 17.69   | 0                  |
| Cerrar armado                            | minutos | 0.82  | 0.83  | 0.84  | 0.83  | 0.82  | 0.83  | 0.85  | 0.86  | 0.82  | 0.83  | 0.67   | 0.69   | 0.71   | 0.69   | 0.67   | 0.69   | 0.72   | 0.74   | 0.67   | 0.69   | 6.94    | 0                  |
| Marcado de talón y puntera               | minutos | 0.68  | 0.67  | 0.67  | 0.66  | 0.69  | 0.67  | 0.65  | 0.67  | 0.66  | 0.67  | 0.46   | 0.45   | 0.45   | 0.44   | 0.48   | 0.45   | 0.42   | 0.45   | 0.44   | 0.45   | 4.48    | 2                  |
| Sellado de talón en caliente             | minutos | 0.44  | 0.43  | 0.43  | 0.42  | 0.40  | 0.41  | 0.41  | 0.42  | 0.43  | 0.43  | 0.19   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.16   | 0.17   | 0.17   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 1.78    | 0                  |
| Sellado de talón en frío                 | minutos | 0.46  | 0.47  | 0.48  | 0.47  | 0.46  | 0.45  | 0.49  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 0.21   | 0.22   | 0.23   | 0.22   | 0.21   | 0.20   | 0.24   | 0.22   | 0.21   | 0.22   | 2.19    | 0                  |
| Sellado de puntera en caliente           | minutos | 0.42  | 0.43  | 0.45  | 0.43  | 0.41  | 0.40  | 0.41  | 0.43  | 0.42  | 0.43  | 0.18   | 0.18   | 0.20   | 0.18   | 0.17   | 0.16   | 0.17   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 1.79    | 1                  |
| Armado la punta - cuero armado           | minutos | 0.51  | 0.52  | 0.51  | 0.49  | 0.50  | 0.53  | 0.52  | 0.49  | 0.49  | 0.50  | 0.26   | 0.27   | 0.26   | 0.24   | 0.25   | 0.28   | 0.27   | 0.24   | 0.24   | 0.25   | 2.56    | 0                  |
| Calentar talón de cuero armado           | minutos | 0.42  | 0.43  | 0.41  | 0.44  | 0.42  | 0.41  | 0.43  | 0.43  | 0.41  | 0.43  | 0.18   | 0.18   | 0.17   | 0.19   | 0.18   | 0.17   | 0.18   | 0.18   | 0.17   | 0.18   | 1.79    | 1                  |
| Cerrar talón de cuero armado             | minutos | 0.44  | 0.43  | 0.43  | 0.42  | 0.45  | 0.41  | 0.43  | 0.41  | 0.43  | 0.42  | 0.19   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.20   | 0.17   | 0.18   | 0.17   | 0.18   | 0.18   | 1.82    | 0                  |
| Corte de exceso de cuero                 | minutos | 0.52  | 0.51  | 0.53  | 0.50  | 0.48  | 0.49  | 0.50  | 0.49  | 0.49  | 0.51  | 0.27   | 0.26   | 0.28   | 0.25   | 0.23   | 0.24   | 0.25   | 0.24   | 0.24   | 0.26   | 2.52    | 0                  |
| Quemado y golpeo de cuero armado         | minutos | 0.48  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 0.46  | 0.48  | 0.45  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 0.23   | 0.22   | 0.21   | 0.22   | 0.21   | 0.23   | 0.20   | 0.22   | 0.21   | 0.22   | 2.18    | 0                  |
| Pegado de planta y horma                 | minutos | 7.20  | 7.18  | 7.16  | 7.17  | 7.18  | 7.16  | 7.17  | 7.16  | 7.18  | 7.19  | 51.84  | 51.55  | 51.27  | 51.41  | 51.55  | 51.27  | 51.41  | 51.27  | 51.55  | 51.70  | 514.81  | 0                  |
| Reactivado                               | minutos | 5.99  | 6.02  | 6.00  | 5.99  | 6.01  | 6.01  | 6.03  | 5.99  | 6.00  | 6.01  | 35.88  | 36.24  | 36.00  | 35.88  | 36.12  | 36.12  | 36.36  | 35.88  | 36.00  | 36.12  | 360.60  | 0                  |
| Acomodado                                | minutos | 0.46  | 0.45  | 0.44  | 0.47  | 0.48  | 0.46  | 0.46  | 0.45  | 0.44  | 0.45  | 0.21   | 0.20   | 0.19   | 0.22   | 0.23   | 0.21   | 0.21   | 0.20   | 0.19   | 0.20   | 2.08    | 1                  |
| Prensado                                 | minutos | 26.03 | 24.35 | 24.85 | 24.00 | 24.95 | 25.05 | 27.35 | 25.87 | 25.85 | 24.03 | 677.56 | 592.92 | 617.52 | 576.00 | 622.50 | 627.50 | 748.02 | 669.26 | 668.22 | 577.44 | 6376.95 | 3                  |
| Quemado de arrugas                       | minutos | 0.52  | 0.50  | 0.49  | 0.51  | 0.50  | 0.49  | 0.51  | 0.48  | 0.53  | 0.50  | 0.27   | 0.25   | 0.24   | 0.26   | 0.25   | 0.24   | 0.26   | 0.23   | 0.28   | 0.25   | 2.53    | 0                  |
| Borrado                                  | minutos | 0.48  | 0.50  | 0.46  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 0.46  | 0.47  | 0.48  | 0.46  | 0.23   | 0.25   | 0.21   | 0.22   | 0.21   | 0.22   | 0.21   | 0.22   | 0.23   | 0.21   | 2.22    | 1                  |
| Sacar homas                              | minutos | 0.70  | 0.68  | 0.69  | 0.67  | 0.67  | 0.68  | 0.66  | 0.69  | 0.66  | 0.67  | 0.49   | 0.46   | 0.48   | 0.45   | 0.45   | 0.46   | 0.44   | 0.48   | 0.44   | 0.45   | 4.58    | 0                  |
| Echar fondo crast y lustramix            | minutos | 0.87  | 0.88  | 0.87  | 0.87  | 0.86  | 0.86  | 0.88  | 0.87  | 0.85  | 0.90  | 0.76   | 0.77   | 0.76   | 0.76   | 0.74   | 0.74   | 0.77   | 0.76   | 0.72   | 0.81   | 7.59    | 1                  |
| Pulido y Pegado de stiker                | minutos | 0.68  | 0.66  | 0.67  | 0.70  | 0.69  | 0.65  | 0.66  | 0.65  | 0.68  | 0.67  | 0.46   | 0.44   | 0.45   | 0.49   | 0.48   | 0.42   | 0.44   | 0.42   | 0.46   | 0.45   | 4.50    | 0                  |
| Plantillado                              | minutos | 0.65  | 0.62  | 0.63  | 0.62  | 0.63  | 0.64  | 0.61  | 0.65  | 0.67  | 0.62  | 0.42   | 0.38   | 0.40   | 0.38   | 0.40   | 0.41   | 0.37   | 0.42   | 0.45   | 0.38   | 4.02    | 0                  |
| Empaquetado                              | minutos | 1.03  | 1.05  | 1.04  | 1.09  | 1.05  | 1.04  | 1.06  | 1.06  | 1.05  | 1.04  | 1.06   | 1.10   | 1.08   | 1.19   | 1.10   | 1.08   | 1.12   | 1.12   | 1.10   | 1.08   | 11.05   | 0                  |





