



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Propuesta de la metodología Six Sigma para incrementar la
productividad en la empresa metalmecánica Técnicos
Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Obregón Andahua, Fiorella Gianella (ORCID: [0000-0002-2746-2462](https://orcid.org/0000-0002-2746-2462))

Valentín Romero, Lincoln Otilio (ORCID: [0000-0002-4097-8682](https://orcid.org/0000-0002-4097-8682))

ASESOR:

Dr. Vega Huincho, Fernando (ORCID: [0000-0003-0320-5258](https://orcid.org/0000-0003-0320-5258))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

HUARAZ – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por siempre acompañarnos en todos los momentos y darnos fortaleza y sabiduría para cumplir con unos de nuestros anhelos más deseados. A nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional en el transcurso de nuestra carrera profesional, nunca dejaron de confiar en nosotros.

Fiorella y Lincoln

Agradecimiento

A la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. por toda la información que nos brindó para desarrollar esta investigación. A la Universidad César Vallejo, a los docentes por todas las enseñanzas que nos brindaron, las cuales fueron fundamentales para culminar con éxito la carrera profesional de Ingeniería industrial. Finalmente, Al Dr. Vega Huincho Fernando, por su paciencia, dedicación y exigencia realizamos una investigación exitosa, sobre todo por asesorarnos y guiarnos en el desarrollo de la tesis.

Fiorella y Lincoln

Índice de contenidos

| | |
|--|------------|
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | ix |
| Resumen..... | xi |
| Abstract..... | xii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 7 |
| III. METODOLOGÍA..... | 19 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 19 |
| 3.1.1. Tipo de investigación | 19 |
| 3.1.2. Diseño de investigación | 19 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 20 |
| 3.2.1. Variable independiente | 20 |
| 3.2.2. Variable dependiente..... | 20 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 20 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 21 |
| 3.5. Procedimientos..... | 25 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 28 |
| 3.7. Aspectos éticos | 29 |
| IV. RESULTADOS | 31 |
| 4.1. Resultados del objetivo específico 1 | 31 |
| 4.2. Resultados del objetivo específico 2 | 48 |
| 4.3. Resultados del objetivo específico 3 | 61 |
| 4.4. Resultados del objetivo específico 4 | 75 |
| 4.5. Resultados del objetivo general | 83 |
| V. DISCUSIÓN..... | 85 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 90 |
| VII. RECOMENDACIONES | 92 |
| REFERENCIAS | 94 |
| ANEXOS..... | 109 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 24 |
| Tabla 2. Procedimientos para el cumplimiento de los objetivos..... | 27 |
| Tabla 3. Método de análisis de datos | 28 |
| Tabla 4. Eficacia en fabricación de tolvas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma | 34 |
| Tabla 5. Eficiencia en fabricación de tolvas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma | 35 |
| Tabla 6. Productividad actual en la fabricación de las tolvas para volquetes | 36 |
| Tabla 7. Eficacia en fabricación de uñas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma | 37 |
| Tabla 8. Eficiencia en fabricación de uñas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma | 38 |
| Tabla 9. Productividad actual en la fabricación de las uñas para retroexcavadora | 39 |
| Tabla 10. Eficacia en instalación de la botella hidráulica antes de la propuesta de la metodología Six Sigma..... | 40 |
| Tabla 11. Eficiencia en instalación de botellas hidráulicas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma..... | 41 |
| Tabla 12. Productividad actual en la instalación de la botella hidráulica para volquetes | 42 |
| Tabla 13. Productividad de la mano de obra de tolvas mes | 43 |
| Tabla 14. Productividad del costo de mano de obra en tolvas mes | 44 |
| Tabla 15. Productividad de la mano de obra de uñas mes | 45 |
| Tabla 16. Productividad del costo de mano de obra en uñas mes | 45 |
| Tabla 17. Productividad de la mano de obra de botella hidráulica mes | 46 |
| Tabla 18. Productividad del costo de mano de obra en botella hidráulica mes | 47 |
| Tabla 19. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de tolvas..... | 49 |
| Tabla 20. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de uñas..... | 50 |
| Tabla 21. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de botella hidráulica | 50 |
| Tabla 22. Formato de producción realizada de tolvas | 51 |
| Tabla 23. Formato de producción realizada de uñas | 52 |
| Tabla 24. Formato de producción realizada de botella hidráulica..... | 53 |
| Tabla 25. Formato de producción sin defectos de tolvas | 54 |
| Tabla 26. Formato de productos sin defectos de uñas..... | 54 |
| Tabla 27. Formato de productos sin defectos de botella hidráulica..... | 55 |
| Tabla 28. Formato de capacitaciones a los fabricantes de tolvas | 56 |
| Tabla 29. Formato de capacitaciones a los fabricantes de uñas | 57 |
| Tabla 30. Formato de capacitaciones a los instaladores de botella hidráulica | 57 |
| Tabla 31. Formato de producción óptima de tolvas | 58 |
| Tabla 32. Formato de producción óptima de uñas | 59 |
| Tabla 33. Formato de producción óptima de botella hidráulica..... | 60 |
| Tabla 34. Tabla resumen de la eficacia en fabricación de tolvas después de la propuesta de la metodología Six Sigma..... | 62 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 35. Tabla resumen de la eficiencia en fabricación de tolvas después de la propuesta de la metodología Six Sigma | 63 |
| Tabla 36. Productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en la fabricación de las tolvas para volquetes | 63 |
| Tabla 37. Tabla resumen de la eficacia en fabricación de uñas después de la propuesta de la metodología Six Sigma..... | 64 |
| Tabla 38. Tabla resumen de la eficiencia en fabricación de uñas después de la propuesta de la metodología Six Sigma | 65 |
| Tabla 39. Productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en la fabricación de las uñas para retroexcavadora. | 66 |
| Tabla 40. Eficacia en instalación de botellas hidráulicas después de la propuesta de la metodología Six Sigma..... | 67 |
| Tabla 41. Eficiencia en instalación de botellas hidráulicas después de la propuesta de la metodología Six Sigma..... | 68 |
| Tabla 42. Productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en la instalación de la botella hidráulica para volquetes..... | 68 |
| Tabla 43. Productividad de la mano de obra de tolvas mes | 69 |
| Tabla 44. Productividad del costo de mano de obra en tolvas mes | 70 |
| Tabla 45. Productividad de la mano de obra de uñas mes | 71 |
| Tabla 46. Productividad del costo de mano de obra en uñas mes | 72 |
| Tabla 47. Productividad de la mano de obra de botella hidráulica mes | 73 |
| Tabla 48. Productividad del costo de mano de obra en botella hidráulica mes | 74 |
| Tabla 49. Eficacia en fabricación de tolvas (pre-test y post-test)..... | 75 |
| Tabla 50. Eficiencia en fabricación de tolvas (pre-test y post-test)..... | 76 |
| Tabla 51. Productividad en fabricación de tolvas (pre-test y post-test)..... | 76 |
| Tabla 52. Eficacia en fabricación de uñas (pre-test y post-test). | 77 |
| Tabla 53. Eficiencia en fabricación de uñas (pre-test y post-test). | 78 |
| Tabla 54. Productividad en fabricación de uñas (pre-test y post-test). | 78 |
| Tabla 55. Eficacia en instalación de botellas hidráulicas (pre-test y post-test)..... | 79 |
| Tabla 56. Eficiencia en instalación de botellas hidráulicas (pre-test y post-test)..... | 79 |
| Tabla 57. Productividad en instalación de botellas hidráulicas (pre-test y post-test). | 80 |
| Tabla 58. Productividad de mano de obra en fabricación de tolvas para volquetes (pre-test y post-test). | 81 |
| Tabla 59. Productividad de mano de obra en fabricación de uñas para retroexcavadora (pre-test y post-test). | 82 |
| Tabla 60. Productividad de mano de obra en instalación de botellas hidráulicas para volquetes (pre-test y post-test). | 82 |
| Tabla 61. Matriz de operacionalización de la variable independiente | 110 |
| Tabla 62. Matriz de operacionalización de la variable dependiente | 111 |
| Tabla 63. Descripción de las principales causas de la baja productividad..... | 113 |
| Tabla 64. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de tolvas | 120 |
| Tabla 65. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de uñas..... | 120 |
| Tabla 66. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de botella hidráulica | 120 |
| Tabla 67. Formato de producción realizada de tolvas | 121 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 68. Formato de producción realizada de uñas..... | 121 |
| Tabla 69. Formato de producción realizada de botella hidráulica..... | 122 |
| Tabla 70. Formato de productos sin defectos de tolvas..... | 122 |
| Tabla 71. Formato de productos sin defectos de uñas..... | 122 |
| Tabla 72. Formato de productos sin defectos de botella hidráulica..... | 123 |
| Tabla 73. Formato de capacitaciones a los fabricantes de tolvas..... | 123 |
| Tabla 74. Formato de capacitaciones a los fabricantes de uñas..... | 123 |
| Tabla 75. Formato de capacitaciones a los instaladores de botella hidráulica..... | 124 |
| Tabla 76. Formato de producción óptima de tolvas..... | 124 |
| Tabla 77. Formato de producción óptima de uñas..... | 125 |
| Tabla 78. Formato de producción óptima de botella hidráulica..... | 125 |
| Tabla 79. Matriz de validación del instrumento para la variable independiente por el juez experto 1..... | 126 |
| Tabla 80. Matriz de validación del instrumento para la variable independiente por el juez experto 2..... | 128 |
| Tabla 81. Matriz de validación del instrumento para la variable independiente por el juez experto 3..... | 130 |
| Tabla 82. Formato de recolección de datos para los indicadores eficiencia y eficacia..... | 132 |
| Tabla 83. Formato para medir la productividad horas hombre en fabricación de tolvas..... | 133 |
| Tabla 84. Formato para medir la productividad costos en fabricación de tolvas..... | 133 |
| Tabla 85. Formato para medir la productividad horas hombre en fabricación de uñas..... | 134 |
| Tabla 86. Formato para medir la productividad costos en fabricación de uñas..... | 134 |
| Tabla 87. Formato para medir la productividad horas hombre en instalación de botella hidráulica..... | 135 |
| Tabla 88. Formato para medir la productividad costos en instalación de botella hidráulica..... | 135 |
| Tabla 89. Matriz de validación del instrumento para la variable dependiente por el juez experto 1..... | 136 |
| Tabla 90. Matriz de validación del instrumento para la variable dependiente por el juez experto 2..... | 138 |
| Tabla 91. Matriz de validación del instrumento para la variable dependiente por el juez experto 3..... | 140 |
| Tabla 92. Prueba de confiabilidad de la variable independiente..... | 142 |
| Tabla 93. Prueba de confiabilidad de la variable dependiente..... | 142 |
| Tabla 94. Fórmula según (Calvo, Pelegrín y Gil, 2018)..... | 143 |
| Tabla 95. Fórmula según (Anaya, 2016)..... | 143 |
| Tabla 96. Fórmula según (Gutiérrez, 2014)..... | 143 |
| Tabla 97. Distribución del personal por área..... | 145 |
| Tabla 98. Base de datos de la elaboración del servicio de fabricación de tolvas..... | 146 |
| Tabla 99. Base de datos de la elaboración del servicio de fabricación de uñas..... | 147 |
| Tabla 100. Base de datos de la elaboración del servicio de la instalación de la botella hidráulica..... | 148 |
| Tabla 101. Tabla de los costos producción en tolvas en los meses de diagnóstico..... | 149 |
| Tabla 102. Tabla de los costos producción en uñas en los meses de diagnóstico..... | 150 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 103. Tabla de los costos producción en instalación de botella hidráulica en los meses de diagnóstico | 151 |
| Tabla 104. Herramientas y equipos para toma de datos..... | 157 |
| Tabla 105. Actividades y procesos de producción de tolvas de volquete..... | 161 |
| Tabla 106. Fallas y defectos en las actividades y procesos de producción de tolvas de volquete..... | 162 |
| Tabla 107. Actividades y procesos de instalación de la botella hidráulica. | 164 |
| Tabla 108. Fallas y defectos en las actividades y procesos de instalación de botellas hidráulicas..... | 164 |
| Tabla 109. Actividades y procesos de producción de uñas de retroexcavadora..... | 165 |
| Tabla 110. Fallos y defectos en las actividades y procesos de producción de las uñas para retroexcavadora..... | 166 |
| Tabla 111. Programa de capacitación dirigida al personal de la empresa durante el año 2021. | 167 |
| Tabla 112. Cálculo de las productividades en la producción de tolvas de volquete. | 168 |
| Tabla 113. Cálculo de productividades en las actividades y procesos de instalación de la botella hidráulica..... | 169 |
| Tabla 114. Cálculo de productividades en las actividades y procesos de producción de las uñas de retroexcavadoras..... | 170 |
| Tabla 115. Flujo de caja..... | 171 |
| Tabla 116. Diferencia de ingresos y egresos | 172 |
| Tabla 117. Cálculo de costos e ingresos. | 174 |
| Tabla 118. Base de datos de la elaboración del servicio de fabricación de tolvas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma | 178 |
| Tabla 119. Base de datos de la elaboración del servicio de fabricación de uñas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma | 179 |
| Tabla 120. Base de datos de la elaboración del servicio de instalación de botella hidráulica, después de la propuesta de la metodología Six Sigma | 180 |
| Tabla 121. Eficacia en tovas después de la propuesta de la metodología Six Sigma. | 181 |
| Tabla 122. Eficacia en uñas después de la propuesta de la metodología Six Sigma. | 181 |
| Tabla 123. Eficacia en la instalación de la botella hidráulica después de la propuesta de la metodología Six Sigma..... | 182 |
| Tabla 124. Eficiencia en tovas después de la propuesta de la metodología Six Sigma. | 182 |
| Tabla 125. Eficiencia en uñas después de la propuesta de la metodología Six Sigma. | 183 |
| Tabla 126. Eficiencia en la instalación de la botella hidráulica después de la propuesta de la metodología Six Sigma..... | 183 |
| Tabla 127. Tabla de los costos producción en fabricación de tolvas en los meses después de la propuesta de la metodología | 184 |
| Tabla 128. Tabla de los costos producción en fabricación de uñas en los meses después de la propuesta de la metodología | 185 |
| Tabla 129. Tabla de los costos producción en instalación de botella hidráulica en los meses después de la propuesta de la metodología | 186 |

Índice de figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Eficacia, eficiencia y productividad en fabricación de tolvas antes de la propuesta de la metodología. | 36 |
| Figura 2. Eficacia, eficiencia y productividad en fabricación de uñas antes de la propuesta de la metodología. | 39 |
| Figura 3. Eficacia, eficiencia y productividad en instalación de botella hidráulica antes de la propuesta de la metodología. | 42 |
| Figura 4. Cumplimiento de planeación de tolvas. | 49 |
| Figura 5. Cumplimiento de planeación de uñas. | 50 |
| Figura 6. Cumplimiento de planeación de botella hidráulica. | 51 |
| Figura 7. Producción realizada de tolvas. | 52 |
| Figura 8. Producción realizada de uñas. | 52 |
| Figura 9. Producción realizada de botella hidráulica. | 53 |
| Figura 10. Producción sin defectos de tolvas. | 54 |
| Figura 11. Producción sin defectos de uñas. | 55 |
| Figura 12. Producción sin defectos de botellas hidráulicas. | 55 |
| Figura 13. Cumplimiento de capacitación a los fabricantes de tolvas. | 56 |
| Figura 14. Cumplimiento de capacitación a los fabricantes de uñas. | 57 |
| Figura 15. Cumplimiento de capacitación a los fabricantes de botellas hidráulicas. | 58 |
| Figura 16. Producción óptima de tolvas. | 59 |
| Figura 17. Producción óptima de uñas. | 59 |
| Figura 18. Producción óptima de botella hidráulica. | 60 |
| Figura 19. Eficacia, eficiencia y productividad en fabricación de tolvas después de la propuesta de la metodología. | 64 |
| Figura 20. Eficacia, eficiencia y productividad en fabricación de uñas después de la propuesta de la metodología. | 66 |
| Figura 21. Eficacia, eficiencia y productividad en instalación de botella hidráulica después de la propuesta de la metodología. | 69 |
| Figura 22. Eficacia en tolvas (pre-test y post-test). | 75 |
| Figura 23. Eficiencia en tolvas (pre-test y post-test). | 76 |
| Figura 24. Productividad en tolvas (pre-test y post-test). | 77 |
| Figura 25. Eficacia en uñas (pre-test y post-test). | 77 |
| Figura 26. Eficiencia en uñas (pre-test y post-test). | 78 |
| Figura 27. Productividad en uñas (pre-test y post-test). | 78 |
| Figura 28. Eficacia en botellas hidráulicas (pre-test y post-test). | 79 |
| Figura 29. Eficiencia en botellas hidráulicas (pre-test y post-test). | 80 |
| Figura 30. Productividad en botellas hidráulicas (pre-test y post-test). | 80 |
| Figura 31. Productividad de mano de obra en tolvas (pre-test y post-test). | 81 |
| Figura 32. Productividad de mano de obra en uñas (pre-test y post-test). | 82 |
| Figura 33. Productividad de mano de obra en botellas hidráulicas (pre-test y post-test). | 83 |
| Figura 34. Diagrama de Pareto. | 113 |
| Figura 35. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) de la fabricación de tolvas. | 114 |
| Figura 36. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la fabricación de tolvas. | 115 |

| | |
|---|-----|
| Figura 37. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) de la fabricación de uñas. | 116 |
| Figura 38. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la fabricación de uñas. | 117 |
| Figura 39. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) de la instalación de botella hidráulica. | 118 |
| Figura 40. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la instalación de botella hidráulica. | 119 |
| Figura 41. Validación por el juez experto 1. | 127 |
| Figura 42. Validación por el juez experto 2. | 129 |
| Figura 43. Validación por el juez experto 3. | 131 |
| Figura 44. Validación por el juez experto 1. | 137 |
| Figura 45. Validación por el juez experto 2. | 139 |
| Figura 46. Validación por el juez experto 3. | 141 |
| Figura 47. Organigrama actual de la empresa | 144 |
| Figura 48. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la fabricación de tolvas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma. | 175 |
| Figura 49. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la fabricación de uñas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma. | 176 |
| Figura 50. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la instalación de botella hidráulica, después de la propuesta de la metodología Six Sigma. | 177 |
| Figura 51. Distribución de planta de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. | 187 |
| Figura 52. Empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | 188 |
| Figura 53. Toma de datos mediante la observación directa..... | 188 |
| Figura 54. Tolva para volquete..... | 189 |
| Figura 55. Retroexcavadora. | 189 |
| Figura 56. Uñas para retroexcavadora. | 190 |

Resumen

El problema de la investigación fue la baja productividad en el área de fabricación de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya, el objetivo general consistió en determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad, cuya hipótesis planteada indicó que la propuesta de la metodología Six Sigma incrementa la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. La investigación fue del tipo aplicada, de diseño pre experimental. Se concluyó que, en el diagnóstico la productividad y productividad de mano de obra en tolvas fue de 39% y 0.008 tolvas/h-h respectivamente, en uñas fue de 63% y 0.103 uñas/h-h respectivamente y en botellas hidráulicas fue de 27% y 0.036 botellas hidráulicas/h-h respectivamente. Posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma la productividad general y productividad de mano de obra mejoraron considerablemente, en la fabricación de tolvas fue de 65% y 0.010 tolvas/h-h respectivamente, en uñas fue de 85% y 0.162 uñas/h-h respectivamente y en botellas hidráulicas fue de 87% y 0.060 botellas hidráulicas/h-h respectivamente. Por lo que se observó un incremento significativo de la productividad general y productividad de mano de obra, en la fabricación de tolvas se incrementó en 26% y 25% respectivamente, en fabricación de uñas se aumentó en 22% y 57% en ese orden y en instalación de botellas hidráulicas se mejoró en un 60% y 67% respectivamente.

Palabras clave: Metodología Six Sigma, eficacia, eficiencia, productividad, productividad de mano de obra.

Abstract

The research problem was the low productivity in the manufacturing area of the metal-mechanic company Técnicos Industriales Chaya, the general objective was to determine to what extent the proposal of the Six Sigma methodology will increase productivity, whose hypothesis stated that the proposal of the Six Sigma methodology increases productivity in the manufacturing area of the metal-mechanic company Técnicos Industriales Chaya. The research was of the applied type, with a pre-experimental design. It was concluded that, in the diagnosis the productivity and labor productivity in hoppers was 39% and 0.008 hoppers/h-h-h respectively, in nails was 63% and 0.103 nails/h-h respectively and in hydraulic bottles was 27% and 0.036 hydraulic bottles/h-h respectively. After the proposal of the Six Sigma methodology, the general productivity and labor productivity improved considerably, in the manufacture of hoppers it was 65% and 0.010 hoppers/h-h-h respectively, in nails it was 85% and 0.162 nails/h-h respectively and in hydraulic bottles it was 87% and 0.060 hydraulic bottles/h-h respectively. Therefore, a significant increase in overall productivity and labor productivity was observed, in the manufacture of hoppers it increased by 26% and 25% respectively, in the manufacture of nails it increased by 22% and 57% in that order and in the installation of hydraulic bottles it improved by 60% and 67% respectively.

Keywords: Six Sigma methodology, effectiveness, efficiency, productivity, labor productivity.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las organizaciones internacionales, nacionales y locales buscan satisfacer las necesidades de los clientes, por eso cada vez más están aplicando herramientas encargadas del mejoramiento continuo, que cumplan con las expectativas y con los requerimientos especificados de los consumidores, sobre todo que contribuyan de manera positiva mejorando el rendimiento, eficiencia y la producción. Por ello, el desarrollo del presente informe de investigación busca realizar una propuesta de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.

A nivel internacional, una gran cantidad de las empresas no tienen éxito, debido a que no logran cumplir con los objetivos trazados, es así que, Wayan, Daywin y Wijaya (2020), hicieron mención que en Indonesia una empresa de moldes para pasteles tenía baja productividad, debido a que los productos elaborados presentaron características defectuosas por tener grandes agujeros en la superficie del molde, abolladuras, marcas incorrectas, espirales diferentes y rayones; al no cumplir con los estándares de la calidad perdían tiempo en la reelaboración y las entregas se hacían atrasadamente. Por las fallas que se hallaron ya no había forma de recuperar la inversión hecha en la compra de materia prima, al final generó altos costos, los motivos expuestos no favorecían en el incremento de la productividad. Por esa razón, se buscó aplicar el Six Sigma y con la intención de incrementar la productividad, aminorando los errores detectados y mejorando la calidad.

Las fábricas dedicadas a la elaboración de calzados no han logrado incrementar la productividad, por los problemas que se presentan, los cuales son: desde el momento que se empieza a obtener las piezas del cuero hasta la fabricación de los zapatos no había control de los procesos productivos y el grado de la estandarización fue mínimo; esto trajo como consecuencia grandes costos de fabricación; la materia prima no se utilizaba adecuadamente, por lo cual hubo muchos desperdicios y también algunas actividades realizadas eran innecesarias y no añadían ningún valor, por las razones mencionadas el resultado era reflejado en la baja productividad, debido a las

necesidades de mejorar la competitividad se implementó el Lean Six Sigma, mediante los 5 pasos (DMAIC), se logró establecer la situación actual de la organización, también se utilizó distintas herramientas de diagnóstico para la identificación de la falta de estandarización de los procesos, después de haber cumplido con la implementación de dicha metodología se empezaron a elaborar cada zapato en 4.08 minutos, de lo que antes lo hacían en 5.5 minutos, de tal manera la productividad mejoró (Narváez, 2019).

En la actualidad, hay diversas compañías que se descuidan bastante en el tema de los costos, conviven con aquellas actividades que no suman ningún valor, además desconocen las causas principales de los problemas de la calidad que terminan afectando a los clientes. En Colombia, este fue el caso de las empresas dedicadas a la metalmecánica, generalmente estas compañías presentaron altos niveles de inventarios, problemas de calidad, los reprocesos, el poco compromiso de los colaboradores; específicamente en el proceso de galvanizado hubieron muchas equivocaciones, porque los personales no contaban con un manual para llevar a cabo sus labores, es así que la aplicación del Six Sigma juega un rol fundamental en la productividad, ya que es una metodología que busca una mejora continua; identificando, analizando, proponiendo, evaluando y reduciendo los costos, después de haber aplicado el Six Sigma se notó una mejoría en la productividad, debido a que los trabajadores empezaron a recibir capacitaciones constantes, estaban mucho más comprometidos con la compañía y se logró reducir los sobrecostos de producción y eliminar ciertas actividades que no agregaban algún valor (Zuluaga, 2016).

En el ámbito nacional, Chávez y López (2020), indicaron que, las empresas peruanas dedicadas a la metalmecánica afrontaban problemas de demora en los trabajos que se realizaban, el campo laboral fue bastante reducido para aquellos trabajos de gran volumen y el desorden era continuo, los cuales hacían que en el proceso de producción existan reprocesos, también los materiales pedidos en exceso solo generaban más costos, por otro lado las maquinarias que presentaron fallas ocasionaron los tiempos muertos de los trabajos y pérdidas de las horas máquina, las razones mencionadas

fueron los factores determinantes de la baja productividad, por ello, se dieron a conocer varias herramientas para mejorar los procesos en las organizaciones, con la finalidad de minimizar los residuos y aumentar la productividad y uno de ellos es la metodología Six Sigma, pues se enfoca en reducir la variabilidad alcanzando la disminución de los defectos en la entrega de los productos o servicios.

A nivel local, la empresa Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. tiene 8 años de funcionamiento en el rubro de metalmecánica, ubicada en provincia de Huaraz, perteneciente al departamento de Áncash, una de las actividades laborales actuales es: la fabricación de tanques cisternas, tolvas, lampones de cargador frontal, excavadoras, retroexcavadoras, reparación y mantenimiento de maquinaria pesada, trabajos de soldadura especial y de estructuras metálicas en general. Se observó los problemas por los que atraviesa la empresa, los cuales fueron: falta de orden en los trabajos, falta de supervisión al personal, falta de supervisión de los productos terminados, falta de control del almacén, falta de orden y limpieza para un trabajo adecuado. Las causas mencionadas afectan a la producción; generando tiempos muertos, retrasos en los pedidos de fabricación, asimismo crea una desorganización en las áreas de trabajo, los cuales tienen como consecuencia demoras en la fabricación, mantenimiento de las maquinarias pesadas; al no tener un control de la materia prima usada para la fabricación de uno de los productos mencionados se obtiene mermas en el material, esto genera gastos en la compra de la materia prima principal, al no contar con herramientas que ayuden en el control del personal, materia prima, productos terminados y herramientas para el desarrollo del trabajo. Todos estos problemas encontrados influyen considerablemente en la baja productividad, baja eficiencia y baja eficacia en el área de fabricación de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L., los cuales están detallados en el diagrama de Ishikawa (ver anexo 3).

Cuando el producto terminado pasa por inspección de calidad, se presentan fallas o errores con frecuencia, eso genera a que el producto se empieza a elaborar nuevamente desde un principio hasta que sea aceptada por inspección de calidad, pues eso ocasiona reprocesos y demoras en el tiempo de entrega del producto a los

clientes. Por eso, se debe emplear metodologías para mejorar los procesos, para eliminar o aminorar los defectos y encontrar las fallas respectivas, puesto que el objetivo de este informe de investigación es incrementar la productividad en la empresa en estudio. La empresa no cuenta con un desempeño eficaz, por lo cual no tiene una productividad óptima y para esto se propuso la metodología Six Sigma, el cual tiene cinco fases (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) más conocida como DMAIC, es una herramienta que se utiliza para la reducción de fallas y optimización de los recursos y el incremento de productividad en el área de fabricación.

Bajo ello, se genera la siguiente **formulación del problema**: ¿En qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021?

Además, se plantean los siguientes **problemas específicos**: (i) ¿Cuál es el diagnóstico del estado actual de la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021? (ii) ¿Cómo proponer la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021? (iii) ¿Cuál es la productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021? (iv) ¿Cuál es la variación de la productividad después de la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021?

Para ello se presentó las siguientes justificaciones, las cuales son: teórica, metodológica, práctica, económica y social.

La **justificación teórica**, se enfocó en ampliar más los conocimientos con respecto a metodología Six Sigma y la productividad, esto será beneficioso y de sencilla comprensión para aquellos investigadores que solicitan información referente al mismo tema. En la **justificación metodológica**, el presente informe de investigación se enfocó en la obtención de los resultados esperados con la aplicación adecuada del Six

Sigma, lo cual logró reducir los reprocesos y defectos con el uso de la herramienta DMAIC, el cual se aplicó a la realidad problemática del área de fabricación de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L., por consiguiente, los pedidos realizados se entregarán a los clientes en la fecha pactada, por eso, dicha metodología busca la mejora continua de inicio a fin.