## h) Estudio de tiempos.

| Estudio de tiempos: Ciclo breve |                    |  |              |            |                |                      |      |                |                     |   |
|---------------------------------|--------------------|--|--------------|------------|----------------|----------------------|------|----------------|---------------------|---|
| Hoja n°:                        |                    | 1 de 1                                   | F. Termino:  | 18/03/2021 | Observado por: | Samaniego Meza David |      |                |                     |   |
| Departamento:                   | Área de producción |  | F. Comienzo: | 07/03/2021 | Instrumento:   | Cronometro           |      |                |                     |  |
| N°                              | Áreas              | Proceso                                  | Tiempo       | Total T.O. | T.E.           | V. (%)               | T.N. | Tolerancia (%) | T.C. X Actividad    | T.C. x área   |
| 1                               | Área de corte      | Cortado de capelladas                    | minutos      | 6.32       | 0.63           | 80                   | 0.50 | 30%            | 0.65                | 3.09  |
| 2                               |                    | Cortado de laterales y talones           | minutos      | 11.41      | 1.13           | 85                   | 0.96 | 30%            | 1.25                |   |
| 3                               |                    | Cortado de cuellos y correa              | minutos      | 10.83      | 1.08           | 85                   | 0.92 | 30%            | 1.19                |   |
| 4                               | Área de habilitado | Marcado de capellada                     | minutos      | 2.79       | 0.28           | 85                   | 0.24 | 28%            | 0.30                | 4.72  |
| 5                               |                    | Marcado de laterales y talones           | minutos      | 9.68       | 0.97           | 80                   | 0.78 | 28%            | 0.99                |   |
| 6                               |                    | Marcado de cuellos y correa              | minutos      | 8.28       | 0.83           | 85                   | 0.71 | 28%            | 0.90                |   |
| 7                               |                    | Pintado de bordes                        | minutos      | 12.98      | 1.30           | 90                   | 1.17 | 28%            | 1.50                |   |
| 8                               |                    | Sellado de logo                          | minutos      | 3.09       | 0.31           | 85                   | 0.26 | 28%            | 0.34                |   |
| 9                               |                    | Cambrado de capellada                    | minutos      | 6.71       | 0.67           | 80                   | 0.54 | 28%            | 0.69                |   |
| 10                              | Área de desbaste   | Desbaste de capellada                    | minutos      | 3.36       | 0.33           | 80                   | 0.26 | 25%            | 0.33                | 3.24  |
| 11                              |                    | Desbaste de laterales y talones          | minutos      | 10.50      | 1.05           | 85                   | 0.89 | 25%            | 1.12                |   |
| 12                              |                    | Desbaste de cuello y correa              | minutos      | 8.29       | 0.83           | 80                   | 0.66 | 25%            | 0.83                |   |
| 13                              |                    | Doblado de capellada                     | minutos      | 3.29       | 0.33           | 80                   | 0.26 | 25%            | 0.33                |   |
| 14                              |                    | Doblado de laterales y cuello            | minutos      | 6.02       | 0.60           | 85                   | 0.51 | 25%            | 0.64                |   |
| 15                              | Área de aparado    | Costura de las piezas de cuero           | minutos      | 18.32      | 1.83           | 85                   | 1.56 | 20%            | 1.87                | 5.46  |
| 16                              |                    | Costura de las piezas del forro          | minutos      | 15.83      | 1.58           | 80                   | 1.26 | 20%            | 1.52                |   |
| 17                              |                    | Unir el cuero armado con el forro armado | minutos      | 13.3       | 1.33           | 80                   | 1.06 | 20%            | 1.28                |   |
| 18                              |                    | Cerrar armado                            | minutos      | 8.33       | 0.83           | 80                   | 0.66 | 20%            | 0.80                |   |
| 19                              | Área de pre-armado | Marcado de talón y puntera               | minutos      | 6.69       | 0.67           | 85                   | 0.57 | 25%            | 0.71                | 2.08  |