Prosiguiendo, en la **justificación práctica**, la investigación se realizó en vista a que existe la necesidad de incrementar la productividad de la empresa metalmecánica, por eso la aplicación de metodología Six Sigma es muy importante para el área de fabricación, ya que permitió disminuir las cifras de los defectos y fallas en dicha área, aprovechando al máximo las horas hombre y máquina, por otra parte ayuda a conseguir una mejora de la productividad, de tal manera salen beneficiados la misma empresa y todos sus trabajadores.

En cuanto a, la **justificación social**, la propuesta del Six Sigma fue de gran utilidad para los trabajadores, el cliente y el Estado, de igual modo fue beneficioso para la empresa con la que se trabajó, dado que, le ayudó en el aumento de productividad y a mejorar los procesos, así la empresa seguirá ofreciendo buen servicio aprovechando al máximo todos los recursos con las que cuente y así poder alcanzar mejores utilidades, Por otro lado, será de gran ayuda para los estudiantes, pues usarán la información requerida como una fuente secundaria para realizar sus trabajos asociados a este tema.

Finalmente, en la **justificación económica**, la metodología Six Sigma, ayudó a la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya en la reducción de los defectos detectados, rechazando los materiales que presenten algún defecto, así se pudo minimizar los costos y con ello se logró obtener mayores utilidades, de tal manera las utilidades beneficiaron a los trabajadores, a los clientes y a la misma empresa, ya que se pudieron bajar los precios, para tener a los clientes satisfechos y como consecuencia incrementó la productividad.

A través de lo descrito, se tiene el siguiente **objetivo general**: Determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021. Además, se puede definir los siguientes **objetivos específicos**: (i) Diagnosticar el estado actual de la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021. (ii) Proponer la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021. (iii) Determinar la productividad posterior con la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021. (iv) Comparar la productividad del antes y después de la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.

Como **hipótesis general** se tiene lo siguiente: La propuesta de la metodología Six Sigma incrementa la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021, además se define **las hipótesis específicas**: (i) El estado situacional en el área de fabricación indica que la productividad es baja en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021. (ii) La propuesta de la metodología Six Sigma mejora significativamente la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021. (iii) La productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021 es efectiva. (iv) La evaluación de la productividad después de la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021 se incrementará en relación a la anterior.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes se tiene los siguientes:

A nivel internacional, Martínez (2018), en la tesis de maestría denominada “Incremento de la productividad del proceso de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del Distrito Metropolitano de Quito mediante metodología DMAMC” realizada en la Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador; consideró como objetivo primordial el aumento de productividad en la etapa del tratamiento de lixiviados en la empresa estudiada usando la metodología DMAMC. Concluyó que: inicialmente la productividad era de 3.81 m³/\$ y luego de la implementación del DMAMC se alcanzó aumentar en 15.22 m³/\$, además, se logró reducir los costos, ya que antes de implementar la herramienta mencionada los costos eran de \$39.42 por m³ y después de haber implementado se redujo a \$19.71 por m³, los resultados alcanzados fueron favorables para la empresa, pues aplicando correctamente el DMAMC, se alcanzó el objetivo esperado, lo cual fue incrementar la productividad.

Aulia, et al. (2020), en el artículo científico titulado “Reducing waste to improve product quality in the wooden pallet production process by using Lean Six Sigma approach in PT. XYZ realizada en Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia; tuvieron como objetivo minimizar los desperdicios y aumentar la eficiencia empleando Lean Six Sigma en la empresa estudiada. Concluyeron que: el tiempo de fabricación de las paletas de madera se redujo de 212.58 minutos a 193.56 minutos, la velocidad del proceso también se disminuyó de 0.0041 procesos/hora a 0.0035 procesos/hora y la eficiencia mejoró del 64.40% al 70.73%, con ello se demostró que la producción de paletas de madera mejoró con la aplicación de dicha metodología.

Michal, Vladimira e Ivo (2020), en el artículo científico denominado “Application of Six Sigma tools in the production of welded chassis frames” realizado en la Universidad de Ostrava, República Checa; se plantearon como objetivo minimizar los defectos más frecuentes en el proceso de producción de las piezas soldadas y reducir gastos innecesarios al emplear la metodología Six Sigma en el rubro de reparación militar. Llegaron a las siguientes conclusiones: el porcentaje de los defectos presentados en

los productos terminados se minimizaron del 85% al 40%, también el porcentaje de los productos entregados en la fecha requerida incrementó del 60% al 80%, finalmente los costos generados en la mala calidad se redujeron de \$ 5000 a \$ 800; estos resultados obtenidos fueron favorables para la empresa, ya que por medio del empleo del DMAIC se pudo reducir el número de fallas en los productos disminuyendo los gastos excesivos, de ese modo empezaron a mejorar la calidad de productos terminados logrando la satisfacción de los clientes.

Burawat (2019), en el artículo científico denominado “Productivity improvement of highway engineering industry by implementation of Lean Six Sigma” desarrollado en la Universidad de Tecnología Rajamangala Thanyaburi, Khlong Hok, Tailandia; el objetivo principal fue mejorar la productividad por medio de Lean Six Sigma, en la industria de la ingeniería de carreteras. Concluyó que: se mejoró la productividad del 96% a 99%, la eficacia aumentó de 91% a 93%, la eficiencia incrementó de 94% a 98% y la efectividad general incrementó de 82.12% a 90.23%; por lo tanto, se logró mejorar la productividad al disminuir los desperdicios en el proceso de producción, es decir; el tiempo de espera, los defectos y demora del transporte.

Cruz (2016), en la tesis de maestría nombrada “Aplicación del Lean Six Sigma en un proceso de limpieza de pescado para incrementar la productividad de la mano de obra realizada en la Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador; con el objeto de hacer crecer la productividad en el área de limpieza de pescado por medio del Six Sigma, el tipo de investigación fue aplicada, de diseño experimental, teniendo población y muestra de 16 semanas en el estudio de la productividad en la zona de limpieza, la técnica e instrumento usado fue la observación y hoja de verificación. Se obtuvo las siguientes conclusiones: después de haber aplicado la herramienta DMAIC se logró incrementar la productividad del 45.78% al 51.71%, además los costos se aminoraron de \$ 6448 a \$ 2448; por lo que hubo un ahorro de \$ 4000, por ello la aplicación de la herramienta mencionada ayudó a resolver el problema de la productividad, además los costos que no daban valor agregado se eliminaron.

Pérez y García (2014), en el artículo científico denominado “Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal” desarrollada en la Universidad de Costa Rica, Costa Rica; con el objetivo de poner en marcha la metodología DMAIC para acrecentar la eficiencia en envasado de licores en recipientes PET en la empresa estudiada. Concluyeron que: al aplicar la herramienta DMAIC, el tiempo del proceso del envasado de 1500 unidades de licores disminuyó de 8.5 minutos a 6.4 minutos; de tal manera se logró una disminución de 2.1 minutos, la eficiencia en el área de envasado aumentó del 47% al 80%; por lo que hubo una mejora del 33%; la implementación del DMAIC ayudó a reducir los tiempos muertos en el proceso y se empezó a aprovechar todos los recursos adecuadamente, de ese modo ayudó a que la empresa obtenga mayores ingresos anualmente, también obtuvo una gran ventaja competitiva frente al mercado laboral y se alcanzó un liderazgo compartido del equipo de trabajo Six Sigma, en el cual cada participante asumió el rol y el liderazgo que le correspondía para lograr la mejora continua.

A nivel nacional, Vigilio y Loyola (2018), en la tesis de grado titulada “La metodología Six Sigma y su influencia en la productividad del proceso de soldadura de válvulas body en la empresa EIMEN S.A.C.” realizada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú; tuvieron como objetivo general establecer la metodología Six Sigma en la mejora de la productividad en el soldado de válvulas body en la empresa estudiada. El tipo de investigación fue aplicada, de diseño pre experimental, trabajaron con una población de 40 válvulas body que fueron reportadas en las distintas minerías y con igual tamaño de muestra, aplicaron como técnica a la observación y como instrumento la ficha de observación. Concluyendo que: hubo una mejora de la productividad del 66.25% al 78.72% (con un aumento de 12.47%), también logró mejorar la eficacia del 83.90% al 90.04% (con un aumento de 6.65%), mejoró la eficiencia de un 79.44% al 87.43% (con un aumento de 7.99%) y finalmente se obtuvo una mejora en el nivel del Sigma, de 1.72 a 2.42, por ello, se puede decir que la aplicación del Six Sigma influyó positivamente en la organización, ya que se redujo los gastos y se minimizó los reprocesos que habían en el área de soldadura de las válvulas.

Pereda (2018), en la tesis de grado titulada “La aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de soldadura de la empresa M.Q METALÚRGICA SAC., Lima, 2018”, desarrollada en la Universidad César Vallejo, Lima, Perú; se planteó como objetivo fundamental usar metodología Six Sigma para la mejora de productividad en el área de soldadura de la empresa estudiada. La tesis fue de tipo aplicada, de diseño cuasi experimental, con una población y muestra que fue medida en 15 días, aplicó como técnica a la observación, como instrumentos las fichas y formatos. Obtuvo el siguiente resultado: la productividad incrementó de 72.4% a 82.7%. Concluyó que, para cumplir con el objeto del incremento de la productividad era de vital importancia mejorar todo el proceso, pues antes de la implementación de la herramienta DMAIC se elaboraban 1.05 tubos por día y después de haber aplicado la herramienta mencionada se empezaron a fabricar 1.11 tubos diariamente.

Moreno (2017), en la tesis de grado titulada “Aplicación de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en el área de pulido en la empresa Manufacturas Andina Metales S.A.C., Ate Vitarte, 2017”, desarrollada en la Universidad César Vallejo, Lima, Perú; teniendo como objetivo general señalar el incremento de productividad aplicando el Six Sigma en la empresa estudiada. El tipo de investigación fue experimental, de diseño cuasi experimental, la población y muestra estaba formada por 10 trabajadores, la técnica empleada fue la observación directa de los hechos, el instrumento adaptado fue la ficha de recolección de datos. Obtuvo los siguientes resultados: la eficacia aumentó de un 71% a 99%, la eficiencia subió de un 64% a 95% y la productividad mejoró de un 46% a 93%, por ello llegó a concluir que, la aplicación de la metodología Six Sigma fue muy importante, ya que logró aumentar la eficacia, eficiencia y productividad, dado que disminuyeron las fallas en la zona de fabricación de las ollas, por eso empezaron a producir más unidades de ollas metálicas semanalmente.

Calderón (2020), en la tesis de maestría titulada “Implementación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa de plásticos”, desarrollada en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú; planteándose el propósito de implementar el Lean Six Sigma para la mejora de la productividad en una empresa

centrada en producción de plásticos. El tipo de investigación fue aplicada de diseño cuasi experimental, la población y muestra estuvo formada por todos los gramajes, los desperdicios y los productos rechazados del año 2018, la técnica utilizada fue un análisis documental. Concluyendo que: logró aminorar la fabricación de materiales inconformes de 6.5% a 4%, la productividad mejoró de un 90% a 96%, por ende, la aplicación correcta de la metodología mencionada obtuvo cambios de gran magnitud en la empresa aportando en la mejora continua de la calidad y productividad en el procesamiento de los plásticos, teniendo una ventaja competitiva, debido a que logró reducir la variabilidad y las mermas.

Medina, Montalvo y Vásquez (2017), en la tesis titulada “Mejora de la productividad mediante un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa maderera Nuevo Perú S.A.C.” desarrollada en la Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú; tuvieron como objetivo principal mejorar la productividad por intermedio del Lean Six Sigma en el procesamiento de los pallets en la empresa estudiada. La investigación fue descriptiva, teniendo como diseño no experimental, la población y muestra fueron los 22 trabajadores del área de producción, la técnica usada fue la encuesta y el instrumento utilizado el cuestionario. Concluyeron que: el Lean Six Sigma contribuyó en la mejora de la productividad de 1.01 a 1.36, ya que antes la fabricación de 1500 pallets duraba 26 días con 12 horas y 130 minutos; esto se debía a que los personales no estaban capacitados, no había control en cada proceso de producción ni en el producto terminado y los desperdicios no eran controlados y después de la aplicación de la metodología mencionada el tiempo bajó a 23 días con 135 minutos y 224 segundos, por eso el Lean Six Sigma fue beneficioso para la empresa, haciéndola más competitiva frente a otras organizaciones.

Aguilar (2018), en la tesis de grado titulada “Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa procesadora de maca” desarrollada en la Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú; tuvo como objetivo incrementar la productividad mediante el Six Sigma en la empresa estudiada. Concluyó que: después de haber aplicado el Six Sigma hubo mejora en la productividad del 88.45% a 95.59% (incrementando en un

7.14%), también la eficiencia aumentó del 91.86% al 96.15% (incrementando en un 4.29%) y por último la eficacia mejoró del 96.29% al 99.41% (incrementando en un 3.12%); por ello, se pudo apreciar que el Six Sigma contribuyó incrementando la productividad, eficiencia y eficacia, asegurando el correcto funcionamiento de la parte de producción, por lo que disminuyeron los defectos y así los productos se elaboraron en el tiempo estimado.

Romero (2017), en la tesis de maestría titulada “Propuesta de implementación de la filosofía Six Sigma orientada a la mejora de la productividad de ladrillo de techo n° 15 en la empresa Cerámicos Lambayeque de Chiclayo – periodo 2015” desarrollada en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú; con el objeto de obtener el mejoramiento del proceso de elaborado de ladrillos techo 12 y 15 por intermedio del Six Sigma en la empresa estudiada. Por eso, se concluyó que: se redujo la mano de obra de 118 a 70, los desperdicios disminuyeron de un 42% al 27% y la productividad mejoró de 57.7% al 73.4%, la implementación de dicha metodología ayudó en el hallazgo de las demoras en el proceso productivo de ladrillos, además se pudo reducir el personal, ya que la gran mayoría hacían las mismas actividades, con ello se logró aumentar la productividad.

Con relación a la variable independiente de estudio se adquirieron las siguientes teorías: **Marco teórico de la metodología Six Sigma**

Polanski, et al. (2018), sostienen que, la metodología Six Sigma se basa en diversas teorías de gestión de tareas, busca hacer una serie de acciones con el objeto de que los procesos sean más eficientes y económicos, además asegurar la buena calidad del producto que ofrece una organización; fue desarrollado por Motorola en el año 1980, en ese entonces la compañía buscó aminorar diez veces la cantidad de defectos en un período de cinco años. La teoría se enfoca en la satisfacción del cliente mediante la disminución de fallas en el proceso del producto, la estrategia debe ser correctamente planeada para aminorar costos y mejorar la competitividad, con el objeto de alcanzar resultados esperados a mediano y largo plazo.

El Six Sigma es una filosofía de calidad enfocada en la satisfacción de los clientes para el manejo de mejora continua en todas las áreas de las empresas, proporciona medidas que son aplicadas en actividades de producción y servicios de tecnología que busca una mejora en la gestión de procesos de calidad en industrias, además se encarga de la búsqueda de cero defectos a través de la reducción de fallas. Ha causado resultados muy buenos, pero para lograrlo se requiere de trabajo en equipo; esto significa contar con sistemas que suministren a los clientes, además significa darles a los trabajadores herramientas básicas y sofisticadas para derrotar los desafíos del trabajo (Tian, et al., 2018). El Six Sigma se encarga de medir estadísticamente el desempeño ya sea de un proceso o un producto, con la finalidad de que la organización marche bien, pues la meta es alcanzar la perfección. También agrupa distintos métodos para apoyar a la compañía en la mejora de sus productos y busca reducir o eliminar los errores, evitándoles gastos innecesarios y así haciendo crecer los ingresos (Cerdeña, et al., 2018).

De acuerdo con Garza, González y Rodríguez (2016), la metodología Six Sigma es una estrategia sistemática y muy organizada que ayuda a brindar los productos y servicios eficazmente, principalmente es aplicada con la finalidad de disminuir la variabilidad para poder hacer crecer la productividad y ofrecer buena calidad en las organizaciones, de tal manera lograr la satisfacción de los clientes. Del mismo modo, (Tafernaberri, Soler y Pérez, 2016) sustentan que el Six Sigma es una técnica que busca eliminar o aminorar las fallas que se presenten en los procesos, enfocándose en la mejora de la calidad mediante las herramientas estadísticas, cumpliendo con los requerimientos de los consumidores y afianzando la lealtad de los clientes hacia una cierta empresa, con eso se obtendría los resultados esperados.

Seifedine (2018), sostiene que la metodología Six Sigma ha sido desarrollada para contar con aquellos resultados que tengan altos niveles; mejorando los procesos y aumentando las habilidades de cada uno de los trabajadores, también es aceptada para solucionar los defectos y retrasos, porque ha podido disminuir los costos generados. Por otra parte, (Ishak, Siregar y Ginting, 2020) expresan que el Six Sigma se enfoca en reducir o eliminar el tiempo, los materiales y las actividades que están de

más, también esta metodología aporta en el incremento de la efectividad por medio de sus 5 fases, los cuales son los siguientes: Definición, medición análisis, mejora y control de procesos. La implementación del Six Sigma es la clave del éxito, ya que las organizaciones que aplican la metodología mencionada logran aumentar la productividad.

Ponce, et al. (2015), afirman que, Six Sigma mediante las herramientas estadísticas ayuda a conocer detalladamente la situación actual de una compañía, la aplicación de esta metodología tiene un impacto positivo, pues se logra incrementar la eficiencia y productividad y los gastos que se manifiestan en los costos también disminuyen, sobre todo se basa en la mejora continua. (Pérez y Rojas, 2019) también concuerdan con los autores mencionados al decir que, el empleo de Six Sigma contribuye positivamente en cualquier empresa, porque reduce los costos y aumenta la productividad laboral, también es necesario la participación de los personales en todo el proceso de la mejora, para que el trabajo se haga en equipo y participativo.

Dimensiones de la metodología Six Sigma

Definir: “La primera etapa es precisar las oportunidades, el alcance, los objetivos y los integrantes”. En esta parte se desarrolla el alcance del proyecto y se valida su importancia, además se forma un equipo de trabajo responsable y se identifica las principales necesidades de los clientes o consumidores (Vendrame, Wold y Bento, 2017, p. 2). Asimismo, Suwanich y Chutima (2017), expresan que este paso es fundamental, ya que es donde se establece unos adecuados Indicadores Claves de Desempeño que ayuden a tener mayor conocimiento acerca de la situación, también se realiza la siguiente pregunta: ¿qué es necesario para satisfacer al cliente? esta fase dura entre 1 y 2 semanas.

Medir: Como segunda fase se encuentra la medición; para ello se puede utilizar diversas herramientas y métodos para poder recopilar la mayor cantidad de información posible, estos métodos pueden ser la observación directa, diagramas de flujo, diagramas de operaciones, entre otros (Matthew, et al. 2021). La principal acción es medir las variables críticas de la calidad que fueron identificadas en fase anterior

(definir) con el objetivo de recopilar datos que permitan conocer cuál es el comportamiento y desempeño del proceso que se está estudiando, puede durar de uno a dos meses (Ismail, Rose y Mohammed, 2017)

Analizar: Tercero es el análisis; en esta etapa se hace un análisis de cuál es la raíz del rendimiento deficiente del proceso, para ello se utiliza el diagrama de causa-efecto y herramientas de mapeo de procesos, estas herramientas de análisis ayudan a identificar las posibles variaciones en la productividad y los procesos de trabajo (Cunha y Domínguez, 2015, p. 890). Es necesario definir la capacidad del proceso, aclarar los objetivos enfocados en los datos reales recolectados en la fase medir y se inicia a analizar la causa raíz que genera un impacto en la variabilidad del proceso, esta fase puede durar entre dos a cuatro semanas (Smetkowska y Mrugalska, 2018, p. 592).

Mejorar: La cuarta fase es la mejora; durante esta etapa el equipo investigador se concentra en atacar a la raíz del proceso deficiente, la lluvia de ideas es útil para buscar soluciones, también se puede utilizar implementaciones segmentadas para poder probar posibles soluciones y ver los resultados que se obtienen en las áreas (Silva, Oliveira y Aparecido, 2017, p. 226). El propósito de esta etapa es reconocer y analizar las posibles soluciones y se optimiza el proceso, se determinan los entrantes críticos que deben ser controlados con la finalidad de conservar un rendimiento que satisfaga de manera segura a los consumidores, también se estima la capacidad del proceso y la financiación del proyecto (Berardinelli, 2016, p. 36).

Controlar: En esta última etapa el equipo encargado se enfoca en revisar y actualizar el mapa de procesos, estas prácticas deben ser fáciles de adaptar para el personal de trabajo con nuevos estándares y políticas de trabajo operativas. En las etapas anteriores, se mejoró el proceso, sin embargo, los resultados alcanzados deben garantizarse en los siguientes períodos; por eso esta fase actúa como un sistema de calidad que busca controlar con constancia el proceso. Dentro de esta fase, se desarrollan instrucciones de trabajo, plan de formación, plan de mantenimiento y un sistema de medición a largo plazo (Abhilash y Thakkar, 2019). Para (Oláh y Popp, 2016, p. 28) “La fase de control establece planes de reacción y medición a largo plazo

a prueba de errores”. El investigador realiza procesos operativos estándar e instituye la capacidad del proceso, las finanzas del proyecto se actualizan, revisan y comunican, los planes de control se implantan con aquellos planes de reacción; la propiedad y el control se entregan al dueño del proceso y las lecciones son documentados y por último el quipo se encarga de documentar las oportunidades para la difusión de los resultados obtenidos a otros campos de la empresa.

Con respecto a la variable dependiente de estudio se obtuvieron las siguientes teorías:

Marco teórico de la productividad

La Organización Internacional de Trabajo (2016), define a la productividad como “el producto empleado en un determinado tiempo”. En ella se valora el importe por magnitud de bienes y servicios producidos, agrega que es un modelo económico vinculado al ingreso monetario organizacional, el cual se calcula en tiempos determinados. Por otra parte, (Ravina, Villena y Gutiérrez, 2017) expresan que son aquellas gestiones que se realiza para incrementar las competencias de la organización. Esta puede ser incrementado mediante métodos, planes, tecnologías y herramientas que generen mayor productividad.

Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2018), la productividad tiene que ver con el volumen total de la elaboración y con los medios que se utilizaron para lograr el nivel de producción, estos recursos pueden ser tecnológicos, humanos o de infraestructura. De igual manera, (Jaimes, Luzardo y Rojas, 2018), fundamentan a la productividad como el resultado del procedimiento productivo originado por la ocupación de los sujetos en un determinado espacio y esta se incorpora con la optimización de recursos financieros, materiales y tecnológicos de la empresa.

Dimensiones de la productividad

Eficiencia: Rojas, Jaimes y Valencia (2018), indican que la eficiencia es “aquella capacidad de disponer de algo o alguien donde logre un efecto elevado” por ello se puede interpretar como la relación entre el capital del proyecto u organización y la obtención de los resultados propuestos, por ello la eficiencia resulta ser muy

importante para las organizaciones, ya que se consigue mediante ella mayor utilidad con un costo mínimo. Por otro lado, (Calvo, Pelegrín y Gil, 2018) denominan a la eficiencia como aquellos recursos utilizados y los resultados obtenidos. Pues, es una cualidad o capacidad estimada por las industrias, ya que en la práctica todo lo que estas ejecutan tiene como finalidad lograr los objetivos trazados, con los recursos mínimos utilizados (ver fórmula en el anexo 20).

García, et al. (2019), la eficiencia se describe como una combinación de los factores productivos, con él se puede maximizar los recursos a un menor costo, de esta manera los equipos pueden trabajar con cierta cantidad de recursos específicos y producir más cantidad de producto, de esta manera se tendría un incremento en la productividad. La eficiencia se puede medir mediante el costo y tiempo.

Eficacia: Ordoñez (2015), indica que la eficacia lleva a lograr los objetivos determinados por las organizaciones a través de un plan. La eficacia se encarga de valorar el impacto de lo que se produce, del producto o servicio que se brinda. No es suficiente solo ofrecer el servicio o producto fijado con el 100% de la efectividad en cantidad y calidad, sino es requerido que el mismo sea el correcto, aquel que podrá satisfacer al cliente y lograr un impacto en el mercado (García, et al., 2019). Desde otro punto de vista, Anaya (2016), expresa que, la definición de eficacia está asociada con la obtención de los resultados, en otras palabras, proponer el objetivo y cumplir con ello. De igual modo, se relaciona con el cumplimiento del tiempo, calidad y condiciones de los clientes tanto internos como externos. Es un indicador fundamental, porque permite que una institución en el mercado sea reconocida como un ente formal, sobre todo seguro. Generalmente, se encuentra el resultado de la eficacia dividiendo la producción real y producción proyectada (ver fórmula en el anexo 21).

Productividad: Morales y Masis (2014, p. 45), sostienen que, la productividad es un valor agregado, el valor agregado es generado por los empleados, por ello es dispensable considerar los siguientes factores: ambiente de trabajo, motivación, eficiencia y eficacia. Las herramientas para mejorar la productividad es priorizar las tareas, una comunicación organizacional, equipos de trabajo en buenas condiciones,

buen clima laboral, ambientes adecuados, horarios flexibles y una intervención activa de los colaboradores en los procesos laborales. Para (Gutiérrez, 2014) la productividad es el resultado adquirido de un proceso o sistema, eso significa que la productividad es el cociente de los resultados conseguidos, habiendo utilizado todos los recursos necesarios para el dicho logro. En cuanto a los resultados alcanzados se calculan en función a las unidades que fueron producidas, estas pueden ser en piezas vendidas o en utilidades alcanzadas, referente a los recursos usados pueden ser cuantificados por la cantidad de empleados, duración de las tareas, horas máquina y demás. A menudo, la productividad se ve mediante dos fundamentales elementos, las cuales son la eficacia y eficiencia (ver fórmula en el anexo 22).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación fue del **tipo aplicada**, por lo que tuvo como fin buscar la resolución de los problemas que se definieron (Lisboa, 2016). En este informe de investigación se establecieron los principales problemas para luego ser resueltos, además se logró incrementar la productividad de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

El **enfoque cuantitativo** usa la recolección y análisis de datos con el propósito de responder los interrogantes del proyecto y comprobar la hipótesis que se formuló previamente, asimismo confía en la medición de las variables independiente y dependiente e instrumentos empleados en la investigación, por ello, el enfoque de la presente investigación fue cuantitativo, por lo que los datos consignados para la metodología Six Sigma se trabajaron con datos numéricos del tipo racional (Ñaupás, et al. 2018, p. 140).

3.1.2. Diseño de investigación

En el informe de investigación se usó el **diseño Pre Experimental**, ya que no hubo la manipulación de la variable independiente y el control fue mínimo. En tanto, se trabajó con un solo grupo (línea de fabricación de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya), el cual se le aplicó un estímulo (metodología Six Sigma), con el propósito de determinar la efectividad de la variable dependiente (productividad), precisando una pre-prueba y post-prueba después de haber aplicado el estímulo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Su esquema es el siguiente:

$$G: O_1 - X - O_2$$

Dónde:

G = Línea de fabricación de la empresa

O_1 = Productividad inicial

X = Propuesta de metodología Six Sigma

O_2 = Productividad final

3.2. Variables y operacionalización

La presente investigación está constituida por dos variables, que rigen el manejo de los objetivos de la investigación, las cuales son:

3.2.1. Variable independiente

El Six Sigma se enfoca en mejorar los negocios, pues busca hallar y aminorar o eliminar los defectos en los procesos en las empresas, con el objeto de incrementar la capacidad de los procesos mediante la herramienta DMAIC (definir, medir, analizar, identificar y controlar) de tal manera que estos ocasionen únicamente 3.4 defectos por cada millón de oportunidades, con lo que las fallas prácticamente se vuelven invisibles para los clientes (Liwanag, et al. 2018) (ver matriz de operacionalización en el anexo 2).

3.2.2. Variable dependiente

La productividad es el resultado o fruto de los hechos orientados en la mejora de calidad y el incremento de la efectividad de un cierto proceso, en el que participan los entrantes para conseguir los salientes previstos, ya sean bienes o servicios, también es la relación existente entre los resultados y el tiempo empleado para lograrlos (López, 2018, p. 101) (ver matriz de operacionalización en el anexo 2).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Muñoz (2015), indica que la población es el número total de un grupo investigado, ellas presentan características iguales o muy similares. Por otra parte, Gravetter y Wallnau (2016), sostienen que la población es un grupo de interés que se somete a investigaciones bajo propósito de obtener información. Por ello, para el informe de investigación, fue conveniente tomar como población 4 meses de estudio de la productividad de la fabricación de tolvas, fabricación de uñas e

instalación de la botella hidráulica en la línea de fabricación de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya.

Unidad de análisis: La unidad de análisis en el proyecto fue la productividad diaria de los 3 productos seleccionados de la empresa en estudio.

Criterios de inclusión: En el presente informe de investigación se incluyó a los operarios y maquinarias del área de fabricación de los productos seleccionados de la empresa Técnicos Industriales Chaya, los cuales son la fabricación de tolvas, uñas e instalación de botellas hidráulicas.

Criterios de exclusión: Se excluyó a los operarios que no estuvieron contratados y maquinarias que no se encontraron en el área establecida y que estas presenten defectos, además se descartaron a los productos que no fueron seleccionados para la investigación.

Muestra

A la muestra se le llama como aquel subconjunto de la población, esta viene a ser un grupo específico, estas son evaluadas para tomar los datos y resultados de las investigaciones (López, 2015). Por ello, para el informe de investigación se tomó como muestra el estudio de la productividad de los productos seleccionados, en el área de fabricación de la empresa, el cual se consideró el total de la población, es decir, 2 meses antes de la propuesta y 2 meses posterior a la propuesta.

Muestreo

En el informe de investigación no se aplicó ningún tipo de muestreo, ya que la población fue pequeña, de modo que se seleccionó a toda la población, en tal sentido, la población fue lo mismo que la muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Gauchi (2017), menciona que las técnicas e instrumentos son necesarias para una investigación, ya que ellas facilitan a obtener la información del objeto a

investigar. La técnica es denominada como aquel procedimiento para la recolección de la información, por medio de los instrumentos que se utilizaron para acceder al conocimiento, por ello, **las técnicas** que permitieron recoger los datos se mencionan en las siguientes líneas:

Observación directa: Esta técnica contribuyó en la evaluación y registro de actividades en el proceso actual del área de fabricación, exactamente en la fabricación de tolvas, fabricación de uñas e instalación de botellas hidráulicas en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya, identificando tanto las actividades productivas como las improductivas notorios en dichos procesos, desde la fase de abastecimiento del material hasta la última fase, el cual es la entrega del producto terminado al cliente (Bracamonte, 2015, p. 136).

Entrevista directa: Esta técnica se basó en la aplicación de diferentes preguntas a los empleados que trabajan en el área de fabricación de la empresa, por lo que ellos conocen más acerca de las deficiencias que tiene el área mencionada, permitiendo reforzar mucho más los datos recolectados a través de la observación directa y así llegar a un análisis con mayor profundidad sobre la situación que atraviesa la empresa (Feria, Matilla y Mantecón, 2020, p. 68).

Análisis de datos: Con esta técnica se procedió a analizar todos los datos de la producción semanal o mensual de los productos seleccionados para el estudio, que se registraron en la data de la empresa.

Análisis documental: Esta técnica permitió localizar, inspeccionar, procesar y registrar todos los datos facilitados por la empresa

Instrumentos de recolección de datos

Diagrama de Ishikawa: Este diagrama permitió reconocer los causantes y subcausantes de los problemas presentes en la zona de fabricación, a través de este se logró conocer el estado actual de la empresa Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

Diagrama de Pareto: Con este diagrama se logró comprender las razones que ocasionaban la baja productividad en la empresa, considerando el grado de importancia de estas. De tal modo, los problemas identificados se solucionaron conforme a su criticidad.

Diagrama de operaciones de proceso (DOP): Este diagrama permitió conocer precisamente aquellas operaciones e inspecciones que se ejecutaban en la fabricación de los productos seleccionados para el estudio.

Diagrama de análisis de proceso (DAP): Este diagrama permitió analizar todas las labores que se cumplían en la elaboración de los productos seleccionados para la investigación (operaciones, inspecciones, transporte, demoras o reprocesos, almacenamiento).

Formato de recolección de datos: Este formato permitió obtener datos de las situaciones observadas en la zona de fabricación de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya, con relación a la variable independiente y dependiente, tales datos fueron analizados y posteriormente procesados.

Registro de órdenes de trabajo: Gracias a este registro se tuvo una data de todas las órdenes de servicio de los productos seleccionados para el estudio, si se entregaron en el plazo debido o hubo demora en los trabajos ejecutados por los trabajadores en el periodo de diagnóstico, como también en el periodo de evaluación subsiguiente a la propuesta de metodología Six Sigma.

Reporte de producción: Estos reportes fueron hechos día a día por operarios, detallando los avances cotidianos de las tareas que realizan y el periodo que duran en efectuarlos. Asimismo, fueron de gran ayuda para tener en cuenta de los tiempos que lleva cada proceso y poder elaborar el DAP anterior y subsiguiente a la propuesta de la metodología Six Sigma.

Formato de comparación de productividad: Este instrumento permitió comparar la productividad anterior y posterior de la propuesta de la metodología

Six Sigma en la línea de fabricación de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya.

Tabla 1. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

| Variables | Técnicas | Instrumentos | Fuente/ Información |
|--|---------------------|---|--|
| Variable independiente: Metodología Six Sigma | Observación directa | <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de Ishikawa (Anexo 3) - Diagrama de Pareto - Diagrama de operaciones de proceso (Anexos 4, 6 y 8) - Diagrama de análisis de proceso (Anexos, 5, 7 y 9) | Proceso productivo de los tres productos seleccionados en el área de fabricación (tolvas, uñas y botella hidráulica) |
| | Entrevista directa | | |
| Variable dependiente: Productividad | Análisis de datos | <ul style="list-style-type: none"> - Formato de efectividad del cumplimiento de planeación (Anexo 10) - Formato de producción realizada (Anexo 11) - Formato de productos sin defectos (Anexo 12) - Formato de capacitaciones (Anexo 13) - Formato de producción óptima (Anexo 14) | Datos sobre los tres productos seleccionados en el área de fabricación (tolvas, uñas y botella hidráulica) |
| | Análisis documental | | |
| Variable dependiente: Productividad | Análisis documental | - Formato de recolección de datos para los indicadores de eficiencia y eficacia (Anexo 15) | Área de fabricación de la metalmecánica Industriales Chaya |
| | Análisis de datos | <ul style="list-style-type: none"> - Formato para medir la productividad Mano de Obra Directa en tolvas (Anexo 16) - Formato para medir la productividad Mano de Obra Directa en uñas (Anexo 17) - Formato para medir Mano de Obra Directa en botella hidráulica (Anexo 18) | Área de fabricación de la metalmecánica Industriales Chaya |

Fuente: Elaboración propia

Validez

De acuerdo con Villasís, et al. (2018), la validez es la parte más fundamental de un instrumento, este es considerado válido cuando no presenta errores, además la validez se comprende como el grado en que la evidencia y la teoría ayudan la

interpretación; la fuente de validez usada con más frecuencia es el criterio de jueces expertos en la valoración de los ítems con relación a un tema. Por eso, los instrumentos que se utilizaron en el informe fueron validados mediante el juicio de tres expertos en “metodología Six Sigma” y “productividad”. Los expertos encargados de la validación fueron: Solórzano Lirio, Lisset Milagros de profesión Ingeniero Industrial, con CIP. 155425; Manrique Álamo, Lizet Yanela de profesión de Ingeniero Industrial, con CIP. 257348 y Chávez Milla, Humberto Ángel de profesión Ingeniero Industrial con CIP. 27135.

Confiabilidad

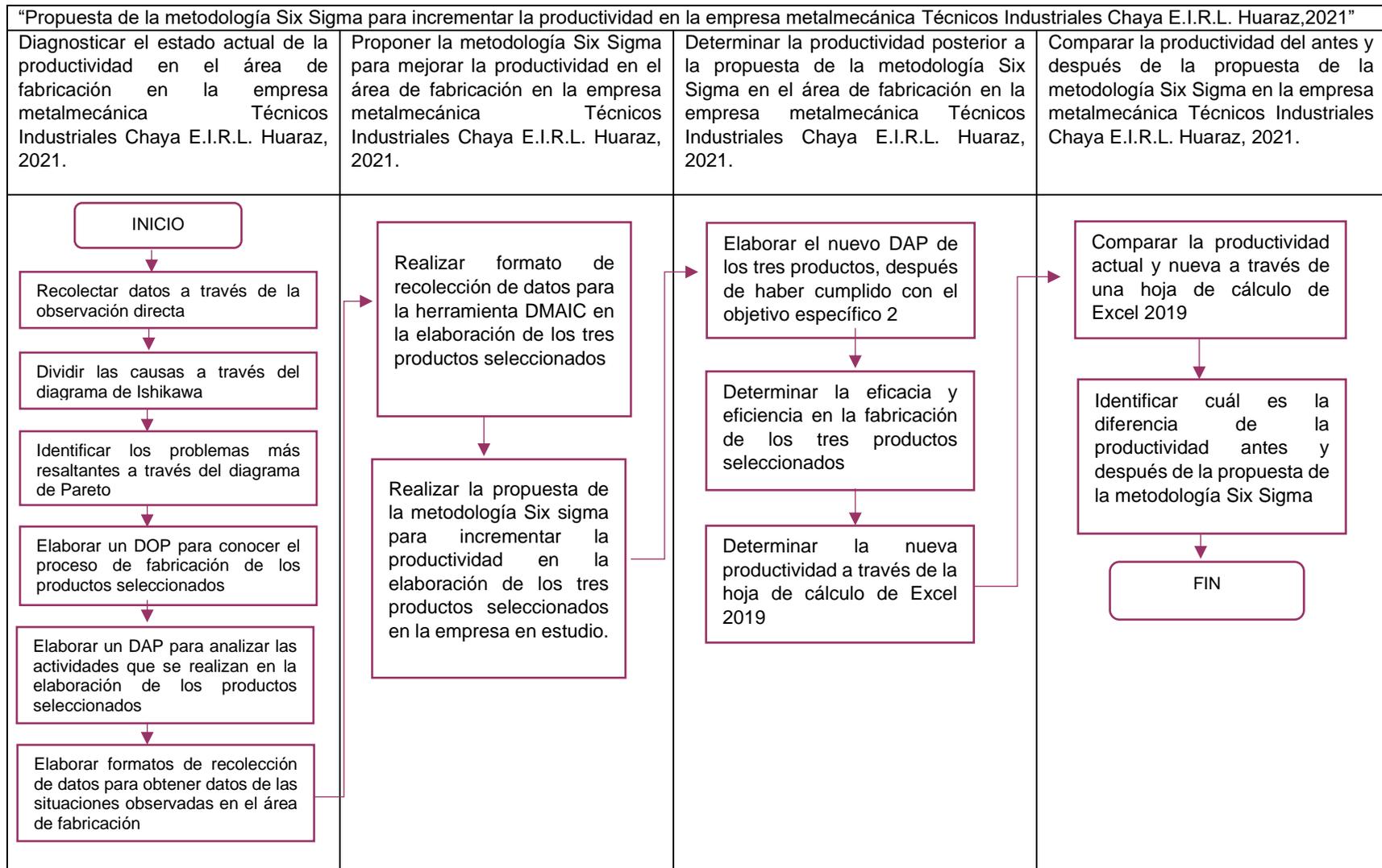
Ventura (2017), expresa que, la confiabilidad es importante, ya que permite al lector comprender el nivel de precisión y certeza de los instrumentos que se utilizaron en una investigación, para ello se puede utilizar el Alfa de Cronbach. Por ello, se realizó una prueba piloto a 2 meses de producción en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya, tomando datos históricos, dichas semanas no fueron parte del informe de investigación, con esta base de datos se elaboró un Alfa de Cronbach en la hoja de cálculo Excel 2019, de este cálculo se obtuvo un valor de 0.837 para la metodología Six Sigma y un valor de 0.867 para la productividad, además estos valores obtenidos se consideran confiables al superar el valor de 0.70 (ver anexo 19).

3.5. Procedimientos

En la presente investigación se procedió a realizar de la siguiente manera. En primer lugar, se realizó una entrevista directa a los trabajadores del área de estudio y se describieron las causas de baja productividad en el diagrama de Ishikawa; los datos obtenidos se analizaron a través del diagrama de Pareto con el propósito de conocer las causas más notables que afectan a la productividad. Del mismo modo, por medio de la observación directa se recogieron todas las actividades y los tiempos que realizaban los trabajadores en el área de fabricación; los datos obtenidos fueron registrados en un diagrama de

operaciones para que se analicen detalladamente. En segundo lugar, se aplicó la metodología Six Sigma en la zona de fabricación en base a la recolección de datos hallados por medio de la observación directa y los instrumentos de investigación. En tercer lugar, se determinó la nueva productividad en el área de fabricación de los productos en estudio, para el cual por medio de la observación directa se registró el número de operarios, tiempo ocupado. Dichos datos se registraron en formatos de productividad de los productos seleccionados para el estudio. En cuarto lugar, para determinar el incremento de la productividad se ejecutó una comparación del pre prueba y post prueba de la productividad de los productos de estudio a través de Hojas de Cálculo Excel 2019. A continuación, en la tabla 2 se explica de manera más precisa los pasos que se siguieron para cumplir con los objetivos propuestos en líneas anteriores.

Tabla 2. Procedimientos para el cumplimiento de los objetivos



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

De acuerdo con Baena (2017, p.72) se basa en que los investigadores someten los datos adquiridos mediante las técnicas e instrumentos a un análisis, para cumplir con los objetivos presentados en la investigación. En relación a ello, en el correspondiente análisis de los datos que se obtuvieron con los instrumentos, se manejó el Microsoft Excel 2019 para estructurar los informes en una base de datos y a través de la estadística inferencial y descriptivo se tuvieron gráficos y tablas de frecuencia, esto en vista a que, en el instante de la propuesta de la metodología Six Sigma es importante el uso de esquemas y técnicas que contrasten el comportamiento de la variable. Igualmente, estas se usaron para contestar a los objetivos establecidos en la investigación.

Tabla 3. Método de análisis de datos

| Objetivos Específicos | Técnicas de Procesamiento | Instrumentos | Resultados |
|--|---|---|---|
| Diagnosticar el estado actual de la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021. | <ul style="list-style-type: none"> - Observación directa - Entrevista directa | <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de Ishikawa (Anexo 3) - Diagrama de Pareto - Diagrama de operaciones de proceso (Anexos 4, 6 y 8) - Diagrama de análisis de proceso (Anexos 5, 7 y 9) | Se obtuvieron los resultados de la situación actual de la línea de fabricación. |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de datos - Análisis documental | <ul style="list-style-type: none"> - Formato de la recolección de datos (productividad) (Anexos 15, 16, 17 y 18) - Registro de órdenes de trabajo - Reporte de producción | |
| Proponer la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021. | <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de datos - Análisis documental | <ul style="list-style-type: none"> - Formatos de recolección de datos (metodología Six Sigma) (Anexos 10, 11, 12, 13 y 14) - Registro de órdenes de trabajo (datos históricos) | Se logró reducir los defectos para el incremento de la productividad en la línea de fabricación |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Determinar la productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021. | Observación directa | - Diagrama de operaciones - Diagrama de análisis de proceso | Se obtuvo el incremento de la productividad de los tres productos seleccionados. |
| | - Análisis de datos - Análisis documental | - Formato de la recolección de datos (productividad) (Anexos 15, 16, 17 y 18) - Registro de órdenes de trabajo - Reporte de producción | |
| Comparar la productividad del antes y después de la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021 | Análisis de datos | Formatos de comparación de productividad antes y después de la propuesta de la metodología Six Sigma | Permitió determinar el nivel de significancia de la diferencia entre la productividad inicial y posterior. |

Fuente: Elaboración propia

3.7. Aspectos éticos

Salazar, Icaza y Alejo (2018), manifiestan que la ética es fundamental en una investigación científica, por lo que debe ser practicada y aplicada por los investigadores, sobre todo debe ser respetada por medio de los estilos normativos de la citación y la referenciación. Por otro lado, (Carcausto y Morales, 2017) mencionan que, en el Perú, los aspectos éticos son asumidos por distintas instituciones, dentro de las cuales se encuentran los centros de investigación y las universidades; la ética se trata de un acto reflexivo y busca solucionar e investigar un problema por intermedio del método científico siguiendo las rutas para la solución utilizando las técnicas. Por lo tanto, el presente informe de investigación se desarrolló conforme al código de ética de la Universidad César Vallejo, con la finalidad del cumplimiento de los

artículos establecidos en la Resolución de Consejo Universitario N° 0275-2020/UCV, de acuerdo con ello se tiene los siguientes artículos:

Conforme al artículo 4º, se destaca que, con relación a la recopilación de datos, los autores se comprometieron a no brindar información de los individuos involucrados en el desarrollo de la investigación. Además, conforme al artículo 7º, los autores dieron el consentimiento para la publicación de los resultados una vez que la investigación se haya finalizado, de tal manera cumpliendo con la normativa y política editorial del medio en cual será publicado. Prosiguiendo, acorde al artículo 8º, los autores se comprometieron a tener una conducta de respeto desde el principio hasta el final del informe de investigación. Por último, el artículo 9º, De la Política anti plagio, indica que los autores debieron citar adecuadamente las fuentes que fueron consultadas y evitar el plagio, por eso la investigación se filtró por el programa Turnitin, para saber el porcentaje de similitud con otras fuentes de la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del objetivo específico 1

Diagnosticar el estado actual de la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.

El diagnóstico del estado situacional se ha desarrollado las siguientes acciones:

Descripción general de la empresa:

La empresa en estudio tiene como giro del negocio la industria metalmecánica, entre ellos la soldadura, en la industria aparece con RUC: 20571231841, sus actividades laborales los realiza en Huaraz, habiendo iniciado en el año 2013, esta empresa ha desarrollado bastante experiencia en la industria del mantenimiento, la reparación y fabricación de dispositivos de maquinaria pesada y soldadura industrial. Por cuestión de tamaño de local decidieron cambiarla, en la actualidad se encuentran instalados en la carretera Huaraz Casma en el kilómetro 2.70 cerca de Picup. Este nuevo local brinda la comodidad, no obstante, han surgido problemas en los diversos indicadores de productividad, lo que a su vez está generando a que la empresa no cumpla oportunamente con las entregas de los servicios pactados con sus clientes.

En el diagnóstico, se ha encontrado que la empresa tiene como **Misión:** Ser institución competitiva en los servicios de soldadura en general que brinda para sus clientes, proporcionando soluciones integrales con altos niveles de cumplimiento, seguridad y calidad, logrando satisfacer a los clientes; y como **Visión:** Ser una organización líder en el medio en el año 2028 y ser reconocida a nivel nacional e internacional en el rubro de la soldadura, con un equipo íntegro, enfocado al servicio y al cliente, con mejora continua de la calidad de los servicios ofrecidos a los clientes. En el aspecto organizacional, los cuadros jerárquicos de la empresa se pueden visualizar en el organigrama (ver anexo 23). El área que tiene que ver directamente con la presente investigación es el área de fabricación, el mismo dispone de las siguientes sub áreas: soldadura, técnicos y practicantes.

Taller: Esta área, en la actualidad, dispone de 10 trabajadores, aunque esta cantidad varía según el rendimiento y la demanda de los servicios prestados por la

empresa. Dentro del área de taller se realizan los diversos procesos y actividades que requieren cada uno de los servicios que presta la empresa a sus clientes. En el (anexo 24), se detalla el área y puesto correspondiente a cada trabajador.

Los trabajadores cumplen con su jornada de lunes a sábado durante 8 horas diariamente, en el siguiente horario: desde las 8:00 de la mañana hasta las 5:00 de la tarde, disponiendo de una hora de descanso, siendo esta desde las 12:30 pm hasta la 1:30 pm. Los técnicos perciben un sueldo de 16.25 nuevos soles por hora y a los ayudantes se les paga 10 nuevos soles por hora, el pago se realiza cada quincenal.

Diagrama de operaciones de proceso (DOP) y diagrama de análisis de proceso (DAP)

Los productos que se escogieron para la investigación son tres, en donde se tendrá un mayor enfoque de la producción del taller, debido a que pasan por todas las áreas existentes en la empresa (área de maestranza, corte, soldadura, armado y pintado). Para determinar el tiempo que conlleva todo el proceso fabricación de los productos, en tal sentido, se elaboró el DOP y DAP de cada uno de los productos.

El primer servicio es la fabricación de una tolva para volquetes. Estas pueden ser de 3 m³, 5 m³, 10 m³ y 15 m³, para la investigación se trabajó con la tolva de 5 m³, el tiempo empleado es aproximadamente de 15 días con un costo aproximado de 16,400.00 soles. La materia prima principal es la plancha de metal abrasivo y para la fabricación se necesita del técnico y practicantes si es necesario. (Ver DOP en el anexo 4). Del mismo modo se tiene el diagrama DAP, en donde se observó demoras en la entrega del producto terminado, porque los materiales no llegaron a tiempo al taller y los trabajadores perdieron tiempo (Ver DAP en el anexo 5).

El segundo servicio es la fabricación de uñas para retroexcavadoras. Estas pueden ser de tres uñas, cuatro y hasta cinco uñas de acuerdo al modelo del equipo, consiste en cortar, soldar y dar forma para obtener la uña. Para realizar este proceso se necesita de un maestro soldador y un ayudante en caso de que sea necesario. (Ver DOP en el anexo 6). La materia prima principal son los muelles Torton. Las medidas de las uñas son de 164mm de largo, 59mm de ancho en la parte del acople y 49 mm de ancho para trabajo útil y el precio de fabricación está

alrededor de 250.00 soles. Asimismo, se tiene el diagrama (DAP), en donde se observó la existencia de demoras; estas demoras fueron debido a que los materiales no se encuentran en el lugar correspondiente generando tiempos improductivos en la búsqueda de ellas, es ahí en donde se evidencia la falta de orden y limpieza del taller. (Ver DAP en el anexo 7).

El tercer servicio es la instalación de botella hidráulica. Para dicha instalación de la botella hidráulica primero se desarrolla la toma de fuerza, el llenado de la hidrolina en la botella hidráulica y el colocado de la botella hidráulica. (Ver DOP en el anexo 8). Dicho trabajo se desarrolla en dos días y medio aproximadamente con el costo de 900 soles por instalación. De la misma manera, se cuenta con un diagrama (DAP), en el cual se apreció retrasos en la instalación, por la tardanza de los ayudantes. (Ver DAP en el anexo 9).

Análisis de la situación actual

Prosiguiendo con el diagnóstico se identificó las causas principales que generaron la baja productividad en el área de fabricación, representado en el diagrama de Ishikawa, también se conoce como diagrama de causa efecto. De acuerdo al diagrama, también se logró realizar una tabla, el cual sirvió para elaborar el diagrama de Pareto. (Ver anexo 3).

Con toda la información encontrada gracias a las técnicas empleadas para el diagnóstico preliminar, con respecto a las causas que generaron la baja productividad en la organización; se determinó que, es necesario hacer una propuesta de la metodología Six Sigma, que permita reducir las demoras y errores en la fabricación de los tres productos elegidos para el estudio. Las demoras se presentaron en la entrega del producto terminado al cliente, debido a la inadecuada o tardía adquisición de materiales y porque hubo fallas en proceso de elaboración y como consecuencia la productividad no fue la mejor. A continuación, se detalla los resultados adquiridos en relación a la productividad, gracias al diagnóstico realizado al área de fabricación de la organización.

Resultados de los indicadores de la productividad

Para diagnosticar la productividad actual de la empresa se hizo una pre-prueba, considerando la muestra de 2 meses antes, de las cuales se inicia del mes de julio y agosto. Para ello se utilizó el instrumento de recolección de datos creado para el estudio, que fue aplicada a los tres productos seleccionados (fabricación de tolvas, fabricación de uñas e instalación de botella hidráulica).

Tabla 4. Eficacia en fabricación de tolvas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma

| FORMATO RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|------------------------------|--|-------|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Indicador | Eficacia en tolvas | | | |
| Índice de la eficacia | $\frac{Q \text{ tolvas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de tolvas programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | |
| Pedidos de las tolvas | Entregados en la fecha pactada | Julio | Agosto | Total |
| | | 0 | 1 | 1 |
| | No entregados en la fecha pactada | 1 | 0 | 1 |
| | Programados | 1 | 1 | 2 |
| | % | 0% | 100% | 50% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. (Ver anexo 25).

Cálculo de la eficacia en la fabricación de las tolvas para volquetes en los dos meses antes de la propuesta del Six Sigma:

$$\frac{Q \text{ tolvas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de tolvas programados mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{0}{1} \times 100\% = 0\%$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{1}{1} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Total} = \frac{1}{2} \times 100\% = 50\%$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficacia en la fabricación de las tolvas fue un porcentaje total del 50%, después de haber dividido la cantidad total de tolvas

entregados en la fecha pactada en los meses julio y agosto sobre el total de pedidos de tolvas programados para los meses julio y agosto.

Tabla 5. Eficiencia en fabricación de tolvas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|------------|------------|---------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Indicador | Eficiencia en tolvas | | | |
| Índice de eficiencia | $\frac{\text{HHR en tolvas mes}}{\text{HHP en tolvas mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | |
| Horas Hombre | Reales | Julio | Agosto | Total |
| | | 86.88 | 90.74 | 177.62 |
| | Tiempos improductivos | 26.25 | 22.39 | 48.64 |
| | Programados | 113.13 | 113.13 | 226.26 |
| | Adicionales por retraso | 19.5 | 0 | 19.5 |
| | Requeridos | 132.63 | 113.13 | 245.76 |
| | % | 77% | 80% | 79% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. (Ver anexo 25).

Cálculo de la eficiencia en la fabricación de las tolvas para volquetes en los dos meses antes de la propuesta del Six Sigma:

$$\frac{\text{HHR en tolvas mes}}{\text{HHP en tolvas mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{86.88}{113.13} \times 100\% = 77\%$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{90.74}{113.13} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{Total de meses} = \frac{177.62}{226.26} \times 100\% = 79\%$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficiencia en la fabricación de tolvas fue un porcentaje total del 79%, después de haber dividido las horas hombre reales en la fabricación de las tolvas en los meses julio y agosto sobre las horas hombre programados en la fabricación de las tolvas para los meses mencionados.

Tabla 6. Productividad actual en la fabricación de las tolvas para volquetes

| Eficacia (pre-test) | Eficiencia (pre-test) | Productividad (pre-test) |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| | | $P = E \times E_f$ |
| 50% | 79% | 39% |

Fuente: Elaboración propia

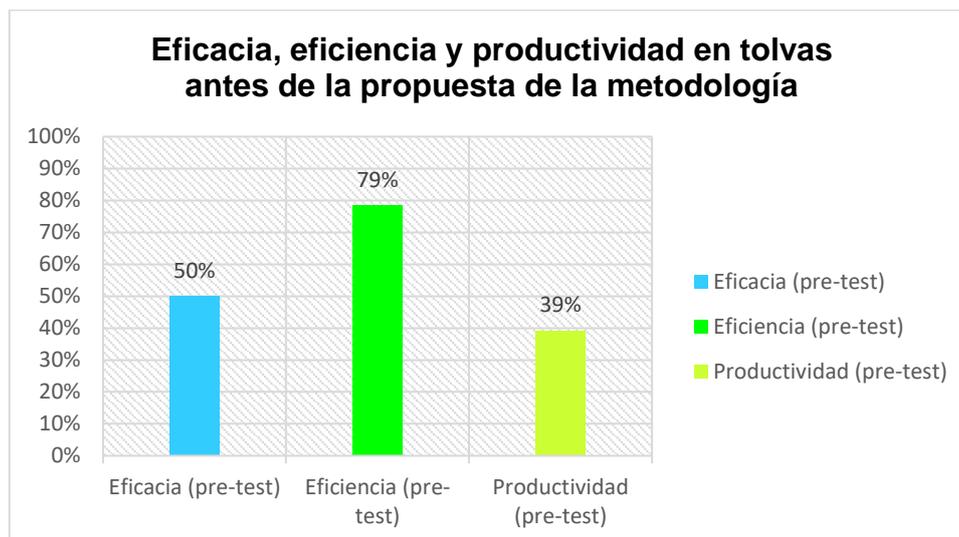


Figura 1. Eficacia, eficiencia y productividad en fabricación de tolvas antes de la propuesta de la metodología.