| 20                              |                    | Sellado de talón en caliente             | minutos      | 4.22       | 0.42           | 80                   | 0.34 | 25%            | 0.42                |   |
| 21                              |                    | Sellado de talón en frío                 | minutos      | 4.68       | 0.47           | 85                   | 0.40 | 25%            | 0.50                |   |
| 22                              |                    | Sellado de puntera en caliente           | minutos      | 4.23       | 0.42           | 85                   | 0.36 | 25%            | 0.45                |   |
| 23                              | Área de armado     | Armado la punta - cuero armado           | minutos      | 5.06       | 0.50           | 85                   | 0.43 | 20%            | 0.51                | 2.28  |
| 24                              |                    | Calentar talón de cuero armado           | minutos      | 4.23       | 0.42           | 80                   | 0.34 | 20%            | 0.40                |   |
| 25                              |                    | Cerrar talón de cuero armado             | minutos      | 4.27       | 0.43           | 85                   | 0.37 | 20%            | 0.44                |   |
| 26                              |                    | Corte de exceso de cuero                 | minutos      | 5.02       | 0.50           | 80                   | 0.40 | 20%            | 0.48                |   |
| 27                              |                    | Quemado y golpeo de cuero armado         | minutos      | 4.67       | 0.47           | 80                   | 0.38 | 20%            | 0.45                |   |
| 28                              | Área de pegado     | Pegado de planta y horma                 | minutos      | 71.75      | 7.17           | 80                   | 5.74 | 15%            | 6.60                | 13.58   |
| 29                              |                    | Reactivado                               | minutos      | 60.05      | 6.00           | 80                   | 4.80 | 15%            | 5.52                |   |
| 30                              |                    | Acomodado                                | minutos      | 4.56       | 0.45           | 85                   | 0.38 | 15%            | 0.44                |   |
| 31                              |                    | Prensado                                 | minutos      | 11.09      | 1.11           | 80                   | 0.89 | 15%            | 1.02                |   |
| 32                              | Área de acabado    | Quemado de arrugas                       | minutos      | 5.03       | 0.50           | 85                   | 0.43 | 13%            | 0.48                | 4.69  |
| 33                              |                    | Borrado                                  | minutos      | 4.71       | 0.47           | 85                   | 0.40 | 13%            | 0.45                |   |
| 34                              |                    | Sacar hormas                             | minutos      | 6.77       | 0.67           | 80                   | 0.54 | 13%            | 0.61                |   |
| 35                              |                    | Echar fondo crast y lustramixs           | minutos      | 8.71       | 0.87           | 85                   | 0.74 | 13%            | 0.84                |   |
| 36                              |                    | Pulido y Pegado de stiker                | minutos      | 6.71       | 0.67           | 85                   | 0.57 | 13%            | 0.64                |   |
| 37                              |                    | Plantillado                              | minutos      | 6.34       | 0.63           | 85                   | 0.54 | 13%            | 0.61                |   |
| 38                              |                    | Empaquetado                              | minutos      | 10.51      | 1.05           | 90                   | 0.95 | 13%            | 1.07                |   |
| TOTAL                           |                    |  |              | 398.63     | 39.80          | 83.03                | 0.86 |                | 39.14               | 39.14   |
|                                 |                    |  |              |            |                |                      |      |                | T. Transporte (min) | 4.10  |
|                                 |                    |  |              |            |                |                      |      |                | T. Recepción (min)  | 2.25  |
|                                 |                    |  |              |            |                |                      |      |                | T.C. Total          | 45.49   |
|                                 |                    |  |              |            |                |                      |      |                | T.C. x Hora         | 0.76  |