Interpretación: En la figura 1, se muestran los indicadores de la productividad, los cuales son la eficacia y eficiencia; el porcentaje total de la eficacia en la fabricación de las tolvas en los meses julio y agosto fueron de 50%, en vista a que los pedidos realizados no se entregaron en el tiempo pactado, por ende, ocasionaron incomodidades a los clientes. Por lo que se refiere a la eficiencia, se apreció que el porcentaje total fue de 79%, porque en la ejecución de las tolvas hubo tiempos improductivos por parte de los técnicos, además el abastecimiento de los materiales

no fue el correcto, de tal manera generó demoras en el proceso de elaboración. Por consiguiente, se obtuvo una productividad de 39% con respecto a las tolvas.

Tabla 7. Eficacia en fabricación de uñas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|-------|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | |
| Indicador | Eficacia en uñas | | | |
| Índice de la eficacia | $\frac{Q \text{ uñas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de uñas programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| | Meses | | | Total |
| Pedidos de las uñas | Entregados en la fecha pactada | Julio | Agosto | |
| | | 18 | 15 | 33 |
| | No entregados en la fecha pactada | 6 | 3 | 9 |
| | Programados | 24 | 18 | 42 |
| | % | 75% | 83% | 79% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya.
(Ver anexo 26).

Cálculo de la eficacia en la fabricación de las uñas para retroexcavadora en los dos meses antes de la propuesta de la metodología Six Sigma:

$$\frac{Q \text{ uñas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de uñas programados mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{18}{24} \times 100\% = 75\%$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{15}{18} \times 100\% = 83\%$$

$$\text{Total de meses} = \frac{33}{42} \times 100\% = 79\%$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficacia en la fabricación de uñas es un porcentaje total del 79%, después de haber dividido la cantidad total de uñas entregados en la fecha pactada en los meses julio y agosto sobre el total de pedidos de uñas programados para los meses julio y agosto.

Tabla 8. Eficiencia en fabricación de uñas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|------------|------------|--------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadora | | | |
| Indicador | Eficiencia en uñas | | | |
| índice de eficiencia | $\frac{\text{HHR en uñas mes}}{\text{HHP en uñas mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | Total |
| Horas Hombre | Reales | Julio | Agosto | |
| | | 153.00 | 116.70 | 269.7 |
| | Tiempos improductivos | 39.00 | 27.30 | 66.3 |
| | Programados | 192 | 144 | 336 |
| | Adicionales por retraso | 48 | 24 | 72 |
| | Requeridos | 240 | 168 | 408 |
| | % | 80% | 81% | 80% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. (Ver anexo 26).

Cálculo de la eficiencia en la fabricación de las uñas para retroexcavador en los dos meses antes de la propuesta del Six Sigma:

$$\frac{\text{HHR en uñas mes}}{\text{HHP en uñas mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{153}{192} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{116.70}{144} \times 100\% = 81\%$$

$$\text{Total de meses} = \frac{269.7}{336} \times 100\% = \mathbf{80\%}$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficiencia en la fabricación de las uñas fue un porcentaje total del 80%, después de haber dividido las horas hombre reales en la fabricación de las uñas en los meses julio y agosto sobre las horas hombre programados en la fabricación de las uñas para los meses mencionados en líneas anteriores

Tabla 9. Productividad actual en la fabricación de las uñas para retroexcavadora

| Eficacia (pre-test) | Eficiencia (pre-test) | Productividad (pre-test) |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| | | $P = E \times E_f$ |
| 79% | 80% | 63% |

Fuente: Elaboración propia.

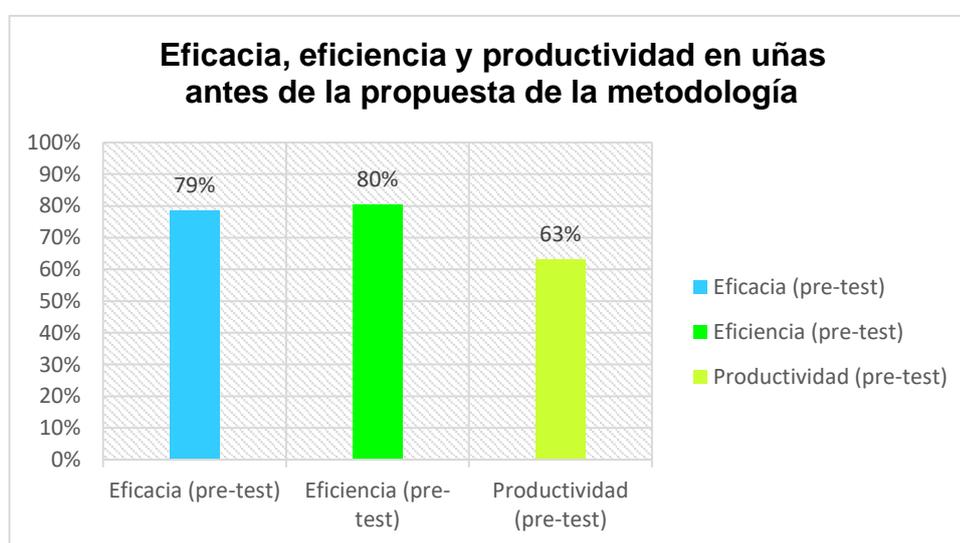


Figura 2. Eficacia, eficiencia y productividad en fabricación de uñas antes de la propuesta de la metodología.

Interpretación: En la figura 2, se muestran los indicadores de la productividad, los cuales son la eficacia y eficiencia; el porcentaje total de la eficacia en la fabricación de las uñas de los meses julio y agosto fue de 79%, en vista a que en los pedidos llevados a cabo hubo una demora, por ende, generó molestias a los clientes. Con respecto a la eficiencia, se notó que el porcentaje total fue de 80%, ya que en la ejecución de las uñas hubo tiempos improductivos por parte de los técnicos, además el abastecimiento de los materiales no fue el correcto, por eso generó demoras en el proceso de elaboración. En ese sentido, se obtuvo una productividad de 63% con relación a las uñas.

Tabla 10. Eficacia en instalación de la botella hidráulica antes de la propuesta de la metodología Six Sigma

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|-------------------------------------|--|-------|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | | |
| Indicador | Eficacia en botellas hidráulicas | | | |
| Índice de la eficacia | $\frac{Q \text{ botella hidráulica entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de botella hidráulica programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | Total |
| Pedidos de las botellas hidráulicas | Entregados en la fecha pactada | Julio | Agosto | |
| | | 0 | 1 | 1 |
| | No entregados en la fecha pactada | 1 | 1 | 2 |
| | Programados | 1 | 2 | 3 |
| | % | 0% | 50% | 33% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. (Ver anexo 27).

Cálculo de la eficacia en la instalación de la botella hidráulica para volquetes en los dos meses antes de la propuesta del Sigma:

$$\frac{Q \text{ botella hidráulica entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de botella hidráulica programados mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{0}{1} \times 100\% = 0\%$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{1}{2} \times 100\% = 50\%$$

$$\text{Total} = \frac{1}{3} \times 100\% = 33\%$$

Respuesta: El resultado obtenido para el indicador eficacia en la instalación de la botella hidráulica fue un porcentaje total del 33%, después de haber dividido la cantidad total de botellas hidráulicas entregados en la fecha pactada en los meses julio y agosto sobre el total de pedidos de botellas hidráulicas programados para los meses julio y agosto.

Tabla 11. Eficiencia en instalación de botellas hidráulicas antes de la propuesta de la metodología Six Sigma

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|------------|------------|--------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | | |
| Indicador | Eficiencia en botellas hidráulicas | | | |
| Fórmula de eficiencia | $\frac{\text{HHR en botellas hidráulicas mes}}{\text{HHP en botellas hidráulicas mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | |
| Horas Hombre | Reales | Julio | Agosto | Total |
| | | 19.03 | 38.58 | 57.61 |
| | Tiempos improductivos | 4.72 | 8.92 | 13.64 |
| | Programados | 23.75 | 47.5 | 71.25 |
| | Adicionales por retraso | 5.3 | 7.4 | 12.7 |
| | Requeridos | 29.05 | 54.9 | 83.95 |
| | % | 80% | 81% | 81% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya (Ver anexo 27).

Cálculo de la eficiencia en la instalación de la botella hidráulica para volquetes en los dos meses antes de la propuesta del Six Sigma:

$$\frac{\text{HHR en botellas hidráulicas mes}}{\text{HHP en botellas hidráulicas mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{19.03}{23.75} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{38.58}{47.5} \times 100\% = 81\%$$

$$\text{Total} = \frac{57.61}{71.25} \times 100\% = 81\%$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficiencia en la instalación de botella hidráulica fue un porcentaje total del 81%, después de haber dividido las horas hombre reales en la instalación de la botella hidráulica en los meses julio y agosto sobre las horas hombre programados en la instalación de la botella hidráulica para los meses mencionados.

Tabla 12. Productividad actual en la instalación de la botella hidráulica para volquetes

| Eficacia (pre-test) | Eficiencia (pre-test) | Productividad (pre-test) |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| | | $P = E \times E_f$ |
| 33% | 81% | 27% |

Fuente: Elaboración propia.

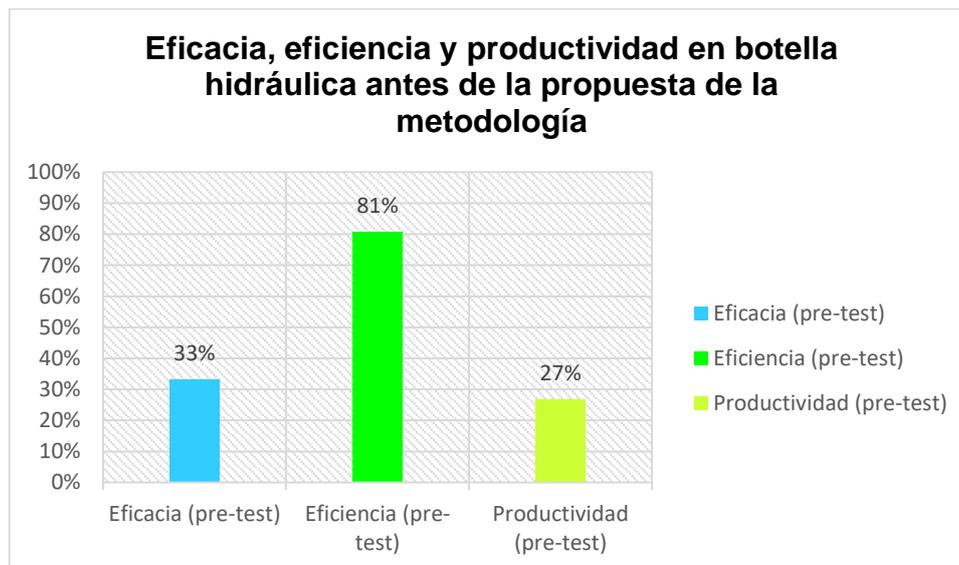


Figura 3. Eficacia, eficiencia y productividad en instalación de botella hidráulica antes de la propuesta de la metodología.

Interpretación: En la figura 3, se muestran los indicadores de la productividad, los cuales son la eficacia y eficiencia; el porcentaje total de la eficacia en la instalación de las botellas hidráulicas de los meses julio y agosto fue de 33%, en vista a que los pedidos requeridos se retrasaron, eso conllevó a que los clientes se incomoden. En cuanto a la eficiencia, se notó que el porcentaje total fue de 81%, pues en la

instalación de las botellas hidráulicas el personal perdió tiempo al buscar el líquido de la hidrolina y tampoco hubo un control adecuado, por eso se existieron tiempos improductivos. Por tal motivo, se obtuvo una productividad de 27% en la instalación de botella hidráulica.

Productividad de la mano de obra en tolvas

Tabla 13. Productividad de la mano de obra de tolvas mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|----------------------------------|---|--------|--------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en fabricación de tolvas | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ tolvas mes}}{\text{HHU mes}}$ | | |
| | Meses | | Total |
| | Julio | Agosto | |
| Cantidad de tolvas | 1 | 1 | 2 |
| Horas Hombre utilizados | 132.63 | 113.13 | 245.76 |
| Productividad de la mano de obra | 0.008 | 0.009 | 0.008 |

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la productividad de mano de obra en la elaboración de las tolvas

Dato: El número de tolvas para los meses de julio y agosto se ha extraído de la tabla 4 y las horas hombre utilizados de la tabla 5.

$$\frac{Q \text{ tolvas mes}}{\text{HHU mes}}$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{1}{132.63} = 0.008$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{1}{113.13} = 0.009$$

$$\text{Total} = \frac{2}{245.76} = \mathbf{0.008}$$

Interpretación: En la tabla 13, se observa que la productividad de la mano de obra de los meses julio y agosto fue de 0.008 tolvas/h-h, por lo que se interpreta que por cada hora hombre utilizada en los dos meses de diagnóstico antes de la propuesta

de la metodología Six Sigma en la zona de taller se ha fabricado 0.008 tolvas por horas hombre.

Productividad del costo de mano de obra en tolvas

Tabla 14. Productividad del costo de mano de obra en tolvas mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|---|---|-----------|---------------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Indicador | Productividad del costo de mano de obra en tolvas | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ tolvas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | | |
| Meses | | | |
| Cantidad de tolvas | Julio | Agosto | Total |
| | 1 | 1 | 2 |
| Costo de mano de obra (S/) | S/3481.54 | S/2969.66 | S/6,451.20 |
| Productividad del costo de mano de obra | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 28)

Cálculo de la productividad del costo de la mano de obra en la elaboración de las tolvas.

$$\frac{Q \text{ tolvas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{1}{3481.54} = 0.0003$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{1}{2969.66} = 0.0003$$

$$\text{Total} = \frac{2}{6451.20} = \mathbf{0.0003}$$

Interpretación: De la tabla 14, se aprecia que la productividad del costo de mano de obra en fabricación de tolvas de los dos meses antes de la propuesta de la metodología fue de 0.0003 tolvas/(S/), el cual indica que, por cada sol que se invirtió, se produjo 0.0003 unidades de tolvas fabricadas.

Productividad de la mano de obra en uñas

Tabla 15. Productividad de la mano de obra de uñas mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|----------------------------------|---|--------|--------------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en fabricación de uñas | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ uñas mes}}{HHU \text{ mes}}$ | | |
| | Meses | | Total |
| | Julio | Agosto | |
| Cantidad de uñas | 24 | 18 | 42 |
| Horas Hombre utilizados | 240 | 168 | 408 |
| Productividad de la mano de obra | 0.100 | 0.107 | 0.103 |

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la productividad de mano de obra en la elaboración de las uñas

Dato: El número de uñas de los meses de julio y agosto se encuentra en la tabla 7 y las horas hombre empleadas en la tabla 8.

$$\frac{Q \text{ uñas mes}}{HHU \text{ mes}}$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{24}{240} = 0.100$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{18}{168} = 0.107$$

$$\text{Total} = \frac{42}{408} = \mathbf{0.103}$$

Interpretación: En la tabla 15, se observa que la productividad de la mano de obra de los meses julio y agosto fue de 0.103 uñas/h-h, eso significa que por cada hora hombre utilizado durante los dos meses de diagnóstico antes de la propuesta de la metodología en el taller se fabricaron 0.103 uñas por horas hombre.

Tabla 16. Productividad del costo de mano de obra en uñas mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|---------------------------------|---|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras |
| Indicador | Productividad del costo de mano de obra en uñas |
| Índice | $\frac{Q \text{ uñas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ |

| Meses | | | |
|---|------------|------------|--------------------|
| Cantidad de uñas | Julio | Agosto | Total |
| | | 24 | 18 |
| Costo de mano de obra (S/) | S/6,300.00 | S/4,410.00 | S/10,710.00 |
| Productividad del costo de mano de obra | 0.0038 | 0.0041 | 0.0039 |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 29)

Cálculo de la productividad del costo de mano de obra en la ejecución de uñas.

$$\frac{Q \text{ uñas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{24}{6300} = 0.0038$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{18}{4410} = 0.0041$$

$$\text{Total} = \frac{42}{10710} = \mathbf{0.0039}$$

Interpretación: De la tabla 16, se aprecia que la productividad del costo de mano de obra en fabricación de uñas de los dos meses antes de la propuesta de la metodología fue de 0.0039 uñas/(S/), el cual indica que, por cada sol que se invirtió, se produjo 0.0039 unidades de uñas fabricadas.

Productividad de la mano de obra en botellas hidráulicas

Tabla 17. Productividad de la mano de obra de botella hidráulica mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|----------------------------------|---|--------|--------------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de botella hidráulica para volquetes | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en instalación de botella hidráulica | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ botellas hidráulicas mes}}{\text{HHU mes}}$ | | |
| Meses | | | Total |
| Cantidad de botellas hidráulicas | Julio | Agosto | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Horas Hombre utilizados | 29.05 | 54.9 | 83.95 |
| Productividad de la mano de obra | 0.034 | 0.036 | 0.036 |

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la productividad de mano de obra en la instalación de la botella hidráulica.

Dato: El número total de botella hidráulica de los meses de julio y agosto se encuentra en la tabla 10 y las horas hombre utilizados en la tabla 11.

$$\frac{\text{Q botellas hidráulicas mes}}{\text{HHU mes}}$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{1}{29.05} = 0.034$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{2}{54.90} = 0.036$$

$$\text{Total} = \frac{3}{83.95} = \mathbf{0.036}$$

Interpretación: En la tabla 17, se observa que la productividad de la mano de obra de los meses julio y agosto fue de 0.036 botellas hidráulicas /h-h, eso quiere decir que por cada hora hombre usada en los dos meses de diagnóstico antes de la propuesta de la metodología en el taller se ha instalado 0.036 botellas hidráulicas por horas hombre.

Tabla 18. Productividad del costo de mano de obra en botella hidráulica mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|---|--|------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de botella hidráulica para volquetes | | |
| Indicador | Productividad del costo de mano de obra en botella hidráulica | | |
| Índice | $\frac{\text{Q botella hidráulica mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | | |
| Meses | | | |
| Cantidad de botellas hidráulicas | Julio | Agosto | Total |
| | 1 | 2 | 3 |
| Costo de mano de obra (S/) | S/762.56 | S/1,441.13 | S/2,203.69 |
| Productividad del costo de mano de obra | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 30)

Cálculo de la productividad del costo de mano de obra en la ejecución de botellas hidráulicas.

$$\frac{\text{Q botella hidráulica mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$$

$$\text{Mes de julio} = \frac{1}{762.56} = 0.0013$$

$$\text{Mes de agosto} = \frac{2}{1441.13} = 0.0014$$

$$\text{Total} = \frac{3}{2203.69} = \mathbf{0.0014}$$

Interpretación: De la tabla 18, se aprecia que la productividad del costo de mano de obra en cuanto a la instalación de botella hidráulica de los dos meses antes de la propuesta de la metodología fue de 0.0014 botellas hidráulicas/(S/), el cual indica que, por cada sol que se invirtió, se produjo 0.0014 unidades de botellas hidráulicas instaladas.

Respuesta al objetivo específico 1

En la empresa en estudio, el equipo eligió tres productos para realizar la investigación (fabricación de tolvas, de uñas e instalación de botella hidráulica). Con el diagnóstico efectuado en la línea de fabricación, se reconoció que la causa principal que generaba una baja productividad fue la demora en los pedidos.

En el período de diagnóstico la productividad de la mano de obra promedio de tolvas fue de 0.008 tolvas/h-h, de uñas fue de 0.103 uñas/h-h y de botellas hidráulicas fue de 0.036 botellas hidráulicas/h-h; continuando con la productividad del costo de mano de obra promedio de tolvas fue de 0.0003 tolvas/(S/), de uñas fue de 0.0039 uñas/(S/) y de botellas hidráulicas fue de 0.0014 botellas hidráulicas/(S/). También se obtuvo la eficacia y eficiencia en tolvas en los dos meses de diagnóstico fue de 50% y 79% respectivamente, en uñas fue 79% y 80% correspondientemente y en botellas hidráulicas fue de 33% y 81% respectivamente; por lo que la productividad general obtenida en tolvas para volquetes, uñas para retroexcavadoras y botellas hidráulicas para volquetes fue de 39%, 63% y 27% en ese orden.

4.2. Resultados del objetivo específico 2

Proponer la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.

Se realizó una propuesta de la metodología Six Sigma, en el cual se procedió a realizar una capacitación anual para los trabajadores de la empresa, además hacer el cálculo del flujo de caja del proyecto, en el cual se calculó del Valor Presente Neto (VPN) y el cálculo de la tasa Interna de Retorno (TIR) y Razón Beneficio Costo (B/C), con el propósito de demostrar que la propuesta del Six Sigma será rentable (ver anexo 31).

Resultados de los indicadores de la metodología Six Sigma

Definir

Tabla 19. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de tolvas

| FORMATO DE CUMPLIMIENTO DE PLANEACIÓN, 2021 | | | |
|---|---|--------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Dimensión | Definir | | |
| Cumplimiento de planeación de tolvas | $\frac{\text{Total de entregas realizadas de tolvas}}{\text{Total de entregas programadas de tolvas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de entregas realizadas | Total, de entregas programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 2 | 50% |
| Noviembre | 2 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 4 | 75% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 10).

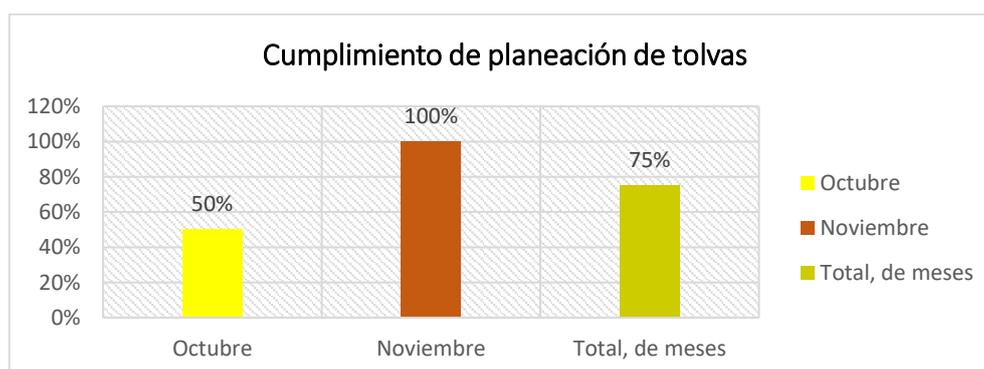


Figura 4. Cumplimiento de planeación de tolvas

Interpretación: En la figura 4, se observa que el cumplimiento de las entregas realizadas de las tolvas en el mes de octubre se obtuvo un porcentaje del 50%, de los 2 productos programados para la entrega a tiempo se tuvo un retraso y en noviembre se obtuvo un 100% con 2 productos entregados a tiempo y 0 de retrasos, esto se nos dio un promedio de 75% en los dos meses.

Tabla 20. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de uñas

| FORMATO DE CUMPLIMIENTO DE PLANEACIÓN, 2021 | | | |
|---|---|--------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Dimensión | Definir | | |
| Cumplimiento de planeación de uñas | $\frac{\text{Total de entregas realizadas de uñas}}{\text{Total de entregas programadas de uñas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de entregas realizadas | Total, de entregas programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 19 | 20 | 95% |
| Noviembre | 23 | 24 | 96% |
| Total, de meses | 42 | 44 | 95% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 10).

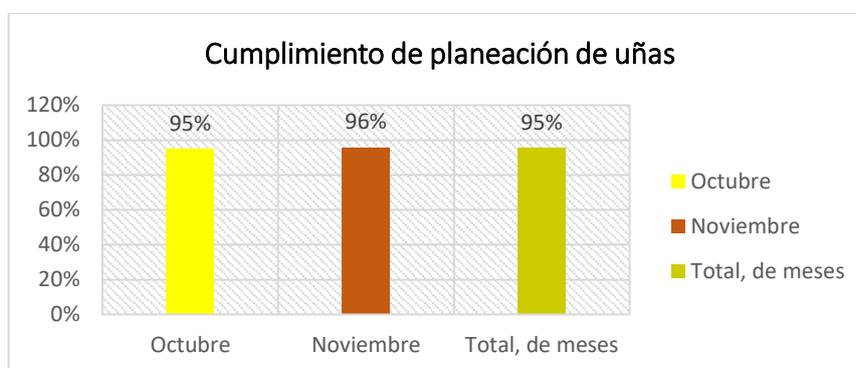


Figura 5. Cumplimiento de planeación de uñas.

Interpretación: En la figura 5 se observa que el cumplimiento de las entregas realizadas del servicio de fabricación de uñas en el mes de octubre se obtuvo un porcentaje del 95%, de 20 productos programados para la entrega, hubo con 1 retraso y en noviembre se obtuvo un 96%, de 24 productos programados para ser entregados a tiempo hubo 1 retraso, por lo que se obtuvo un promedio de 95% en los dos meses.

Tabla 21. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de botella hidráulica

| FORMATO DE CUMPLIMIENTO DE PLANEACIÓN, 2021 | |
|--|---|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes |
| Dimensión | Definir |
| Cumplimiento de planeación de botella hidráulica | $\frac{\text{Total de entregas realizadas de botella hidráulica}}{\text{Total de entregas programadas de botella hidráulica}} \times 100\%$ |

| Mes | Total, de entregas realizadas | Total, de entregas programadas | % de cumplimiento |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Octubre | 1 | 1 | 100% |
| Noviembre | 2 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 3 | 100% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 10).

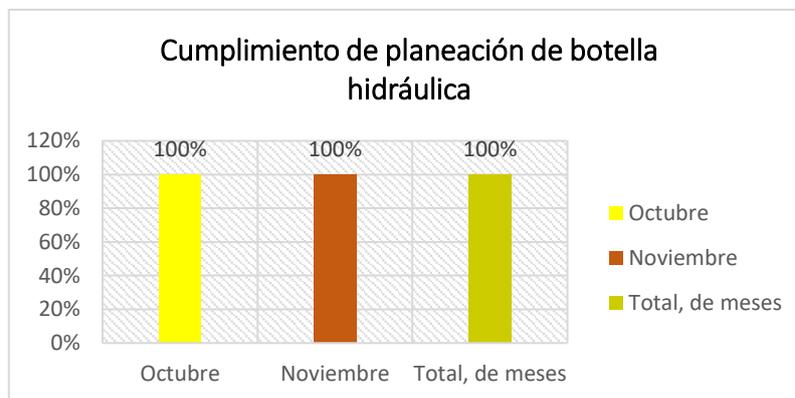


Figura 6. Cumplimiento de planeación de botella hidráulica.

Interpretación: En la figura 6, se aprecia que el cumplimiento de las entregas realizadas en el mes de octubre se obtuvo un porcentaje del 100%, con 1 producto programado y 0 retraso, también en noviembre se obtuvo un 100%, con 2 productos entregados a tiempo sin ningún retraso, por lo que se obtuvo un promedio de 100% en los dos meses.

Para la dimensión medir

Tabla 22. Formato de producción realizada de tolvas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN REALIZADA, 2021 | | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Dimensión | Medir | | |
| Producción realizada de tolvas | $\frac{\text{Total de fabricaciones realizadas de tolvas}}{\text{Total de fabricaciones programadas de tolvas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de fabricaciones realizadas | Total, de fabricaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 2 | 50% |
| Noviembre | 2 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 4 | 75% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 11).

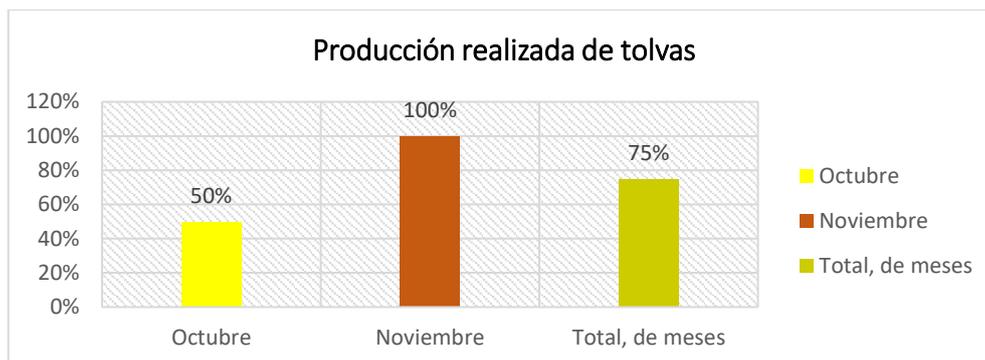


Figura 7. Producción realizada de tolvas.

Interpretación: En la figura 7, se aprecia que el cumplimiento de producción realizada de tolvas en octubre se obtuvo un porcentaje del 50%, de las 2 fabricaciones programadas se retrasó 1 y en noviembre se obtuvo un 100%, con 2 productos fabricados a tiempo sin retrasos, esto se nos dio promedio de 75% en los dos meses.

Tabla 23. Formato de producción realizada de uñas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN REALIZADA, 2021 | | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Dimensión | Medir | | |
| Producción realizada de uñas | $\frac{\text{Total de fabricaciones realizadas de uñas}}{\text{Total de fabricaciones programadas de uñas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de fabricaciones realizadas | Total, de fabricaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 19 | 20 | 95% |
| Noviembre | 23 | 24 | 96% |
| Total, de meses | 42 | 44 | 95% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 11).

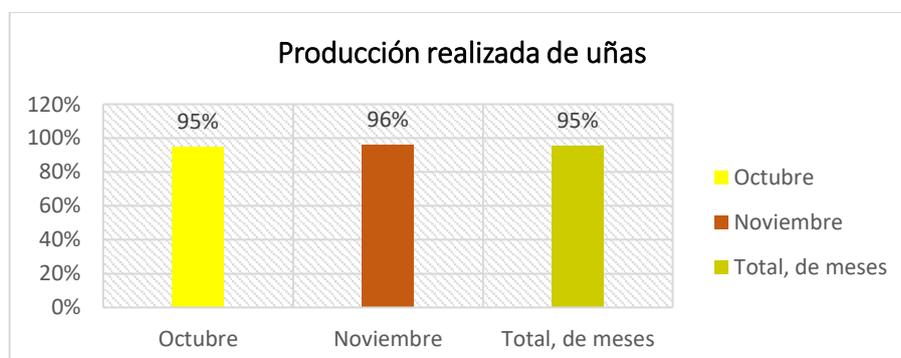


Figura 8. Producción realizada de uñas.

Interpretación: En la figura 8, se observa que el cumplimiento de las fabricaciones realizadas de uñas en octubre se obtuvo un porcentaje del 95%, de 20 uñas programadas 19 se fabricó a tiempo y en noviembre se obtuvo un 96%, de 24 unidades 23 productos se hizo en la fecha acordada, esto se nos dio un promedio de 95% en los dos meses.

Tabla 24. Formato de producción realizada de botella hidráulica

| FORMATO DE PRODUCCIÓN REALIZADA, 2021 | | | |
|--|---|-------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | |
| Dimensión | Medir | | |
| Producción realizada de botella hidráulica | $\frac{\text{Total de instalaciones realizadas de botella hidráulica}}{\text{Total de instalaciones programadas de botella hidráulica}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de instalaciones realizadas | Total, de instalaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 1 | 100% |
| Noviembre | 2 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 3 | 100% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 11).

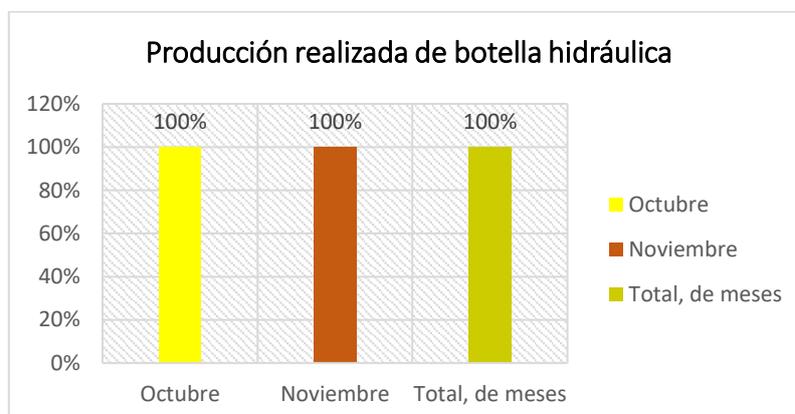


Figura 9. Producción realizada de botella hidráulica.

Interpretación: En la figura 9, se observa que el cumplimiento de las fabricaciones realizadas en la instalación de botella hidráulica en octubre se obtuvo un porcentaje del 100%, debido a que se cumplió con 1 instalación programada y en noviembre se obtuvo un 100%, porque se cumplió con 2 instalaciones planeadas, esto se nos dio un promedio de 100% en los dos meses.

Para la dimensión analizar

Tabla 25. Formato de producción sin defectos de tolvas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN SIN DEFECTOS, 2021 | | | |
|--|--|-----------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Dimensión | Analizar | | |
| Producción sin defectos de tolvas | $\frac{\text{Total de tolvas sin defectos}}{\text{Total de tolvas fabricadas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de tolvas sin defectos | Total, de tolvas fabricadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 2 | 50% |
| Noviembre | 2 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 4 | 75% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 12).

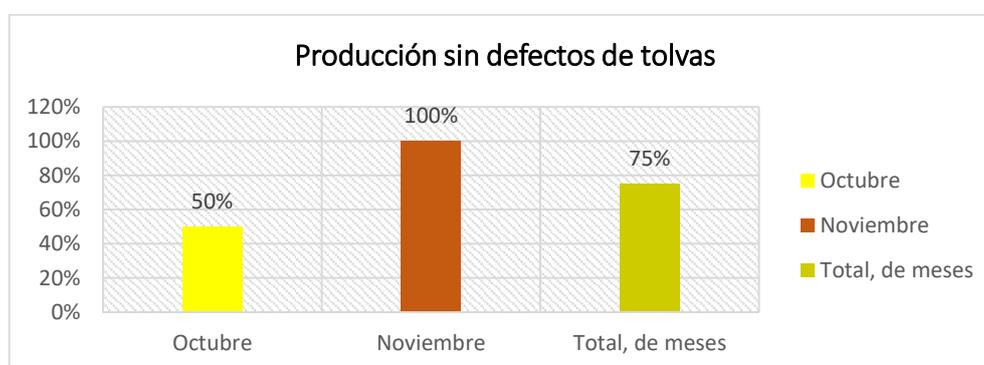


Figura 10. Producción sin defectos de tolvas.

Interpretación: En la figura 10, se observa que el cumplimiento de tolvas producidas sin defectos en el mes de octubre se obtuvo un porcentaje del 50%, pues de las dos tolvas 1 no tuvo defectos y en noviembre se obtuvo un 100%, con 2 productos sin defectos y no hubo producto defectuoso, esto se nos dio un promedio de 75% en los dos meses.

Tabla 26. Formato de productos sin defectos de uñas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN SIN DEFECTOS, 2021 | | | |
|--|--|-----------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Dimensión | Analizar | | |
| Producción sin defectos de uñas | $\frac{\text{Total de uñas sin defectos}}{\text{Total de uñas fabricadas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de fabricación sin defectos | Total, de fabricación | % de cumplimiento |
| Octubre | 19 | 20 | 95% |
| Noviembre | 23 | 24 | 96% |
| Total, de meses | 42 | 44 | 95% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 12).

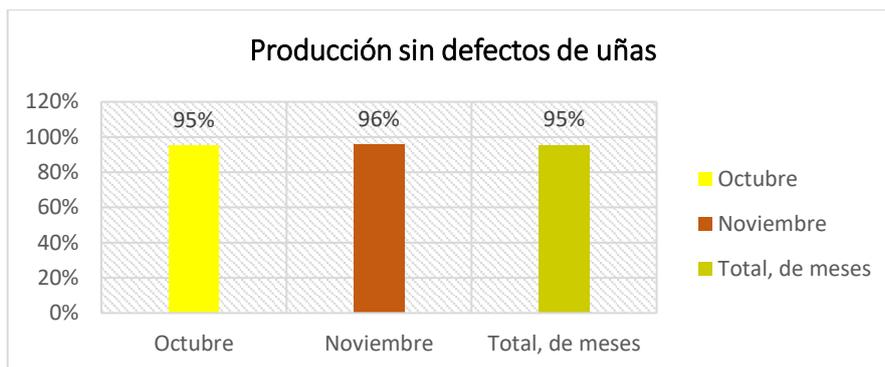


Figura 11. Producción sin defectos de uñas.

Interpretación: En la figura 11, se observa que el cumplimiento de producción sin defecto de uñas en octubre se obtuvo un porcentaje del 95%, porque de 20 uñas hubo 1 producto defectuoso y en noviembre se obtuvo un 96%, con 23 uñas sin defectos y 1 con defecto, esto se nos dio un promedio de 95% en los dos meses.

Tabla 27. Formato de productos sin defectos de botella hidráulica

| FORMATO DE PRODUCCIÓN SIN DEFECTOS, 2021 | | | |
|---|--|---|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | |
| Dimensión | Analizar | | |
| Producción sin defectos de botella hidráulica | $\frac{\text{Total de botellas hidráulicas sin defectos}}{\text{Total de botellas hidráulicas instaladas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de botellas hidráulicas sin defectos | Total, de botellas hidráulicas instaladas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 1 | 100% |
| Noviembre | 2 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 3 | 100% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 12).

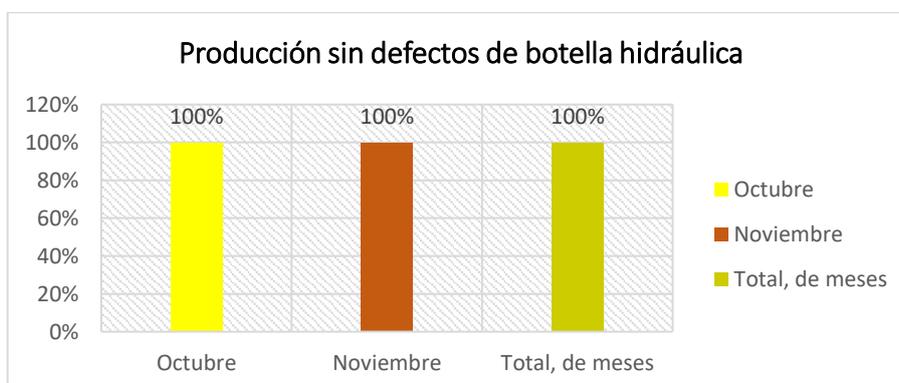


Figura 12. Producción sin defectos de botellas hidráulicas.

Interpretación: En la figura 12, se observa que el cumplimiento de las instalaciones sin defectos de las botellas hidráulicas realizadas en octubre se obtuvo un porcentaje del 100%, pues no hubo botellas hidráulicas defectuosas y en noviembre se obtuvo un 100%, con 2 productos sin defectos, esto se nos dio un promedio de 100% en los dos meses.

Para la dimensión mejorar

Tabla 28. Formato de capacitaciones a los fabricantes de tolvas

| Capacitación a fabricantes de tolvas | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Dimensión | Mejorar | | |
| Capacitación a fabricantes de tolvas | $\frac{\text{Total de capacitaciones realizadas a fabricantes de tolvas}}{\text{Total de capacitaciones programadas para fabricantes de tolvas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de capacitaciones realizadas | Total, de capacitaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 3 | 4 | 75% |
| Noviembre | 4 | 4 | 100% |
| Total, de meses | 7 | 8 | 88% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 13).

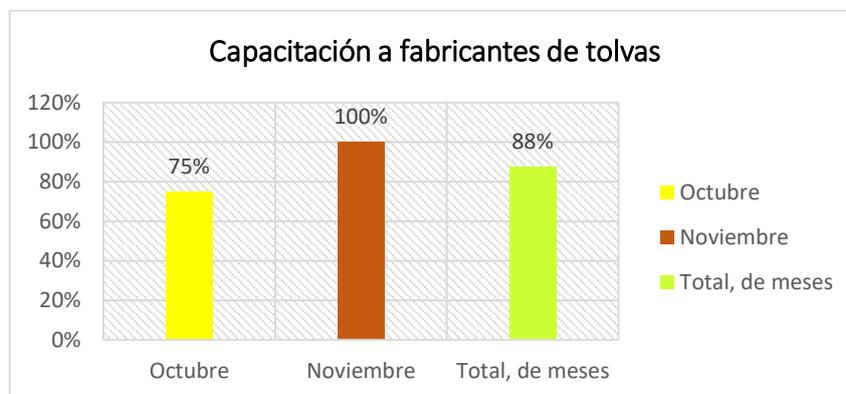


Figura 13. Cumplimiento de capacitación a los fabricantes de tolvas.

Interpretación: En la figura 13, se observa que el cumplimiento de las capacitaciones a fabricantes de tolvas en el mes de octubre se obtuvo un porcentaje del 75%, de 4 capacitaciones programados, se incumplió con 1 y en el mes noviembre se obtuvo un 100%, por lo que se cumplió con las 4 capacitaciones programadas, esto se nos dio un promedio de 88% de las capacitaciones cumplidas en los dos meses.

Tabla 29. Formato de capacitaciones a los fabricantes de uñas

| FORMATO DE CAPACITACIONES, 2021 | | | |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Dimensión | Mejorar | | |
| Capacitación a fabricantes de uñas | $\frac{\text{Total de capacitaciones realizadas a fabricantes de uñas}}{\text{Total de capacitaciones programadas para fabricantes de uñas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de capacitaciones realizadas | Total, de capacitaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 4 | 4 | 100% |
| Noviembre | 4 | 4 | 100% |
| Total, de meses | 8 | 8 | 100% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 13).

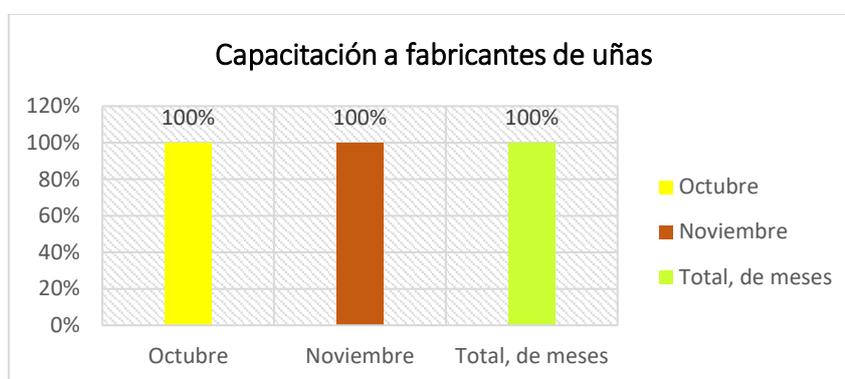


Figura 14. Cumplimiento de capacitación a los fabricantes de uñas.

Interpretación: En la figura 14, se observa que el cumplimiento de las capacitaciones para fabricantes de uñas en octubre se obtuvo un porcentaje del 100%, debido a que se cumplió con las 4 capacitaciones y en el mes noviembre se obtuvo un 100% y fueron cumplidas las 4 capacitaciones programadas, esto se nos dio un promedio de 100% de las capacitaciones cumplidas en los dos meses.

Tabla 30. Formato de capacitaciones a los instaladores de botella hidráulica

| FORMATO DE CAPACITACIONES, 2021 | | | |
|---|--|--------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de tolvas para volquetes | | |
| Dimensión | Mejorar | | |
| Capacitación a instaladores de botellas hidráulicas | $\frac{\text{Total de capacitaciones realizadas a fabricantes de botellas hidráulica}}{\text{Total de capacitaciones programadas para fabricantes de botellas hidráulica}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de capacitaciones realizadas | Total, de capacitaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 4 | 4 | 100% |

| | | | |
|------------------------|----------|----------|------------|
| Noviembre | 3 | 4 | 75% |
| Total, de meses | 7 | 8 | 88% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 13).

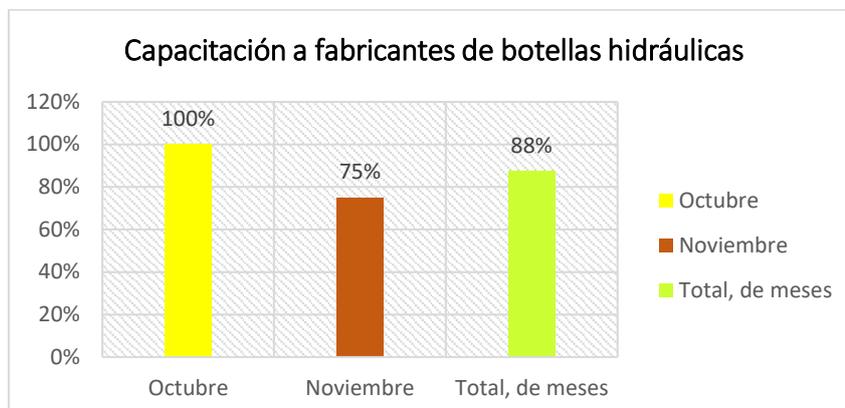


Figura 15. Cumplimiento de capacitación a los fabricantes de botellas hidráulicas.

Interpretación: En la figura 15, se aprecia que el cumplimiento de las capacitaciones para instaladores de botellas hidráulicas en octubre se obtuvo un porcentaje del 100%, pues se cumplió con las 4 capacitaciones programadas y en noviembre se obtuvo un 75%, porque de 4 capacitaciones programadas 1 capacitación no fue cumplida, esto se nos dio un promedio de 88% de las capacitaciones cumplidas en los dos meses.

Para la dimensión controlar

Tabla 31. Formato de producción óptima de tolvas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN ÓPTIMA, 2021 | | | |
|------------------------------------|---|-----------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Dimensión | Controlar | | |
| Producción óptima de tolvas | $\frac{\text{Total de fabricación sin defectos de tolvas}}{\text{Total de fabricación de tolvas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de fabricación sin defectos | Total, de fabricación | % de cumplimiento |
| Octubre | 2 | 2 | 100% |
| Noviembre | 2 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 4 | 4 | 100% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 14).

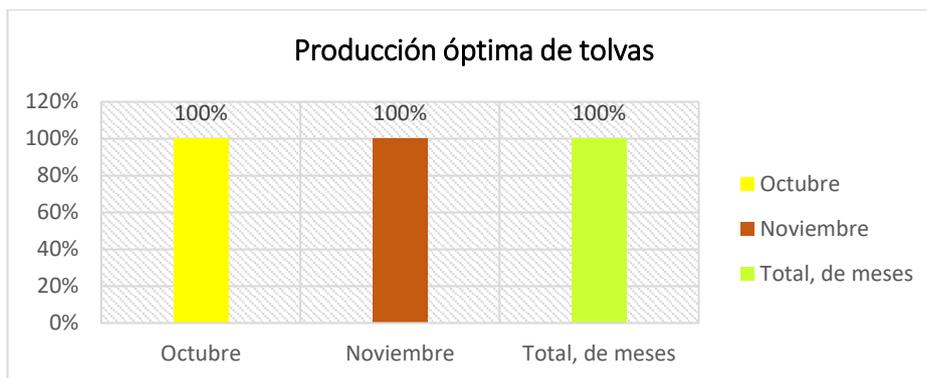


Figura 16. Producción óptima de tolvas.

Interpretación: En la figura 16, se observa el cumplimiento de producción óptima de tolvas en octubre se obtuvo un porcentaje del 100%, porque los 2 productos no tuvieron ningún defecto y en noviembre se obtuvo un 100%, con 2 tolvas fabricados sin defectos, esto nos dio un promedio de 100% en los dos meses.

Tabla 32. Formato de producción óptima de uñas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN ÓPTIMA, 2021 | | | |
|------------------------------------|---|-----------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Dimensión | Controlar | | |
| Producción óptima de uñas | $\frac{\text{Total de fabricación sin defectos de uñas}}{\text{Total de fabricación de uñas}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de fabricación sin defectos | Total, de fabricación | % de cumplimiento |
| Octubre | 20 | 20 | 100% |
| Noviembre | 24 | 24 | 100% |
| Total, de meses | 44 | 44 | 100% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 14).

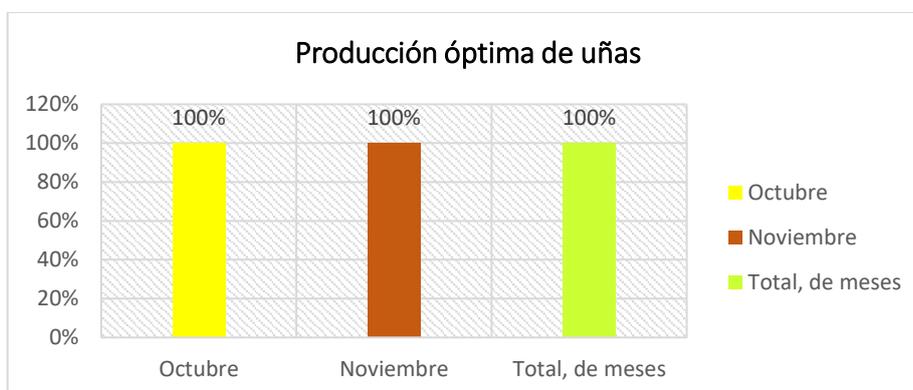


Figura 17. Producción óptima de uñas.

Interpretación: En la figura 17, se aprecia el cumplimiento de producción óptima de uñas en octubre se obtuvo un porcentaje del 100%, de los 20 productos fabricados sin defecto y en noviembre se obtuvo un 100%, con 24 productos fabricados sin ningún defecto, esto se nos dio un promedio de 100% en los dos meses.

Tabla 33. Formato de producción óptima de botella hidráulica

| FORMATO DE PRODUCCIÓN ÓPTIMA, 2021 | | | |
|---|---|-----------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | |
| Dimensión | Controlar | | |
| Producción óptima de botella hidráulica | $\frac{\text{Total de fabricación sin defectos de botella hidráulica}}{\text{Total de fabricación de botella hidráulica}} \times 100\%$ | | |
| Mes | Total, de fabricación sin defectos | Total, de fabricación | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 1 | 100% |
| Noviembre | 2 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 3 | 100% |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 14).

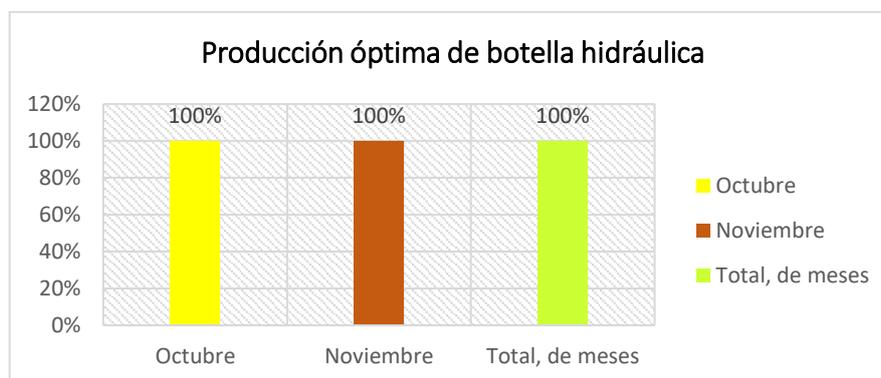


Figura 18. Producción óptima de botella hidráulica.

Interpretación: En la figura 18, se aprecia que el cumplimiento de producción óptima de instalación de botellas hidráulicas en octubre se obtuvo un porcentaje del 100% de 1 producto sin defecto y en noviembre se obtuvo un 100% de 2 productos instalados sin defecto, esto se nos dio un promedio de 100% en los dos meses.

Respuesta del objetivo específico 2

Para las dimensiones del Six Sigma (Definir, Medir, Analizar, Controlar y Mejorar) en cuanto al cumplimiento de planeación de tolvas se obtuvo un 75%, en uñas un 95% y en botellas hidráulicas en un 100%; para el indicador producción realizada

en tolvas se obtuvo un 75%, en uñas un 95% y en botellas hidráulicas en un 100%; por el indicador producción sin defectos de tolvas se obtuvo un 75%, en uñas un 95% y en botellas hidráulicas en un 100%; para el indicador capacitación a los fabricantes de tolvas, uñas y botellas hidráulicas se obtuvo un 88%, 100% y 88% respectivamente y para finalizar con el indicador producción óptima de tolvas, uñas y botellas hidráulicas se obtuvo un 100% para los tres productos. Además, se ejecutó la propuesta del Six Sigma para la empresa en estudio con la finalidad de que la productividad en los 3 productos escogidos para el estudio incremente (ver anexo 31).

4.3. Resultados del objetivo específico 3

Determinar la productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.

Para la ejecución de este objetivo específico, se procedió a presentar la metodología Six Sigma realizada en la investigación, con la finalidad de que la metalmecánica pueda hacer mejoras en su proceso productivo, una vez presentada se prosiguió a recolectar aquellos datos generados con la nueva metodología de trabajo aplicado en el taller. Cuando se empieza a recolectar los datos se pasa a realizar cálculos de los datos obtenidos en el pasar de los días, para poder procesar estos datos se hicieron uso de las herramientas propuestas en esta investigación, ellas ayudaron a conocer cómo la empresa está trabajando en estos meses.

Diagrama de análisis del proceso (DAP)

En primer lugar, se presenta el nuevo DAP, después de haber propuesto la metodología Six Sigma, en la cual se redujeron los tiempos en la fabricación de los tres productos elegidos para el estudio (fabricación de tolvas y uñas e instalación de botellas hidráulicas). (Ver anexos 32, 33 y 34).

Resultados de los indicadores de productividad después de haber propuesto la metodología Six Sigma

Para alcanzar los resultados después a la propuesta de dicha metodología, se realizó un post-test tomando como muestra 2 meses después, las cuales son los

meses de octubre y noviembre, para ello se utilizó el instrumento de recolección de datos creado para el estudio, que fue aplicada a los tres productos seleccionados (fabricación de tolvas, fabricación de uñas e instalación de botella hidráulica).

Resultados de los indicadores de productividad en tolvas

Tabla 34. *Tabla resumen de la eficacia en fabricación de tolvas después de la propuesta de la metodología Six Sigma*

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|---------|-----------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Indicador | Eficacia en tolvas | | | |
| Índice de eficacia | $\frac{Q \text{ tolvas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de tolvas programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | Total |
| Pedidos de las tolvas | entregados en la fecha pactada | Octubre | Noviembre | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| | Programados | 2 | 2 | 4 |
| | % | 50% | 100% | 75% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. (Ver anexo 35 y 38).

Cálculo de la eficacia en la fabricación de las tolvas para volquetes en los dos meses después de la propuesta del Six Sigma:

$$\frac{Q \text{ tolvas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de tolvas programados mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{1}{2} \times 100\% = 50\%$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{2}{2} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Total} = \frac{3}{4} \times 100\% = 75\%$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficacia en la fabricación de las tolvas fue un porcentaje total del 75%, después de haber dividido la cantidad total de tolvas entregados en la fecha pactada en los meses de octubre y noviembre sobre el total de pedidos de tolvas programados para los meses octubre y noviembre.

Tabla 35. Tabla resumen de la eficiencia en fabricación de tolvas después de la propuesta de la metodología Six Sigma

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|------------|------------|---------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Indicador | Eficiencia en tolvas | | | |
| Índice de eficiencia | $\frac{\text{HHR en tolvas mes}}{\text{HHP en tolvas mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | |
| Horas Hombre | Reales | Octubre | Noviembre | Total |
| | | 174.31 | 175.53 | |
| | Programados | 200.60 | 200.60 | 401.20 |
| | % | 87% | 88% | 87% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. (Ver anexo 35 y 41).

Cálculo de la eficiencia en la fabricación de las tolvas para volquetes en los dos meses después de la propuesta del Six Sigma:

$$\frac{\text{HHR en tolvas mes}}{\text{HHP en tolvas mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{174.31}{200.60} \times 100\% = 87\%$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{175.53}{200.60} \times 100\% = 88\%$$

$$\text{Total de meses} = \frac{349.84}{401.20} \times 100\% = 87\%$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficiencia en la fabricación de tolvas fue un porcentaje total del 87%, después de haber dividido las horas hombre reales en la fabricación de las tolvas en los meses octubre y noviembre sobre las horas hombre programados en la fabricación de las tolvas para los meses mencionados.

Tabla 36. Productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en la fabricación de las tolvas para volquetes

| Eficacia (post-test) | Eficiencia (post-test) | Productividad (post-test) |
|----------------------|------------------------|---------------------------|
| | | $P = ExEf$ |

| | | |
|-----|-----|-----|
| 75% | 87% | 65% |
|-----|-----|-----|

Fuente: Elaboración propia

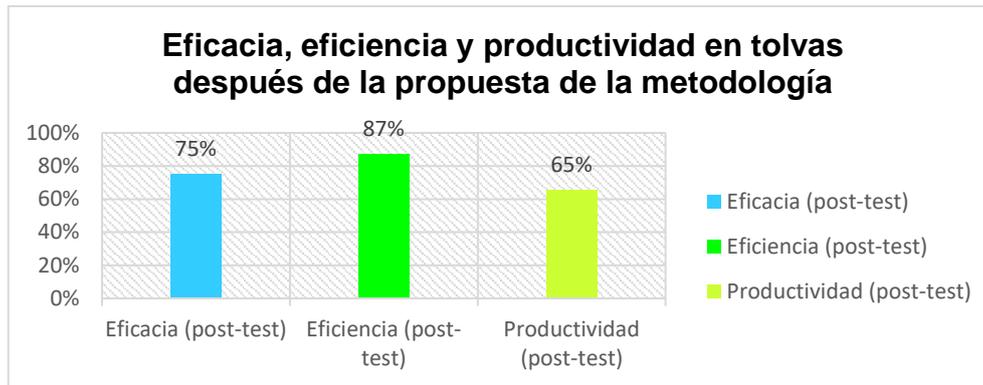


Figura 19. Eficacia, eficiencia y productividad en fabricación de tolvas después de la propuesta de la metodología.