**Anexo N°07: Consentimiento/ asentamiento informado.**

- a) Carta de presentación para realizar la investigación del proyecto.

“Año de la Universalización de la salud”

Huancayo, 07 de marzo de 2021

**CARTA N° 01 2021-RDSM**

Sr. Carlos Orellana Armas

Gerente General, de la empresa productora de calzados Kadia's del Centro

**Presente. –**

**Asunto** : Autorización para el desarrollo de proyecto de investigación.

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo y deseos de éxitos en las funciones que usted desempeña.

Yo, Rosin David Samaniego Meza, egresado de la Universidad Peruana los Andes, identificado con el código estudiantil: G04894D, solicito a Ud. de la manera más comedida, se considere la propuesta para desarrollar un proyecto de tesis titulado “Implementación Six Sigma para incrementar la productividad en una empresa de calzados” y que nos patrocine la información suficiente y necesaria para desarrollarlo, de acuerdo a la necesidad que requiera la investigación.

Con saludos cordiales y a tiempo de agradecerle su atención a esta solicitud, aprovecho oportunidad para reiterarle mi más alta consideración

Atentamente,



Samaniego Meza Rosin David

Código: G04894D



b) Carta de consentimiento para realizar el proyecto de investigación

“Año de la Universalización de la salud”

Huancayo, 14 de marzo de 2021

Bach. Samaniego Meza Rosin David

**Egresado de la Universidad Peruana los Andes**

**Presente. –**

Mediante la presente carta hago respuesta a su carta inductiva N° 01 2021–RDSM, de fecha 07 de marzo del 2021, en virtud al cual nos solicitaba nuestra autorización para que realice un proyecto de investigación en nuestra empresa productora de calzados Kadia's.

Pues bien, los miembros de la empresa junto a mi persona hemos aprobado para que ejecute su proyecto de investigación titulado “Implementación Six Sigma para incrementar la productividad en una empresa de calzados”, en nuestra empresa.

Esperando haber realizado correctamente mis declaraciones me despido de Ud.

Atentamente,



GERENTE GENERAL  
*Carlos Orellana Armas*  
DNI: 44892247

Gerente General

Carlos Orellana Armas



**Anexo N°08:** Fotos de la aplicación del instrumento.