Interpretación: Después de la recolección de datos, se realizó el cálculo correspondiente, tal como se precisa en la figura 19, se muestran los indicadores de la productividad, los cuales son la eficacia y eficiencia; el porcentaje total de la eficacia en la fabricación de las tolvas en los meses de octubre y noviembre fueron de 75%, con respecto a la eficiencia, se apreció que el porcentaje total fue de 87%. A consecuencia de ello, se obtuvo una productividad general de 65% con respecto a las tolvas.

Resultados de los indicadores de productividad en uñas

Tabla 37. Tabla resumen de la eficacia en fabricación de uñas después de la propuesta de la metodología Six Sigma

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|---------|-----------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | |
| Indicador | Eficacia en uñas | | | |
| Índice de eficacia | $\frac{Q \text{ uñas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de uñas programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | |
| Pedidos de las uñas | entregados en la fecha pactada | Octubre | Noviembre | Total |
| | | 19 | 23 | 42 |
| | Programados | 20 | 24 | 44 |
| | % | 95% | 96% | 95% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya.

(Ver anexo 36 y 39).

Cálculo de la eficacia en la fabricación de las uñas para retroexcavadora en los dos meses después de la propuesta del Six Sigma:

$$\frac{\text{Q uñas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de uñas programados mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{19}{20} \times 100\% = 95\%$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{23}{24} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Total de meses} = \frac{42}{44} \times 100\% = \mathbf{95\%}$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficacia en la fabricación de uñas es un porcentaje total del 95%, después de haber dividido la cantidad total de uñas entregados en la fecha pactada en los meses octubre y noviembre sobre el total de pedidos de uñas programados para los meses octubre y noviembre.

Tabla 38. *Tabla resumen de la eficiencia en fabricación de uñas después de la propuesta de la metodología Six Sigma*

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|------------|------------|---------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | |
| Indicador | Eficiencia en uñas | | | |
| Índice de eficiencia | $\frac{\text{HHR en uñas mes}}{\text{HHP en uñas mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | |
| Horas Hombre | Reales | Octubre | Noviembre | Total |
| | | 104.50 | 130.13 | 234.63 |
| | Programados | 120.00 | 144.00 | 264.00 |
| | % | 87% | 90% | 89% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. (Ver anexo 36 y 42).

Cálculo de la eficiencia en la fabricación de las uñas para retroexcavadora en los dos meses después de la propuesta de Six Sigma:

$$\frac{\text{HHR en uñas mes}}{\text{HHP en uñas mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{104.50}{120} \times 100\% = 87\%$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{130.13}{144} \times 100\% = 90\%$$

$$\text{Total de meses} = \frac{234.63}{264} \times 100\% = 89\%$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficiencia en la fabricación de las uñas fue un porcentaje total del 89%, después de haber dividido las horas hombre reales en la fabricación de las uñas en los meses de octubre y noviembre sobre las horas hombre programados en la fabricación de las uñas para los meses mencionados en líneas anteriores.

Tabla 39. Productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en la fabricación de las uñas para retroexcavadora.

| Eficacia (post-test) | Eficiencia (post-test) | Productividad (post-test) |
|----------------------|------------------------|---------------------------|
| | | $P = E \times E_f$ |
| 95% | 89% | 85% |

Fuente: Elaboración propia

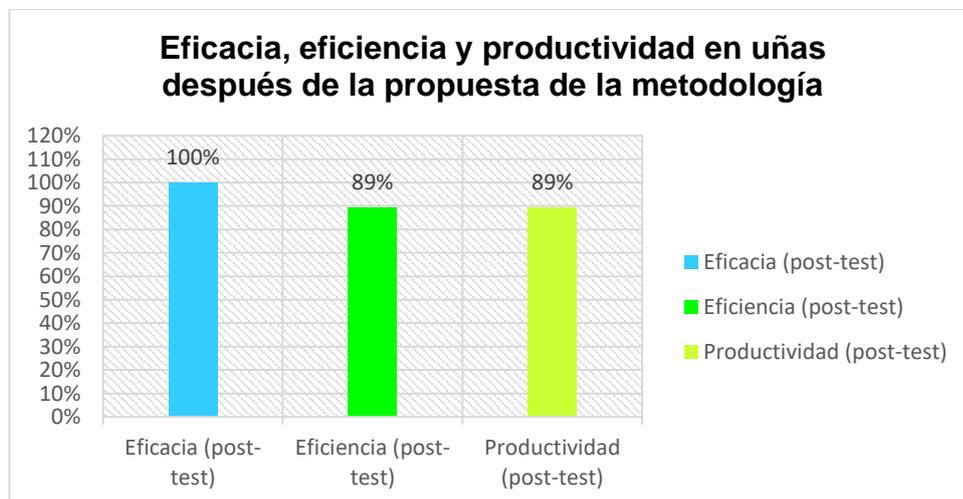


Figura 20. Eficacia, eficiencia y productividad en fabricación de uñas después de la propuesta de la metodología.

Interpretación: Posterior a la recolección de datos, se realizó el cálculo correspondiente, como se puede observar en la figura 20, se muestran los indicadores de la productividad, los cuales son la eficacia y eficiencia; el porcentaje

total de la eficacia en la fabricación de las uñas de los meses octubre y noviembre fue de 95%, en relación a la eficiencia, se notó que el porcentaje total fue de 89%. En ese sentido, se obtuvo una productividad de 85% en la ejecución de las uñas.

Resultados de los indicadores de productividad en botellas hidráulicas

Tabla 40. Eficacia en instalación de botellas hidráulicas después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|-------------------------------------|--|---------|-----------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | |
| Indicador | Eficacia en botellas hidráulicas | | | |
| Índice de eficacia | $\frac{Q \text{ botella hidráulica entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de botella hidráulica programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| | Meses | | | Total |
| Pedidos de las botellas hidráulicas | entregados en la fecha pactada | Octubre | Noviembre | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| | Programados | 1 | 2 | 3 |
| | % | 100% | 100% | 100% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya. (Ver anexo 37 y 40).

Cálculo de la eficacia en la instalación de la botella hidráulica para volquetes en los dos meses después de la propuesta del Six Sigma:

$$\frac{Q \text{ botella hidráulica entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de botella hidráulica programados mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{1}{1} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{2}{2} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Total} = \frac{3}{3} \times 100\% = 100\%$$

Respuesta: El resultado obtenido para el indicador eficacia en la instalación de la botella hidráulica fue un porcentaje total del 100%, después de haber dividido la cantidad total de botellas hidráulicas entregados en la fecha pactada en los meses octubre y noviembre sobre el total de pedidos de botellas hidráulicas programados para los meses octubre y noviembre.

Tabla 41. Eficiencia en instalación de botellas hidráulicas después de la propuesta de la metodología Six Sigma

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|------------|------------|--------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Instalación de botella hidráulica para volquetes | | | |
| Indicador | Eficiencia en botellas hidráulicas | | | |
| Índice de eficiencia | $\frac{\text{HHR en botellas hidráulicas mes}}{\text{HHP en botellas hidráulicas mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | |
| Horas Hombre | Reales | Octubre | Noviembre | Total |
| | | 14.79 | 28.88 | 43.66 |
| | Programados | 16.70 | 33.40 | 50.10 |
| | % | 89% | 86% | 87% |

Fuente: Base de datos de la metalmecánica Técnicos Industriales Chaya (Ver anexo 37 y 43).

Cálculo de la eficiencia en la instalación de la botella hidráulica para volquetes en los dos meses después de la propuesta del Six Sigma:

$$\frac{\text{HHR en botellas hidráulicas mes}}{\text{HHP en botellas hidráulicas mes}} \times 100\%$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{14.79}{16.70} \times 100\% = 89\%$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{28.88}{33.40} \times 100\% = 86\%$$

$$\text{Total} = \frac{43.66}{50.10} \times 100\% = \mathbf{87\%}$$

Respuesta: El resultado obtenido para la eficiencia en la instalación de botella hidráulica fue un porcentaje total del 87%, después de haber dividido las horas hombre reales en la instalación de la botella hidráulica en los meses octubre y noviembre sobre las horas hombre programados en la instalación de la botella hidráulica para los meses mencionados.

Tabla 42. Productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en la instalación de la botella hidráulica para volquetes

| | | |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Eficacia (post-test) | Eficiencia (post-test) | Productividad (post-test) |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|

| | | |
|------|-----|-------------------|
| | | $P = E \times Ef$ |
| 100% | 87% | 87% |

Fuente: Elaboración propia

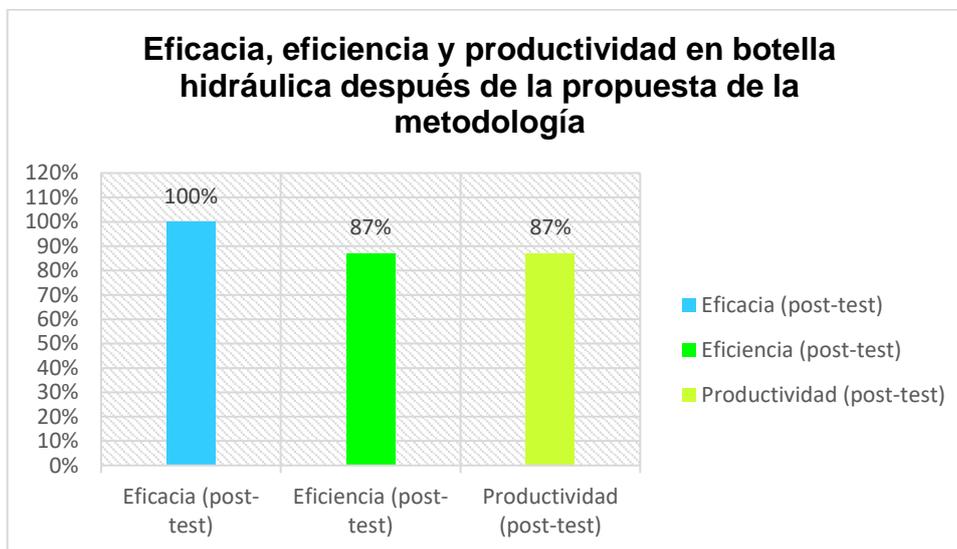


Figura 21. Eficacia, eficiencia y productividad en instalación de botella hidráulica después de la propuesta de la metodología.

Interpretación: Luego de haber realizado la recolección de datos, se hizo el cálculo correspondiente, como se muestra en la figura 21 los indicadores de la productividad, los cuales son la eficacia y eficiencia; el porcentaje total de la eficacia en la instalación de las botellas hidráulicas de los meses de octubre y noviembre fue de 100%, en cuanto a la eficiencia, se notó que el porcentaje total fue de 87%. Por tal motivo, se obtuvo una productividad de 87% en la instalación de botella hidráulica.

Resultados de la productividad de la mano de obra después de haber propuesto la metodología Six Sigma

Resultado de la productividad de la mano de obra en tolvas

Tabla 43. Productividad de la mano de obra de tolvas mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | |
|---------------------------------|---|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes |
| Indicador | Productividad horas hombre en fabricación de tolvas |

| Índice | $\frac{Q \text{ tolvas mes}}{HHU \text{ mes}}$ | | |
|----------------------------------|--|-----------|-------|
| | Meses | | |
| Cantidad de tolvas | Octubre | Noviembre | Total |
| | 2 | 2 | 4 |
| Horas Hombre utilizados | 210.30 | 200.60 | 410.9 |
| Productividad de la mano de obra | 0.010 | 0.010 | 0.010 |

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la productividad de mano de obra en la elaboración de las tolvas

Dato: El número de tolvas para los meses de octubre y noviembre se ha extraído de la tabla 34 y las horas hombre utilizados de la tabla 35.

$$\frac{Q \text{ tolvas mes}}{HHU \text{ mes}}$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{2}{210.30} = 0.010$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{2}{200.60} = 0.010$$

$$\text{Total} = \frac{2}{245.76} = \mathbf{0.010}$$

Interpretación: En la tabla 43, se observa que la productividad de la mano de obra de los meses de octubre y noviembre fue de 0.010 tolvas/h-h, por lo que se interpreta que por cada hora hombre utilizada en los dos meses posterior a la propuesta de la metodología en la zona de taller se fabricó 0.010 tolvas por horas hombre.

Productividad del costo de mano de obra en tolvas

Tabla 44. Productividad del costo de mano de obra en tolvas mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|---------------------------------|---|-------------|---------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Indicador | Productividad del costo de mano de obra en tolvas | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ tolvas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | | |
| Meses | | | |
| Cantidad de tolvas | Octubre | Noviembre | Total |
| | 2 | 2 | 4 |
| Costo de mano de obra (S/) | S/ 5,520.38 | S/ 5,265.75 | S/ 10,786.13 |

| | | | |
|---|--------|--------|---------------|
| Productividad del costo de mano de obra | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 |
|---|--------|--------|---------------|

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 44).

Cálculo de la productividad del costo de mano de obra en la elaboración de las tolvas.

$$\frac{Q \text{ tolvas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{2}{5520.38} = 0.0004$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{2}{5265.75} = 0.0004$$

$$\text{Total} = \frac{2}{6451.20} = \mathbf{0.0004}$$

Interpretación: De la tabla 44, se aprecia que la productividad del costo de mano de obra en fabricación de tolvas de los dos meses después de la propuesta de la metodología fue de 0.0004 tolvas/(S/), el cual indica que, por cada sol que se invirtió, se produjo 0.0004 unidades de tolvas fabricadas.

Productividad de la mano de obra en uñas

Tabla 45. Productividad de la mano de obra de uñas mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|----------------------------------|---|-----------|--------------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en fabricación de uñas | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ uñas mes}}{\text{HHU mes}}$ | | |
| Meses | | | Total |
| Cantidad de uñas | Octubre | Noviembre | |
| | 20 | 24 | 44 |
| Horas Hombre utilizados | 124 | 148 | 272 |
| Productividad de la mano de obra | 0.161 | 0.162 | 0.162 |

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la productividad de mano de obra en la elaboración de las uñas

Dato: El número de uñas de los meses de octubre y noviembre se encuentra en la tabla 37 y las horas hombre empleadas en la tabla 38.

$$\frac{Q \text{ uñas mes}}{\text{HHU mes}}$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{20}{124} = 0.161$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{24}{148} = 0.162$$

$$\text{Total} = \frac{44}{272} = \mathbf{0.162}$$

Interpretación: En la tabla 45, se observa que la productividad de la mano de obra de los meses octubre y noviembre fue de 0.162 uñas/h-h, eso significa que por cada hora hombre utilizado durante los dos meses posterior a la propuesta de la metodología en el taller se fabricaron 0.162 uñas por horas hombre.

Tabla 46. Productividad del costo de mano de obra en uñas mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|---|--|------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Indicador | Productividad del costo de mano de obra en uñas | | |
| Índice | $\frac{\text{Q uñas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | | |
| Meses | | | |
| Cantidad de uñas | Octubre | Noviembre | Total |
| | 20 | 24 | 44 |
| Costo de mano de obra (S/) | S/3,150.00 | S/3,780.00 | S/6,930.00 |
| Productividad del costo de mano de obra | 0.0063 | 0.0063 | 0.0063 |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 45).

Cálculo de la productividad del costo de mano de obra en la ejecución de uñas.

$$\frac{\text{Q uñas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{20}{3150} = 0.0063$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{24}{3780} = 0.0063$$

$$\text{Total} = \frac{44}{6930} = \mathbf{0.0063}$$

Interpretación: De la tabla 46, se aprecia que la productividad del costo de mano de obra en fabricación de uñas de los dos meses posterior de la propuesta de la

metodología fue de 0.0063 uñas/(S/), el cual indica que, por cada sol que se invirtió, se produjo 0.0063 unidades de uñas fabricadas.

Productividad de la mano de obra en botellas hidráulicas

Tabla 47. Productividad de la mano de obra de botella hidráulica mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|----------------------------------|---|-----------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de botella hidráulica para volquetes | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en instalación de botella hidráulica | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ botellas hidráulicas mes}}{\text{HHU mes}}$ | | |
| | Meses | | Total |
| Cantidad de botellas hidráulicas | Octubre | Noviembre | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Horas Hombre utilizados | 16.70 | 33.40 | 50.1 |
| Productividad de la mano de obra | 0.060 | 0.060 | 0.060 |

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la productividad de mano de obra en la instalación de la botella hidráulica.

Dato: El número total de botella hidráulica de los meses de julio y agosto se encuentra en la tabla 40 y las horas hombre utilizados en la tabla 41.

$$\frac{Q \text{ botellas hidráulicas mes}}{\text{HHU mes}}$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{1}{16.70} = 0.060$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{2}{33.40} = 0.060$$

$$\text{Total} = \frac{3}{50.1} = 0.060$$

Interpretación: En la tabla 47, se observa que la productividad de la mano de obra de los meses de octubre y noviembre fue de 0.060 botellas hidráulicas /h-h, eso quiere decir que por cada hora hombre usada en los dos meses posterior de la propuesta de la metodología en el taller se ha instalado 0.060 botellas hidráulicas por horas hombre.

Tabla 48. Productividad del costo de mano de obra en botella hidráulica mes

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|---|---|-----------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de botella hidráulica para volquetes | | |
| Indicador | Productividad del costo de mano de obra en botella hidráulica | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ botellas hidráulicas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | | |
| Meses | | | |
| Cantidad de botellas hidráulicas | Octubre | Noviembre | Total |
| | 1 | 2 | 3 |
| Costo de mano de obra (S/) | S/438.38 | S/876.75 | S/1,315.13 |
| Productividad del costo de mano de obra | 0.0023 | 0.0023 | 0.0023 |

Fuente: Elaboración propia (ver anexo 46).

Cálculo de la productividad del costo de mano de obra en el instalado de botellas hidráulicas

$$\frac{Q \text{ botella hidráulica mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$$

$$\text{Mes de octubre} = \frac{1}{438.38} = 0.0023$$

$$\text{Mes de noviembre} = \frac{2}{876.75} = 0.0023$$

$$\text{Total} = \frac{3}{1315.13} = \mathbf{0.0023}$$

Interpretación: De la tabla 48, se aprecia que la productividad del costo de mano de obra en cuanto a la instalación de botella hidráulica de los dos meses después de la propuesta de la metodología fue de 0.0023 botellas hidráulicas/(S/), el cual indica que, por cada sol que se invirtió, se produjo 0.0023 unidades de botellas hidráulicas instaladas.

Respuesta al objetivo específico 3

Durante los dos meses subsiguiente a la propuesta del Six Sigma la nueva productividad de la mano de obra de tolvas fue de 0.010 tolvas/h-h, de uñas fue de 0.167 uñas/h-h y de botellas hidráulicas fue de 0.060 botellas hidráulicas/h-h; la productividad del costo de mano de obra de tolvas fue de 0.0004 tolvas/(S/), de

uñas fue de 0.0063 uñas/(S/) y de botellas hidráulicas fue de 0.0023 botellas hidráulicas/(S/). También se obtuvo la nueva eficacia y eficiencia después de la propuesta de la metodología en tolvas fue de 75% y 87% respectivamente, en uñas fue de 95% y 89% correspondientemente y en botellas hidráulicas fue de 100% y 87% respectivamente; por lo que la productividad general obtenida en tolvas para volquetes, uñas para retroexcavadoras y botellas hidráulicas para volquetes fue de 65%, 85% y 87% en ese orden.

4.4. Resultados del objetivo específico 4

Comparar la productividad del antes y después de la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.

Comparación de la productividad antes y después de la propuesta

Con los datos desarrollados, se presenta una comparación de la eficacia, eficiencia y de la productividad del antes y después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

Fabricación de tolvas para volquetes

Tabla 49. Eficacia en fabricación de tolvas (pre-test y post-test).

| Fabricación de tolvas | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|
| Eficacia (pre-test) | Eficacia (post-test) | % de incremento |
| 50% | 75% | 25% |

Fuente: Figura 1 y 19

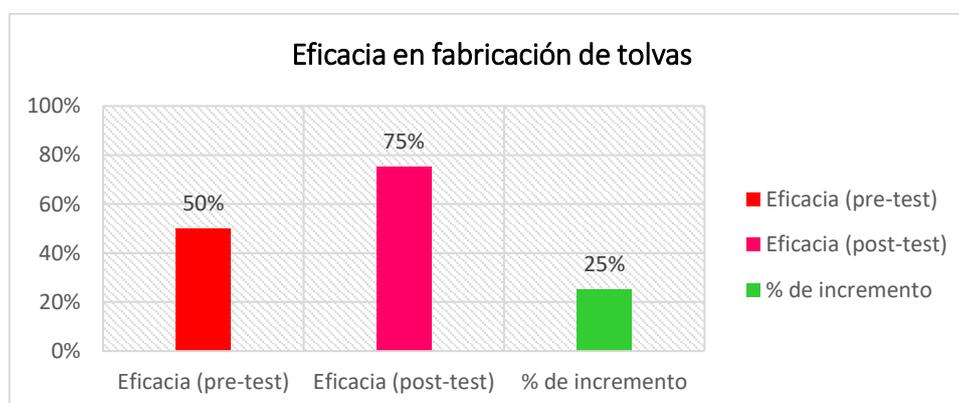


Figura 22. Eficacia en tolvas (pre-test y post-test).

Interpretación: En la figura 22, se observa que la eficacia en cuanto a las tolvas antes de la propuesta fue de 50% y después de ello fue de 75%, con un incremento de 25%.

Tabla 50. Eficiencia en fabricación de tolvas (pre-test y post-test).

| Fabricación de tolvas | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------|
| Eficiencia (pre-test) | Eficiencia (post-test) | % de incremento |
| 75% | 87% | 12% |

Fuente: Figura 1 y 19

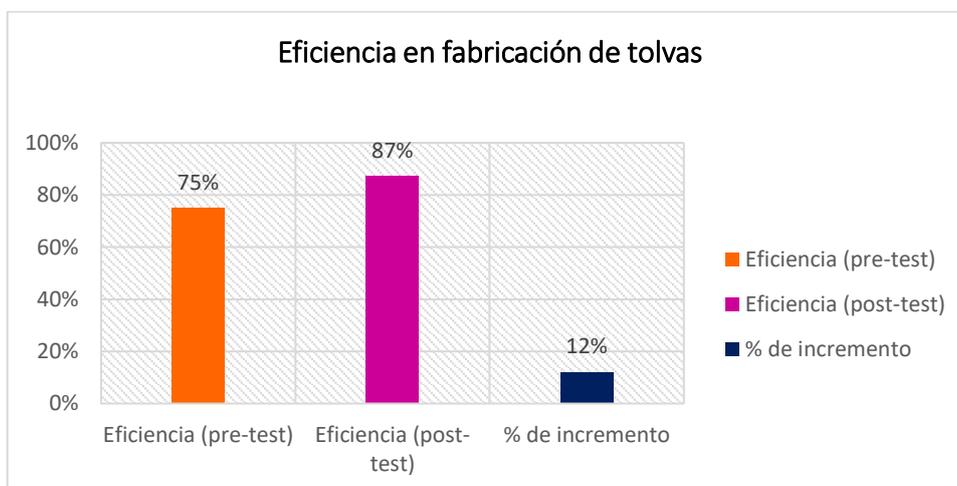


Figura 23. Eficiencia en tolvas (pre-test y post-test).

Interpretación: En la figura 23, se aprecia que la eficiencia en las tolvas en el tiempo de diagnóstico fue de 75% y después de ello fue de 87%, con un incremento de 12%.

Tabla 51. Productividad en fabricación de tolvas (pre-test y post-test).

| Fabricación de tolvas | | |
|--------------------------|---------------------------|-----------------|
| Productividad (pre-test) | Productividad (post-test) | % de incremento |
| 39% | 65% | 26% |

Fuente: Figura 1 y 19

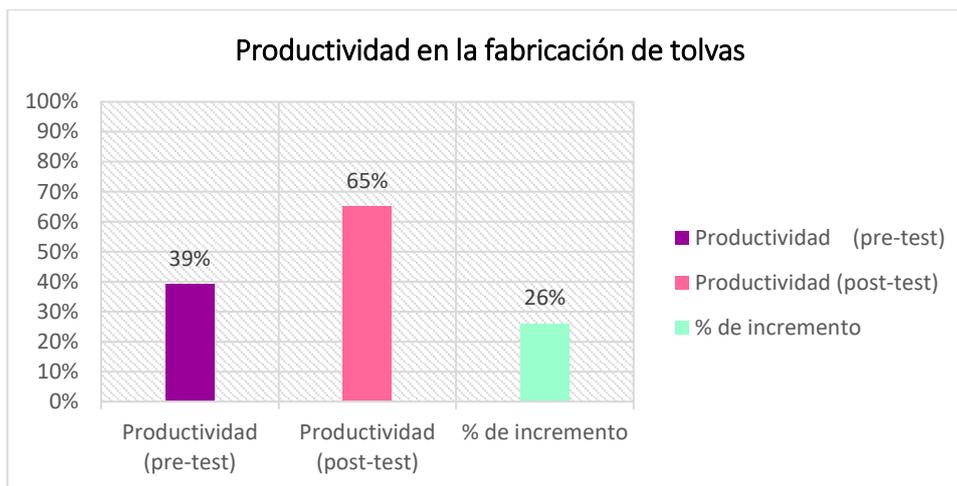


Figura 24. Productividad en tolvas (pre-test y post-test).

Interpretación: En la figura 24, se aprecia que la productividad en las tolvas en el tiempo de diagnóstico fue de 39% y después de ello fue de 65%, con un incremento de 26%.

Fabricación de uñas para retroexcavadora

Tabla 52. Eficacia en fabricación de uñas (pre-test y post-test).

| Fabricación de uñas | | |
|---------------------|----------------------|-----------------|
| Eficacia (pre-test) | Eficacia (post-test) | % de incremento |
| 79% | 95% | 16% |

Fuente: Figura 2 y 20

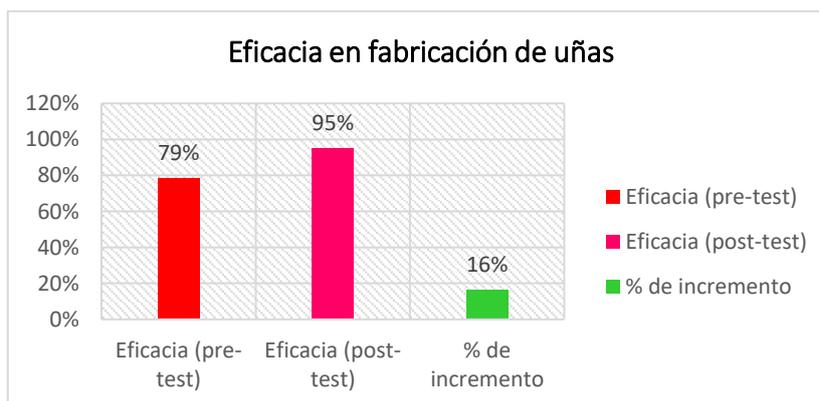


Figura 25. Eficacia en uñas (pre-test y post-test).

Interpretación: En la figura 25, se observa que la eficacia en cuanto a las uñas antes de la propuesta fue de 79% y después de ello fue de 95%, con un incremento de 16%.

Tabla 53. Eficiencia en fabricación de uñas (pre-test y post-test).

| Fabricación de uñas | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------|
| Eficiencia (pre-test) | Eficiencia (post-test) | % de incremento |
| 80% | 89% | 9% |

Fuente: Figura 2 y 5

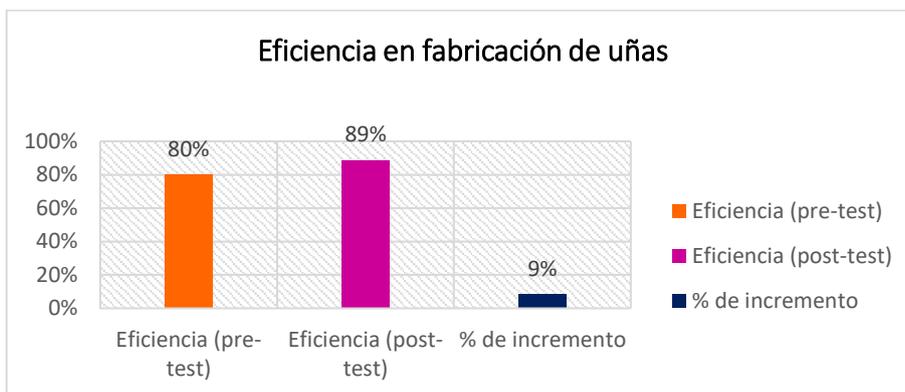


Figura 26. Eficiencia en uñas (pre-test y post-test).

Interpretación. En la figura 26, se aprecia que la eficiencia en las uñas en el tiempo de diagnóstico fue de 80% y después de ello fue de 89%, con un incremento de 9%.

Tabla 54. Productividad en fabricación de uñas (pre-test y post-test).

| Fabricación de uñas | | |
|--------------------------|---------------------------|-----------------|
| Productividad (pre-test) | Productividad (post-test) | % de incremento |
| 63% | 85% | 22% |

Fuente: Figura 2 y 20

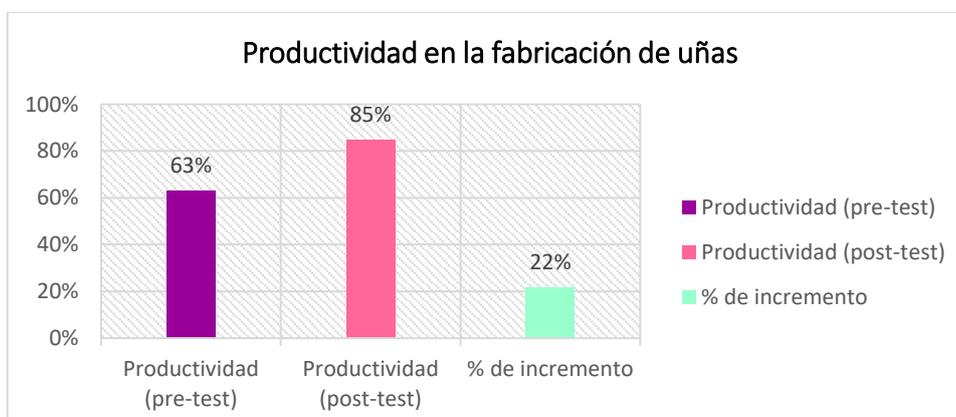


Figura 27. Productividad en uñas (pre-test y post-test).

Interpretación. En la figura 27, se aprecia que la productividad en las uñas en el tiempo de diagnóstico fue de 63% y después de ello fue de 85%, con un incremento de 22%.

Instalación de botellas hidráulicas para volquetes

Tabla 55. Eficacia en instalación de botellas hidráulicas (pre-test y post-test).

| Instalación de botellas hidráulicas | | |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------|
| Eficacia (pre-test) | Eficacia (post-test) | % de incremento |
| 33% | 100% | 67% |

Fuente: Figura 3 y 6

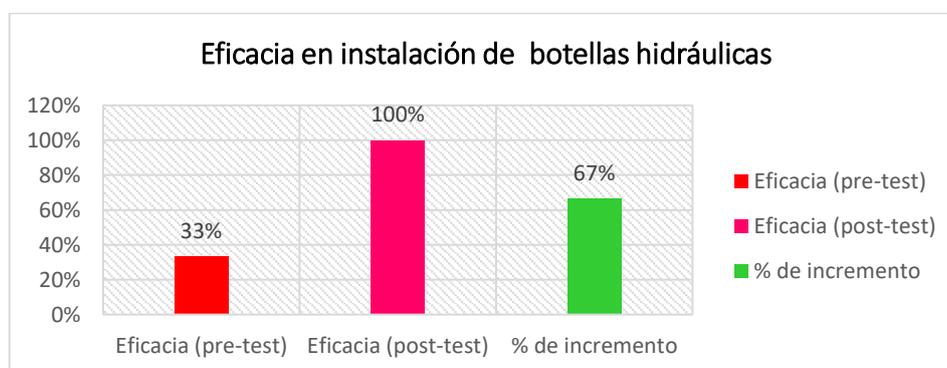


Figura 28. Eficacia en botellas hidráulicas (pre-test y post-test).

Interpretación. En la figura 28, se observa que la eficacia en cuanto a las botellas hidráulicas antes de la propuesta fue de 33% y después de ello fue de 100%, con un incremento de 67%.

Tabla 56. Eficiencia en instalación de botellas hidráulicas (pre-test y post-test).

| Instalación de botellas hidráulicas | | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------|
| Eficiencia (pre-test) | Eficiencia (post-test) | % de incremento |
| 81% | 87% | 6% |

Fuente: Figura 3 y 6

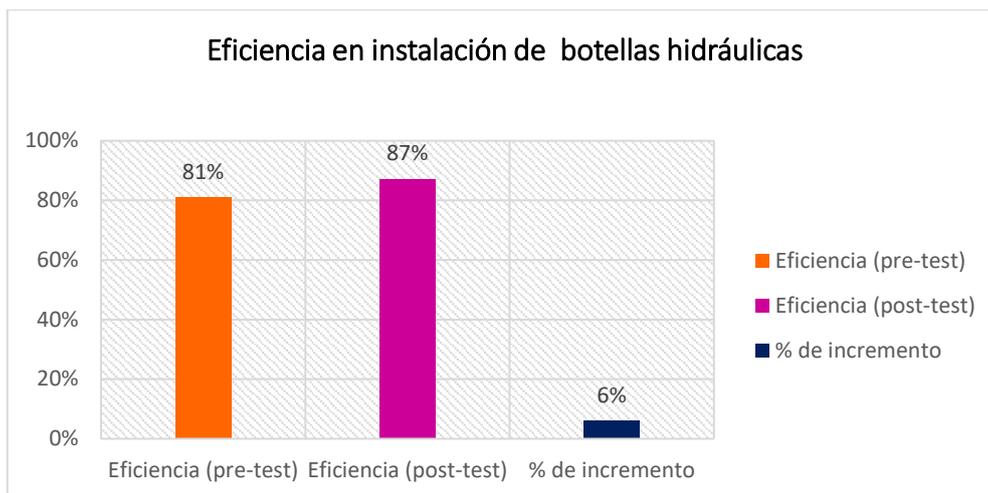


Figura 29. Eficiencia en botellas hidráulicas (pre-test y post-test).

Interpretación. En la figura 29, se aprecia que la eficiencia en las botellas hidráulicas en el tiempo de diagnóstico fue de 81% y después de ello fue de 87%, con un incremento de 6%.

Tabla 57. Productividad en instalación de botellas hidráulicas (pre-test y post-test).

| Instalación de botellas hidráulicas | | |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| Productividad (pre-test) | Productividad (post-test) | % de incremento |
| 27% | 87% | 60% |

Fuente: Figura 3 y 21

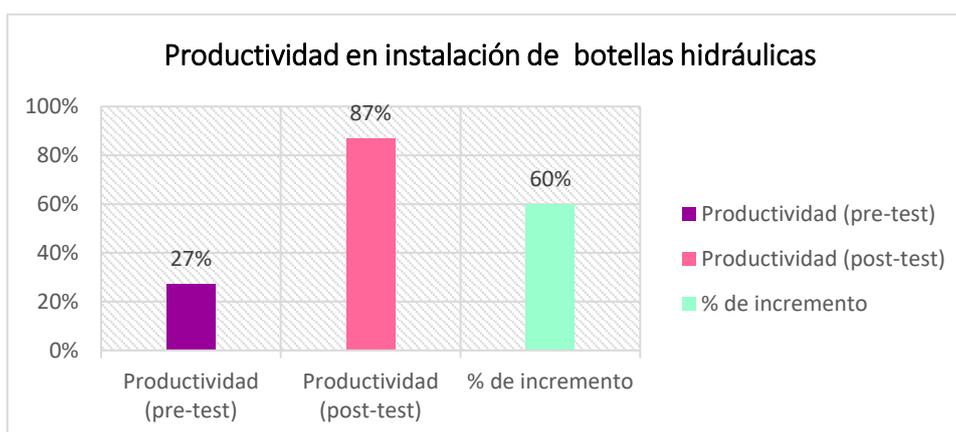


Figura 30. Productividad en botellas hidráulicas (pre-test y post-test).

Interpretación. En la figura 30, se aprecia que la productividad en las botellas hidráulicas en el tiempo de diagnóstico fue de 27% y después de ello fue de 87%, con un incremento de 60%.

Comparación de la productividad de la mano de obra

Fabricación de tolvas para volquetes

Para poder comparar las productividades de mano de obra en fabricación de tolvas, se tomó los promedios generales de los dos meses antes y después de la propuesta.

Tabla 58. Productividad de mano de obra en fabricación de tolvas para volquetes (pre-test y post-test).

| Fabricación de tolvas | | |
|---|--|-----------------|
| Productividad de la mano de obra (pre-test) | Productividad de la mano de obra (post-test) | % de incremento |
| 0.008 | 0.010 | 25% |

Fuente: Tabla 13 y 43

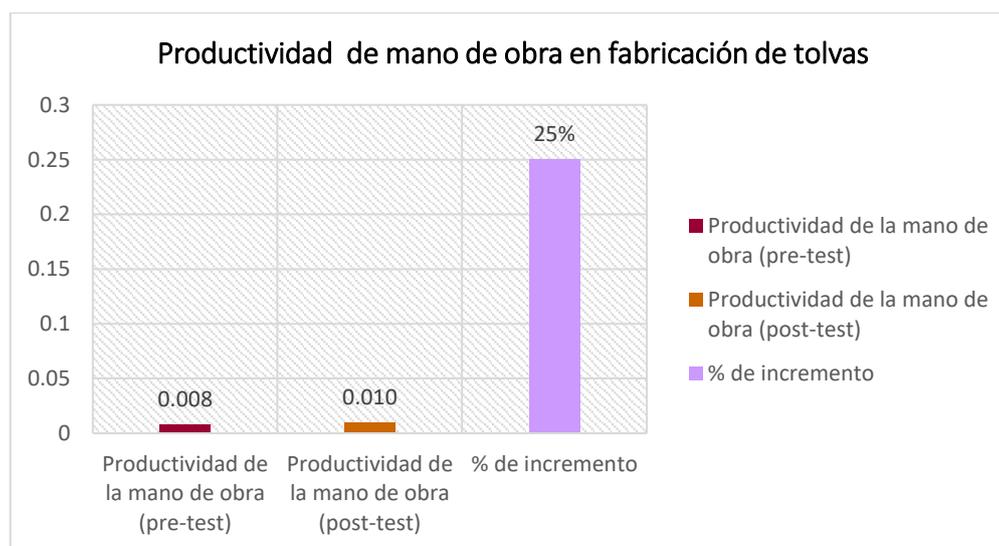


Figura 31. Productividad de mano de obra en tolvas (pre-test y post-test).

Interpretación: Como se muestra en la figura 31, la mano de obra en la fabricación de tolvas tuvo un incremento del 25%, es decir, la productividad de mano de obra pasó de 0.008 tolvas/h-h antes, a 0.010 tolvas/h-h posterior a la propuesta.

Fabricación de uñas para retroexcavadora

Tabla 59. Productividad de mano de obra en fabricación de uñas para retroexcavadora (pre-test y post-test).

| Fabricación de uñas | | |
|---|--|-----------------|
| Productividad de la mano de obra (pre-test) | Productividad de la mano de obra (post-test) | % de incremento |
| 0.103 | 0.162 | 57% |

Fuente: Tabla 15 y 45

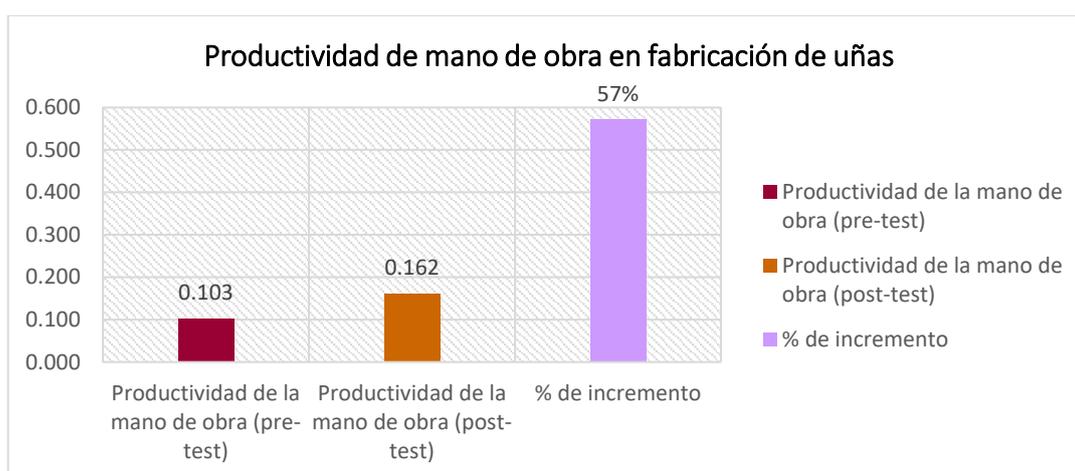


Figura 32. Productividad de mano de obra en uñas (pre-test y post-test).

Interpretación: Como se muestra en la figura 32, la mano de obra en la fabricación de tolvas tuvo un incremento del 57%, es decir, la productividad de mano de obra pasó de 0.103 uñas/h-h antes, a 0.162 uñas/h-h subsiguiente a la propuesta.

Instalación de botellas hidráulicas para volquetes

Tabla 60. Productividad de mano de obra en instalación de botellas hidráulicas para volquetes (pre-test y post-test).

| Instalación de botellas hidráulicas | | |
|---|--|-----------------|
| Productividad de la mano de obra (pre-test) | Productividad de la mano de obra (post-test) | % de incremento |
| 0.036 | 0.060 | 67% |

Fuente: Tabla 17 y 47

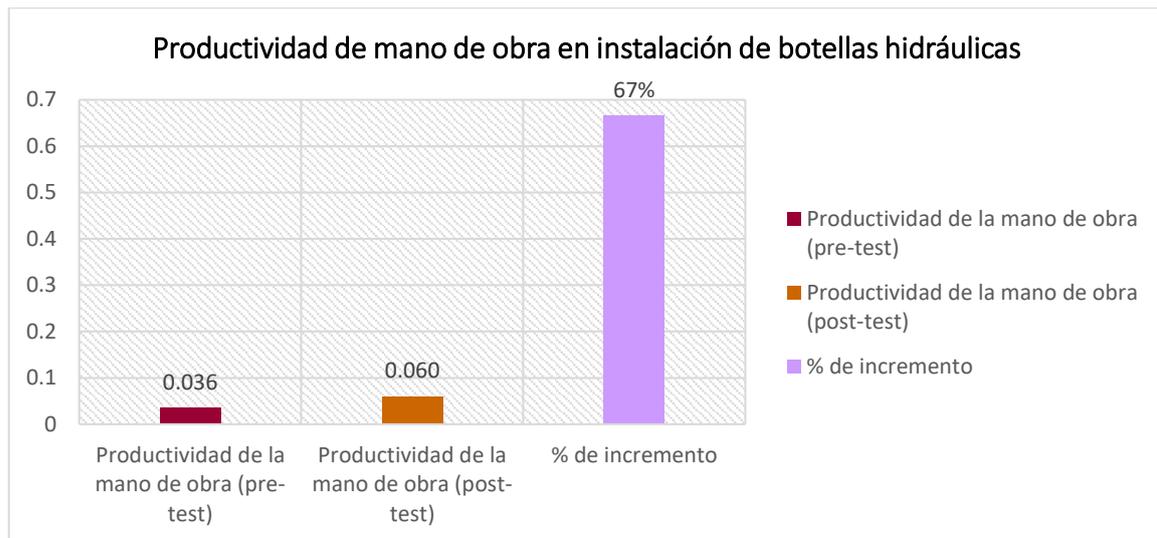


Figura 33. Productividad de mano de obra en botellas hidráulicas (pre-test y post-test).

Interpretación: Como se muestra en la figura 33, la mano de obra en la instalación de botellas hidráulicas tuvo un incremento del 67%, es decir, la productividad de mano de obra pasó de 0.036 botellas hidráulica/h-h antes, a 0.060 botellas hidráulicas/h-h subsiguiente a la propuesta.

Respuesta al objetivo específico 4.

Una vez realizado las comparaciones, la productividad en la elaboración de tolvas presentó una mejora de 39% a 65% (con un incremento de 26%), en uñas presentó una mejora de 63% a 85% (con un incremento de 22%), en botellas hidráulicas de 27% a 87% (con un incremento de 60%), además se observó que hubo mejoras en la productividad de la mano de obra de 0.008 tolvas/h-h hasta 0.010 tolvas/h-h (con una mejora de 25%), en uñas de 0.103 uñas/h-h hasta 0.162 uñas/h-h (con una mejora de 57%) y en botellas hidráulicas de 0.036 botellas hidráulicas/h-h hasta 0.060 botellas hidráulicas/h-h (con una mejora de 67%).

4.5. Resultados del objetivo general

Determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.

De acuerdo al objetivo general planteado, se logró como resultado que la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación de la empresa en estudio,

mejoró significativamente la productividad, representada en los tres productos de estudio, de los cuales fueron: ejecución de tolvas, teniendo una mejora de 39% hasta 65%, con un aumento de 26%; del mismo modo, en la fabricación de uñas, obteniendo mejoras de 63% a 85%, con un aumento de 22%; y finalmente en la instalación de botellas hidráulicas, obteniendo mejoras de 27% a 87%, con un aumento de 60% . Dicha mejora también se evidenció en la productividad de la mano de obra respecto a los servicios de fabricación de tolvas, uñas e instalado de botellas hidráulicas, obteniendo mejoras de 0.008 tolvas/h-h a 0.010 tolvas/h-h, con un incremento de 25%; de 0.103 uñas/h-h a 0.162 uñas/h-h, con un incremento de 57% y de 0.036 botellas hidráulicas/h-h a 0.060 botellas hidráulicas/h-h; con un incremento de 67%.

V. DISCUSIÓN

En relación a los antecedentes

Con lo que se menciona en la investigación antecedente de Burawat (2019), en el cual concluyó que la metodología Six Sigma contribuyó en la mejora de la eficacia de 91% a 93%, la eficiencia mejoró de 94% a 98% y la productividad de 96% a 99%, siendo un resultado favorable para la empresa, logrando así la disminución de demoras del transporte y tiempos de espera; estos resultados concuerdan ligeramente con los de la presente investigación, ya que al emplear la metodología Six Sigma la eficacia en tolvas mejoró de 50% a 75%, la eficiencia incrementó de 75% a 87% y la productividad de 39% a 65%; la eficacia en uñas de 79% a 95%, la eficiencia de 80% a 89% y la productividad de 63% a 85% y finalmente, la eficacia en botella hidráulica de 33% a 100%, la eficiencia de 81% a 87% y la productividad de 27% a 87%.

En relación a la investigación antecedente de Pereda (2018), el resultado obtenido para la productividad fue muy favorable, ya que hubo un incremento de 72.4% a 82.7%, consiguiendo así resultados muy buenos para la organización; por lo que se asemeja a esta investigación, ya que la productividad en tolvas incrementó de 39% a 65%, en uñas de 63% hasta 85% y en instalación de botella hidráulica de 27% a 87%. Esto demuestra que el uso de Six Sigma logró alcanzar resultados positivos en ambas empresas, con la disminución de las fallas en el proceso de elaboración de los productos.

Con referencia a la investigación de Romero (2017) y la presente investigación en cuanto a la aplicación de la metodología, ambas concluyeron que el Six Sigma al ser aplicada en una organización logra aumentar la productividad, dado que en el primero la productividad en la elaboración de ladrillos mejoró en un 15.7% y en el segundo la productividad aumentó en 26% en la fabricación de tolvas para volquetes, en 22% en uñas para retroexcavadoras y en un 60% en la instalación de botella hidráulica para volquetes.

Referente a la investigación antecedente de Calderón (2020), concluyó que con la aplicación del Six Sigma mejoró la productividad de 90% hasta 96% al reducir las horas hombre y tiempos improductivos en la producción de plásticos, por lo que se

concuenda con los resultados conseguidos en la presente investigación, pues con la propuesta de metodología Six Sigma la productividad en tolvas incrementó de 39% a 65%, en uñas de 63% hasta 85% y en instalación de botella hidráulica de 27% a 87%. Por ello se puede decir que ambas organizaciones pudieron mejorar la productividad después de haber empleado la misma metodología.

Con respecto a la investigación antecedente de Cruz (2016), concluyó que por medio del Six Sigma obtuvo como resultado una mejora de productividad en 5.93%, siendo esta de 45.78% a 51.71%; en cuanto a esta investigación, se logró incrementar la productividad en la elaboración de tolvas en un 26%, de 39% a 65%; también en uñas en un 22%, de 63% hasta 85% y, por último, en instalación de botella hidráulica en un 60%, de 27% hasta 87%. Con eso se demuestra que la utilización del Six Sigma en ambas investigaciones fue de gran ayuda, pues al reducir los despilfarros encontrados en la fábrica de conservas de Guayaquil, Colombia y en la metalmecánica de Huaraz, Perú se incrementó la productividad.

Tomando como comparación a la investigación antecedente Vigilio y Loyola (2018), determinaron que con una propuesta adecuada del Six Sigma en la línea de soldadura hubo una mejora de la productividad en 12.47%, ya que disminuyeron los reprocesos en el soldado de válvulas, por eso esta investigación tiene cierta similitud con la anterior, debido a que con el uso de la misma metodología la productividad en tolvas aumentó en un 26%, en uñas en un 22% y en un 60% con respecto botella hidráulica. Si bien es cierto las dos empresas utilizaron el Six Sigma, pero se diferencia en que en la primera fue producción continua y en la segunda bajo requerimiento de los clientes.

La investigación de Aguilar (2018), obtuvo parecidas conclusiones en comparación a esta investigación, dado que ambos concluyeron que el Six sigma sí ayuda en el incremento de la eficacia. Aguilar logró aumentar la eficacia de 96.29% al 99.41%, incrementando en un 3.12% y en esta investigación la eficacia en tolvas mejoró de 50% a 75%, aumentando en 25%; en uñas de 79% a 95%, incrementando en un 16% y la eficacia en botella hidráulica de 33% a 100%, mejorando en un 67%. Las dos investigaciones llegaron a similares conclusiones, pues utilizaron la herramienta DMAIC con fin de mejorar la eficacia, asegurando el correcto

funcionamiento de la producción, por lo que aminoraron los defectos y así los productos se ejecutaron en el tiempo estimado.

Respecto a la investigación antecedente de (Moreno, 2017) y la presente investigación obtuvieron resultados parecidas, a pesar de que la metodología utilizada no fue la misma, en relación a la eficacia alcanzó un aumento de 71% a 99% y en la actual investigación la eficacia aumentó en los servicios de fabricación de uñas, tolvas e instalación de botella hidráulica de 50% a 75%, de 79% a 95% y de 33% a 100% respectivamente. Ciertamente ambos coinciden en concluir que el Six Sigma aumenta la productividad, pero se diferencia en que aplicaron otras herramientas para obtener los resultados.

En relación a la investigación antecedente de Aulia, et al. (2020), se puede evidenciar que tuvo resultados semejantes que al de la presente investigación, pues al emplear el Six Sigma lograron incrementar la eficiencia en la elaboración de paletas en un 6.33%, siendo esta de 64.40% a 70.73%, mientras tanto en la presente investigación la eficiencia tuvo una mejora en 12% en fabricación de tolvas, de 75% a 87%; en un 9% en uñas, de 80% a 89% y en un 6% en instalación de botella hidráulica, de 81% a 87%. La diferencia del porcentaje de eficiencia en estas investigaciones se debió a que la línea de producción fue variada, pues el primero pertenece a una industria de paletas de madera y la segunda fue de una metalmecánica.

En correspondencia a la investigación antecedente de Pérez y García (2014), concluyeron que la aplicación del Six Sigma permitió mejorar la eficiencia en el proceso de envasado de licores en un 33%, mientras que en la presente investigación después de que se haya propuesto el Six Sigma la eficiencia aumentó en 12% en fabricación de tolvas, en un 9% en uñas y en un 6% en instalación de botella hidráulica; es así que ambas investigaciones tuvieron similares resultados, ya que al aplicar correctamente el DMAIC en el procesamiento de los productos la eficiencia incrementó.

En relación al marco teórico

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se está de acuerdo con lo sostenido por Garza, González y Rodríguez (2016), puesto que la

metodología Six Sigma es una herramienta que efectivamente contribuye en la eliminación o disminución de las demoras o fallas presentadas en el proceso de un producto y realizar la entrega del producto terminado en la fecha coordinada previamente, para seguir mejorando la productividad y por supuesto la satisfacción del cliente. Por los resultados alcanzados y lo evidenciado a lo largo del desarrollo de la presente investigación se está de acuerdo con (Ishak, Siregar y Ginting, 2020), pues manifestaron que la metodología Six Sigma consigue reducir los tiempos improductivos, materiales y actividades que no aportan nada bueno, a través de sus 5 fases, el cual es conocido como DMAIC.

Los resultados obtenidos en esta investigación guardan relación con Ponce, et al. (2015), pues indicaron que el Six Sigma ayuda a reducir los gastos y logra incrementar la eficiencia, eficacia y productividad en cualquier organización. Asimismo, se concuerda con (Pérez y Rojas, 2019) dado que sostuvieron que la metodología Six Sigma es una herramienta fundamental en la disminución de los costos para mejorar la productividad, para ello es necesario el compromiso de la empresa. En base a los resultados obtenidos en esta investigación, también se está de acuerdo con (Tafernaberi, Soler y Pérez, 2016) en vista a que la metodología mencionada en líneas anteriores es una técnica que se centra en aminorar las fallas en el proceso productivo de un producto para brindar buen servicio a los clientes.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se concuerda con lo sustentado por (Gutiérrez, 2014), cuando expresa que la productividad viene a ser el cociente de los resultados que se obtuvieron, después de haber utilizado los recursos necesarios, además el incremento de este se ve cuando aumentan la eficacia y eficiencia. Del mismo modo Morales y Masis (2014, p. 45), fundamentan que para conseguir una buena productividad es imprescindible contar con ciertos factores, tales como: un buen clima laboral, motivación, sobre todo la eficacia y eficiencia.

La productividad se puede incrementar a través de distintas maneras, empleando la mano de obra, los materiales y los recursos requeridos, esto se respalda con lo sostenido por (Jaimes, Luzardo y Rojas, 2018), cuando señalan que es indispensable optimizar los recursos financieros, materiales y tecnológicos en una organización para ver su aumento. (Calvo, Pelegrín y Gil, 2018), sostienen que la

eficiencia es el logro de los objetivos propuestos, con la utilización de los recursos mínimos. Y Anaya (2016), expone que la eficacia es proponerse un objetivo y cumplir con ello. En base a los resultados que se obtuvieron en la presente investigación, se observó que con la mejora del uso de los recursos y al resolver los problemas que se veían reflejados en la producción (realizando orden de la materia prima exacta anticipadamente con el fin de no ocasionar demoras en la fabricación), se logró incrementar la eficiencia y eficacia de la empresa en estudio y, obviamente se incrementó la productividad. Este hecho se evidenció con el resultado conseguido en la investigación.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión General

La propuesta de la metodología Six Sigma incrementó la productividad en el área de fabricación de la empresa Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L., 2021 en 26% en la fabricación de tolvas para volquetes, en 22% en uñas para retroexcavadoras y finalmente en un 60% en cuanto a la instalación de botella hidráulica para volquetes.

Conclusiones específicas

1. En el diagnóstico se determinó que la productividad fue baja, pues en el servicio de fabricación de tolvas la productividad fue de 39% y la productividad de mano de obra de 0.008 tolvas/h-h, prosiguiendo, en la fabricación de las uñas se tuvo una productividad de 63% y productividad de mano de obra de 0.103 uñas/h-h, por último, en instalación de botellas hidráulicas la productividad fue de 27% y la productividad de mano de obra de 0.036 botellas hidráulicas/h-h.
2. La propuesta de la metodología Six Sigma permitió realizar una capacitación anual para los trabajadores de la empresa, además hacer el cálculo del flujo de caja del proyecto, en el cual se calculó del Valor Presente Neto (VPN) = 162428.3 y el cálculo de la tasa Interna de Retorno (TIR) = 133.7%, y Razón Beneficio Costo (B/C) = 21.7, con ello se demostró que la propuesta del Six Sigma será rentable, además al emplear el DMAIC se logró incrementar la productividad del área de fabricación de la empresa en estudio.
3. La productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación de la empresa en estudio tuvo resultado positivo, ya que en el servicio de fabricación de tolvas la productividad fue de 65% y la productividad de mano de obra de 0.010 tolvas/h-h, prosiguiendo, en la fabricación de las uñas se tuvo una productividad de 85% y productividad de mano de obra de 0.162 uñas/h-h, por último, en instalación de botellas hidráulicas la productividad fue de 87% y la productividad de mano de obra de 0.060 botellas hidráulicas/h-h.

4. Con la realización de la comparación de la productividad del antes y después se observó que la productividad en el servicio de fabricación de tolvas tuvo un incremento de 26% y un 25% en la productividad de mano de obra, continuando, en la fabricación de las uñas la productividad tuvo una mejora de 22% y 57% en productividad de mano de obra, finalmente, en instalación de botellas hidráulicas la productividad tuvo un aumento de 60% y 67% en la productividad de mano de obra.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación general

La gerencia general de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya debe contar con la implementación de la metodología Six Sigma, dado que en la investigación se ha evidenciado que efectivamente logra incrementar la productividad en los tres productos elegidos para el estudio. Para la implementación se deberá considerar el manual de la propuesta del Six Sigma desarrollado en la presente investigación, en el cual se encuentra detallado todos los pasos a seguir para que una implementación sea exitosa.

Recomendaciones específicas

1. La gerencia debe tener una comunicación constante con los proveedores, para saber el tiempo de abastecimiento de cada material que se solicita; de la misma manera, llevar un control continuo del proceso productivo de cada producto y/o servicio, con lo mencionado se podrá demostrar mejoras con referente a los indicadores de productividad, los cuales son la eficacia y eficiencia.
2. El gerente debe estar pendiente de que la empresa siempre cuente con la materia prima necesaria en el almacén, con el objeto de que se fabriquen los productos sin presentar demoras para que sean entregados en la fecha pactada, y se recomienda usar la propuesta de la metodología Six Sigma, ya que a través del DMAIC se inicia el proceso de mejora continua, logrando reducir los tiempos improductivos y fallas en el proceso de fabricación al involucrar en la capacitación a todo el personal en la aplicación.
3. Al comité del Six Sigma, realizar mediciones de la productividad después de aplicar la metodología Six Sigma, con el fin de contar con datos exactos que puedan cuantificar el impacto de la productividad y se recomienda llevar un control de manera minuciosa de los indicadores de la productividad para controlar realmente la eficacia y eficiencia.
4. A la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya, se recomienda hacer una comparación de los resultados de la productividad en la fabricación de cada producto mensualmente para conseguir mejoras

monitoreando constantemente, pues esto ayudará en la toma de acciones de mejora en caso de que fuera necesario.

REFERENCIAS

ABHILASH, C. y THAKKAR, J. Application of Six Sigma DMAIC methodology to reduce the defects in a telecommunication cabinet door manufacturing process: A case study. Emerald Group Publishing Limited [en línea]. 2019, vol. 36, n°. 9 [fecha de consulta: 3 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2295327598/abstract/7E73CDCB6E1E4B2APQ/37?accountid=37408>

ISSN: 1540-1555

ANAYA, Julio. Organización de la producción industrial [en línea]. Madrid: ESIC EDITORIAL, 2016 [fecha de consulta: 20 de junio de 2021]. Capítulo 11. Productividad industrial. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=7JkkDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=true>

ISBN: 978-84-17024-66-6

AULIA, I. *et al.* Reducing waste to improve product quality in the wooden pallet production process by using lean Six Sigma approach in PT. XYZ. The Electrochemical Society [artículo]. Diciembre de 2020, vol. 1003, n°. 1 [fecha de consulta: 23 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85098874722&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=79033d7c3ca885b4df3ed05e114060c2&sot=b&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28six+sigma%29&relpos=3&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 1757-8981

AGUILAR, Kennedy. Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa procesadora de maca. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Peruana Los Andes, 2018. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en: <http://www.repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1052/AGUILAR%20SILVIA%20KENEDY%20FABIAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación [en línea]. 3.ra ed. Grupo Editorial Patria: México, 2017. [Fecha de consulta: 16 de junio del 2021]. Disponible en:

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales de consulta/Drogas de Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

ISBN: 9786077447481

BERRDINELLI, Carl. To DMAIC or not to DMAIC? Quality Progress [en línea]. Enero de 2016, vol. 49, n°. 1, p. 36 [fecha de consulta: 3 de junio del 2021]. Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/1762043854/fulltextPDF/F125743BC0C649DC/PQ/2?accountid=37408>

ISSN: 0033-524X

BRACAMONTE, Rafael. La observación participante como técnica de recolección de información de la investigación etnográfica. Revista Arjé [en línea]. Julio-diciembre de 2015, vol. 9, n°. 17 [fecha de consulta: 15 de junio del 2021]. Disponible en: <http://www.arje.bc.uc.edu.ve/arj17/art11.pdf>

ISSN: 2443-4442

BURAWAT, Piyachat. Productivity improvement of highway engineering industry by implementation of Lean Six Sigma. Reseñas de Humanidades y Ciencias [en línea]. Septiembre de 2019, vol. 7, n°. 5 [fecha de consulta: 27 de mayo del 2021]. Disponible en:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073746533&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=036531eed006a6015ae0aacc0fb5fadf&sot=b&sdt=c&cluster=scopubyr%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28six+sigma%29&relpos=150&citeCnt=2&searchTerm=>

ISSN: 2395-6518

CALDERÓN, José. Implementación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa de plásticos. Tesis (Maestro en Ingeniería Industrial con Mención en Planeamiento y Gestión Empresarial). Perú: Universidad Ricardo Palma, 2020. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en:

http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3280/ind-T030_74051145_M%20%20%20JOS%c3%89%20IVAN%20CALDER%c3%93N%20CARRILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CALVO, Jeison, PELEGRÍN, Arístides y GIL, María. Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público. Revista Retos de la Dirección [en línea]. Enero – Junio, 2018, vol. 12, n°. 1 [fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552018000100006

ISSN: 2306-9155

CARCAUSTO, Wilfredo y Morales, Juan. Publicaciones sobre ética en la investigación en revistas biomédicas peruanas indizadas. Anales de la Facultad de Medicina [en línea]. Abril – junio de 2017, vol. 78, n°. 2 [fecha de consulta: 20 de junio del 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832017000200009

ISSN: 1025-5583

CERDA, Luis, *et al.* Indicators to Improve the Health Care to Patients according to Lean Six Sigma: The Case of the Gustavo Frické Hospital (Chile). Revista Gerencia y Políticas de Salud [en línea]. Julio - diciembre 2018, vol. 17, n°.35 [fecha de consulta: 26 de abril del 2021]. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2256066157/E47D459D68AC4023PQ/3?accountid=37408>

ISSN: 2500-6177

CHÁVEZ, José y LÓPEZ, María. Aplicación del Six Sigma para mejorar la productividad del área de soldadura de la empresa BYV IESEMIN S.A.C., Lima, 2020. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2020. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53184>

CRUZ, LUÍS. Aplicación de Lean Six Sigma en un proceso de limpieza de pescado para incrementar la productividad de la mano de obra. Tesis (Magíster en Gestión de la Productividad y la Calidad). Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2016. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/36181/D-CD102306.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

CUNHA, Carmen y DOMÍNGUEZ, Caroline. Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. *Procedia Computer Science* [en línea]. 2015, vol. 64, p. 890 [fecha de consulta: 3 de junio del 2021]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050915027386?token=12F4006DB0AB3134BF178356CEB42AE8D1822414A9C9C53E58F4403C5B119C89AC336F64DA3499D34EC9D8F7398C9C09&originRegion=us-east-1&originCreation=20210610210938>

ISSN: 1877-0509

FERIA, Hernán, MATILLA, Margarita y MANTECÓN, Silverio. la entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica? *Revista didascalía: didáctica y educación* [en línea]. 2020, vol. 11, n°. 3, p. 62 [fecha de consulta: 13 de junio]. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=e4994446-752e-4102-a8d6-c2203a073af2%40pdc-v-sessmgr03>

ISSN: 2224-2643

FONTALVO, Tomás, DE LA HOZ, Efraín y MORELOS, José. La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial* [en línea]. 2018, vol. 16, n°.1 [fecha de consulta: 27 de abril del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233008>

ISSN: 1692-8563

GARCÍA, Jesús, et al. Indicadores de eficacia y eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. *Revista Espacios* [en línea]. Julio de 2019, vol. 40, n°. 22 [fecha de

consulta: 27 de mayo del 2021]. Disponible en:
<http://www.revistaespacios.com/a19v40n22/a19v40n22p16.pdf>

ISSN: 0798-1015

GARZA, Rosario, GONZÁLEZ, Caridad y RODRÍGUEZ, Ernesto. Application of Six Sigma DMAIC with discrete simulation and multicriterial techniques. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa Materiales [en línea]. 2016, vol. 22 [fecha de consulta: 22 de abril del 2021]. Disponible en:
<https://search.proquest.com/docview/1908414250/357969F885194FA9PQ/14?accountid=37408>

ISSN: 1886-516X

GAUCHI, Verónica. Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizadas en bibliotecología y ciencia de la información. Revista Española de Documentación Científica [en línea]. 2017, vol. 40, no. 2, pp. 1-13. [fecha de consulta: 30 de mayo del 2021]. Disponible en
<http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/979/1502>

ISSN: 1988-4621

GRAVETTER Frederick y WALLNAU Larry. Statistics for The Behavioral Sciences USA: Boston. Editorial Cengage Learning: 10° ed, 2016. 792 pp. [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 30 de mayo del 2021]. Disponible en:
<https://www.sciences.com/Statistics-Behavioral-Sciences-%20StandaloneBook/dp/1305504917>

ISBN: 978-1-305-50491-2

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad total y productividad. 4.ª ed. México: McGraw Hill, 2014. 363 pp.

ISBN: 9786071503152

HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la Investigación [en línea]. 6ª. ed. México: McGraw Hill, 2014. 634 pp. [Fecha de consulta: 12 de junio del 2021]. Disponible en:

<https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

ISHAK, A., SIREGAR, K. y GINTIN, R.A systematic literature review of lean six sigma. *Ciencia e Ingeniería de Materiales* [en línea]. Diciembre 2020, vol. 1003, n°.1 [fecha de consulta: 22 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85098863300&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=f235544b8c4afaf893fb90736562475d&sot=b&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222020%22%2ct&sl=29&s=TITLE-ABS-KEY%28lean+six+sigma%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 1757-8981

ISMAIL, M., ROSE, A. y MOHAMMED, N. Development of Six Sigma methodology for CNC milling process improvements. *Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales* [en línea]. Noviembre de 2017, vol. 257, n°. 1 [fecha de consulta: 3 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85034986711&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=55a2727be217b6a5f0f5542872a31e05&sot=b&sdt=b&sl=88&s=TITL E-ABS-KEY%28Development+of+Six+Sigma+methodology+for+CNC+milling+process+i mprovements%29&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=>

ISSN: 17578981

JAIMES, Ludym, LUZARDO, Mariela y ROJAS, Miguel. Factores determinantes de la productividad laboral en pequeñas y medianas empresas de confecciones del área metropolitana de Bucaramanga, Colombia. *Información tecnológica* [en línea]. Octubre de 2018, vol. 29, n°. 5 [fecha de consulta: 9 de junio del 2021]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n5/0718-0764-infotec-29-05-00175.pdf>

ISSN: 0120-1115

LISBOA, José. Investigación científica. A manera de reflexión. Medisur [en línea]. Abril-junio de 2016, vol. 14, n°. 3 [fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000300002

ISSN: 1727-897X

LIWANAG, Maureen, *et al.* Utilizing Lean Six Sigma methodology to improve the authored Works command approval process at Naval Medical Center San Diego Medicina militar [en línea]. 2018, vol. 183, n°. 10 [fecha de consulta: 28 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85069462183&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=d68f9ad1d040dcb80f5d0043396cf866&sot=b&sdt=c&cluster=scopubyr%2c%222018%22%2ct&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28Six+Sigma%29&relpos=140&citeCnt=3&searchTerm=>

ISSN: 1930-613X

LÓPEZ, Diana. Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micros, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmeccánico. Entre Ciencia e Ingeniería [en línea]. Mayo, 2020, vol. 10, n°.20, p.101 [fecha de consulta: 28 de abril del 2021]. Disponible en: <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/363/367>

ISSN: 1909-8367

LÓPEZ, Julián, ALARCÓN, Enrique y ROCHA, Mario. Estudio del trabajo una nueva visión [en línea]. 1. era ed. México: Grupo Editorial Patria S.A. de C.V., 2014 [fecha de consulta: 30 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=stnhBAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=ingenieria+de+metodos&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwic9qyj16TpAhWRmuAKHUL7CD0Q6AEIVTAG#v=onepage&q&f=true>

ISBN: 9786074389135

MARTÍNEZ, Andrea. Incremento de la productividad del proceso de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del Distrito Metropolitano de Quito mediante

metodología DMAMC. Tesis (Magíster en Ingeniería Industrial y productividad). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2018. [Fecha de consulta: 5 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19216?mode=full>

MATTHEW, T., *et al.* Launching a quality improvement project in neurosurgery: How to get started. *Interdisciplinary Neurosurgery* [en línea] 2021, vol. 25 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85103695471&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=f2227bb10f7ee6017bb7eb8fc387a207&sot=b&sdt=b&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28six+sigma%29&relpos=2&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 22147519

MEDINA, Gustavo, MOLTALVO, Gina, VÁSQUEZ, Manuel. Mejora de la productividad mediante un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa maderera Nuevo Perú S.A.C. Tesis (Título Profesional de Ingeniera Industrial). Perú: Universidad Señor de Sipán, 2017. [Fecha de consulta: 5 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/863/743>

MICHAL, Bucko, VLADIMIRA, Schindlerova e IVO, Hlavaty. Application of Six Sigma tools in the production of welded chassis frames. *MM Science Journal* [en línea]. Diciembre de 2020, vol. 2020 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85097501702&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=3d12a206c1a6e75b3333572a90c6b352>

ISSN: 1803-1269

MORALES, Cristina y MASIS, Alejandro. La medición de la productividad del valor agregado una aplicación empírica en una cooperativa agroalimentaria de Costa Rica. *TEC Empresarial* [en línea]. 2014, vol. 8, n°. 2, p. 45 [fecha de consulta: 12 de junio del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4808514>

ISSN: 1659-3359

MORENO, Milagros. Aplicación de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en el área de pulido en la empresa Manufacturas Andina Metales S.A.C., Ate Vitarte, 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniera Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2017. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10373/Moreno_BMR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MUÑOZ, Carlos. Metodología de la investigación [en línea]. 1. era ed. México D.F.: Editorial Progreso S.A. de C.V., 2015. [fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=DflcDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+CIENTIFICA&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwivs_PB7obqAhUJHLkGHV8mDwlQ6AEwB3oECAkQAq#v=onepage&q&f=false

ISBN: 9786074265422

NARVÁEZ, Giancarlo. 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. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, 2019. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10922/T08457.pdf?sequence=5>

ÑAUPAS, Humberto, et al. Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis [en línea]. 5ª. ed. Bogotá: 2018, p. 140 [Fecha de consulta: 12 de junio del 2020]. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

ISBN: 978-958-762-876-0

OLÁH, Judit y POPP, József. Lean Management, Six Sigma and Lean Six Sigma: possible connections. Obuda University e-Bulletin; Budapest [en línea]. 2016, vol.

6, n°. 2, p. 28 [fecha de consulta: 3 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1945596300/abstract/7E73CDCB6E1E4B2APQ/21?accountid=37408>

ISSN: 2062-2872

ORDOÑEZ, Santos. Indagación teórica respecto al concepto de eficacia organizacional. *Revista Tendencias & Retos* [en línea]. Diciembre de 2015, vol. 20, n°. 2, pp. 101-117 [fecha de consulta: 9 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5151587.pdf>

ISSN: 0122-9729.

ORGANIZACIÓN Internacional del Trabajo, El Recurso Humano y la Productividad [en línea]. 1. a ed. Ginebra 2016 [fecha de consulta: 26 de abril del 2021]. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---ifp_seed/documents/instructionalmaterial/wcms_553925.pdf

ISBN: 9789223311377; 9789223311384

PEREDA, Jorge. la aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de soldadura de la empresa M. Q METALURGICA SAC., Lima, 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2018. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22815/Pereda_QJV.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PÉREZ, Esteban y GARCÍA, Minor. Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Revista Tecnología en Marcha Empresa* [en línea]. Julio - septiembre 2014, vol. 27, n°. 3 [fecha de consulta: 5 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4896365>

ISSN: 0379-3962

PÉREZ, Ileana y ROJAS, José. Lean, Six Sigma and quantitative tools: a real experience in the productive improvement of processes of the graphic industry in Colombia. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa* [en

línea].Junio 2019,vol. 1, n°.27 [fecha de consulta:18 de abril del 2021].Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=11&sid=029d2f46-538f-4de3-bada-cf3a043f821f%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=137792035&db=a9h>

ISSN:1886-516X

POLANSKI, *et al.* Application of the Six Sigma concept for quality assessment of different strategies in DBS surgery. Revista internacional de calidad en la atención de la salud [en línea]. Diciembre de 2018, vol. 30, n°. 10 27 [fecha de consulta:28 de mayo del 2021].Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85060378350&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=d68f9ad1d040dcb80f5d0043396cf866&sot=b&sdt=c&cluster=scopubyr%2c%222018%22%2ct&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28Six+Sigma%29&relpos=12&citeCnt=4&searchTerm=>

ISSN: 1353-4505

PONCE, Humberto, *et al.* Implementación de la metodología Seis Sigma para mejoramientos de troqueles de alta velocidad. Cultura Científica y Tecnológica [en línea]. Mayo-agosto 2015, vol. 12, n°.1 [fecha de consulta:20 de abril del 2021]. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=5071b8a6-4174-44db-b7e0-3ca4082d45a9%40sessionmgr103>

ISSN: 2007-0411

RAVINA, Rafael, VILLENA, Francisco y GUTIÉRREZ, Antonio. Una aproximación teórica para mejorar los resultados de innovación en las empresas desde la perspectiva del “Happiness Management. Artículo [en línea] *Revista de ciencias de la administración y economía*, vol. 7, n.o 14, marzo 2017 [fecha de consulta: 26 de abril del 2021]. Disponible en:

http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-86182017000200113

ISSN: 1390-8618

ROJAS, M., JAIMES, L. y VALENCIA, M. Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. Artículo [en línea] *Espacios*, vol. 39, n.o 6. 2018 [fecha de consulta: 27 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/a18v39n06p11.pdf>

ISSN: 0798-1015

ROMERO, Rolando. Propuesta de implementación de la filosofía Six Sigma orientada a la mejora de la productividad de ladrillo de techo n° 15 en la empresa cerámicos Lambayeque de Chiclayo – periodo 2015. Tesis (Maestro en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones y Logística). Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2017. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2928/1/TM_RomeroParedesRolando.pdf

SALAZAR, María, ICAZA, María y ALEJO, Oscar. La importancia de la ética en la investigación. *Revista Universidad y Sociedad* [en línea]. Marzo de 2017, vol. 10, n°. 1 [fecha de consulta: 20 de junio del 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202018000100305&script=sci_arttext&tlnq=en

ISSN: 2218-3620

SEIFEDINE Kadry. Understanding Six Sigma: concepts, applications and challenges. [En línea] nova science publishers, 2018 [fecha de Consulta 25 de abril del 2021]. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fMTkyNDk3N19fQU41?sid=5b7d3926-82f0-445f-8994-2b2f3a06c3f0@pdc-v-sessmgr02&vid=3&format=EB&rid=4>

ISBN: 978-15-361417-4-0, 978-15-361417-5-7

SILVA, Luana, OLIVEIRA, María y APARECIDO, Fernando. Implementação da metodologia Seis Sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo DMAIC: um estudo de caso em uma industria automotiva. *Exacta* [en línea]. 2017, vol. 15, n°. 2, p. 226 [fecha de consulta: 3 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81052202004>

ISSN: 1678-5428

SMETKOWSKA, Monika y MRUGALSKA, Beata. Using Six Sigma to improve the quality of the production process: a case study. *Procedia Social and Behavioral Sciences* [en línea]. 2018, vol. 238, p. 592 [fecha de consulta: 29 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877042818300697?token=D233E10A6EA09AB3BBAD499B1E9E9A7C8FEBBD4768D094EE136F7BBA20B5078F92E6CB205465946C8A538BE0AA3FD1C2&originRegion=us-east-1&originCreation=20210610193431>

ISSN: 1877-0428

SUWANICH, Thanapat y CHUTIMA, Parames. Process improvement of reactive dye synthesis using Six Sigma concept. *Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales* [en línea]. Julio de 2017, vol. 215, n°. 1 [fecha de consulta: 29 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85028316685&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=f186735e044f1eace9917394910e7214&sot=b&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222017%22%2ct&sl=20&s=TITLE-ABS-KEY%28DMAIC%29&relpos=23&citeCnt=2&searchTerm=>

ISSN: 1757-8981

TAFERNABERRI, Evilin, SOLER, Víctor y PÉREZ, Ana. *La importancia de Lean Six Sigma en las organizaciones* [en línea] 1ª ed. España, Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L., 2016 [fecha de Consulta: 25 de abril del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5859841>

ISBN: 978-84-945987-9-1

TIAN, Feng. Application of lean Six Sigma in energy saving lamp assembly process. Journal of Physics: Conf. Series [en línea]. 2018, vol. 1053 [fecha de consulta: 2 de junio del 2021]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1053/1/012129/pdf>

ISSN: 1742-6596

VENDRAME, Murilo, WOLD, Jasón y BENTO, Iris. Six Sigma methodology advantages for small- and medium-sized enterprises: A case study in the plumbing industry in the United States. Avances en ingeniería mecánica [en línea]. Octubre de 2017, vol. 9, n°. 10, p. 2 [fecha de consulta: 2 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85033479232&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=f186735e044f1eace991>

ISSN: 1687-8132

VENTURA, José. La importancia de reportar la validez y confiabilidad en los instrumentos de medición: Comentarios a Arancibia et al. Revista médica de Chile [en línea]. 2017, vol. 145, n°. 7 [fecha de consulta: 19 de junio del 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0034-98872017000700955&script=sci_arttext&tIng=n

ISSN: 0034-9887

VIGILIO, Yuri y LOYOLA, Esmila. La metodología Six Sigma y su influencia en la productividad del proceso de soldadura de válvulas body en la empresa EIMEN S.A.C. Tesis (Título Profesional de Ingeniero industrial). Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, 2018. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/3292/TII%2000140%20V61.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VILLASÍS, Miguel, *et al.* El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. Revista alergia México [en línea]. 2018, vol. 65, n°. 4 [fecha de consulta: 19 de junio del 2021]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S244891902018000400414&script=sci_a
rttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S244891902018000400414&script=sci_arttext)

ISSN: 2448-9190

WAYAN, I., DAYWIN, F. y WIJAYA, A. Proposed improvement product of cake pan using the Six Sigma method approach (case study of PT. X). Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales [en línea]. 2020, vol. 1007, n°. 1 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85100026770&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=0cb03cedb60c56efcc0654c93fe4d632&sot=b&sdt=c&cluster=scopusbyr%2c%222020%22%2ct&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28six+sigma%29&relpos=1&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 1757-8981

ZULUAGA, Pablo. Aplicación de la metodología Six Sigma para solucionar problemas de calidad en una empresa metalmecánica. Tesis (Maestría en Logística). Colombia: Universidad de Medellín, 2016. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en: <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/2265>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Propuesta de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | DISEÑO DE LA INVESTIGACION | VARIABLES |
|--|--|--|--|--|
| <p>GENERAL: ¿En qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021?</p> | <p>GENERAL: Determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021</p> | <p>GENERAL: La propuesta de la metodología Six Sigma incrementa la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.</p> | <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> | <p>V.1. Metodología Six Sigma</p> |
| <p>ESPECÍFICOS: ¿Cuál es el diagnóstico del estado actual de la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021?</p> <p>¿Cómo proponer la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021?</p> <p>¿Cuál es la productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021?</p> <p>¿Cuál es la variación de la productividad después de la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021?</p> | <p>ESPECÍFICOS: Diagnosticar el estado actual de la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.</p> <p>Proponer la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.</p> <p>Determinar la productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.</p> <p>Comparar la productividad del antes y después de la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.</p> | <p>ESPECÍFICAS: El estado situacional en el área de fabricación indica que la productividad es baja en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.</p> <p>La propuesta de la metodología Six Sigma mejora la productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021.</p> <p>La productividad posterior a la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021 es efectiva.</p> <p>La evaluación de la productividad después de la propuesta de la metodología Six Sigma en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021 se incrementará en relación a la anterior.</p> | <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN El diseño es Pre Experimental.</p> <p>Su esquema es:</p> $G: O_1 - X - O_2$ <p>Dónde: G = Línea de fabricación de la empresa O₁ = Productividad inicial X = Propuesta de la metodología Six Sigma O₂ = Productividad final</p> | <p>V.2. Productividad en el área de fabricación en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales</p> |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 61. Matriz de operacionalización de la variable independiente

Propuesta de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ÍNDICES | ESCALA |
|---------------------------|---|--|-------------|----------------------------|--|--------|
| VI: METODOLOGÍA SIX SIGMA | El Six Sigma se define como un enfoque de mejora de negocios, que busca encontrar y aminorar o eliminar defectos y errores en los procesos en las empresas, con el objeto de incrementar la capacidad de los procesos mediante la herramienta DMAIC (Liwanag, et al. 2018). | La variable Six Sigma se va a medir en función de los índices e indicadores de las dimensiones, la herramienta DMAIC, los cuales son: definir, medir, analizar, identificar y mejorar. | Definir | Cumplimiento de planeación | $\frac{(\text{Total de entregas realizadas de tolvas})}{(\text{total de entregas programadas de tolvas})} \times 100\%$ | Razón |
| | | | | | $\frac{(\text{Total de entregas realizadas de uñas})}{(\text{total de entregas programadas uñas})} \times 100\%$ | |
| | | | | | $\frac{(\text{Total de entregas realizadas de botella hidráulica})}{(\text{total de entregas programadas de botella hidráulica})} \times 100\%$ | |
| | | | Medir | Producción realizada | $\frac{(\text{Total de fabricaciones realizadas de tolvas})}{(\text{Total de fabricaciones programadas de tolvas})} \times 100\%$ | Razón |
| | | | | | $\frac{(\text{Total de fabricaciones realizadas de uñas})}{(\text{Total de fabricaciones programadas de uñas})} \times 100\%$ | |
| | | | | | $\frac{(\text{Total de instalaciones realizadas de botella hidráulica})}{(\text{Total de instalaciones programadas de botella hidráulica})} \times 100\%$ | |
| | | | Analizar | Productos sin defectos | $\frac{(\text{Total de tolvas sin defectos})}{(\text{total de tolvas fabricadas})} \times 100\%$ | Razón |
| | | | | | $\frac{(\text{Total de uñas sin defectos})}{(\text{total de uñas fabricadas})} \times 100\%$ | |
| | | | | | $\frac{(\text{Total de botellas hidráulicas sin defectos})}{(\text{total de botellas hidráulicas instaladas})} \times 100\%$ | |
| | | | Mejorar | Capacitaciones | $\frac{(\text{Total de capacitaciones realizadas a los fabricantes de tolvas})}{(\text{total de capacitaciones programadas para los fabricantes de tolvas})} \times 100\%$ | Razón |
| | | | | | $\frac{(\text{Total de capacitaciones realizadas a los fabricantes de uñas})}{(\text{total de capacitaciones programadas para los fabricantes de uñas})} \times 100\%$ | |
| | | | | | $\frac{(\text{Total de capacitaciones realizadas a instaladores de botella hidráulica})}{(\text{total de capacitaciones programadas para instaladores de botella hidráulica})} \times 100\%$ | |
| Controlar | Producción óptima | $\frac{(\text{Total de fabricación sin defectos de tolvas})}{(\text{total de fabricación de tolvas})} \times 100\%$ | Razón | | | |
| | | $\frac{(\text{Total de fabricación sin defectos de uñas})}{(\text{total de fabricación de uñas})} \times 100\%$ | | | | |
| | | $\frac{(\text{Total de instalación sin defectos de botella hidráulica})}{(\text{total de instalación de botella hidráulica})} \times 100\%$ | | | | |

Fuente: Elaboración propia

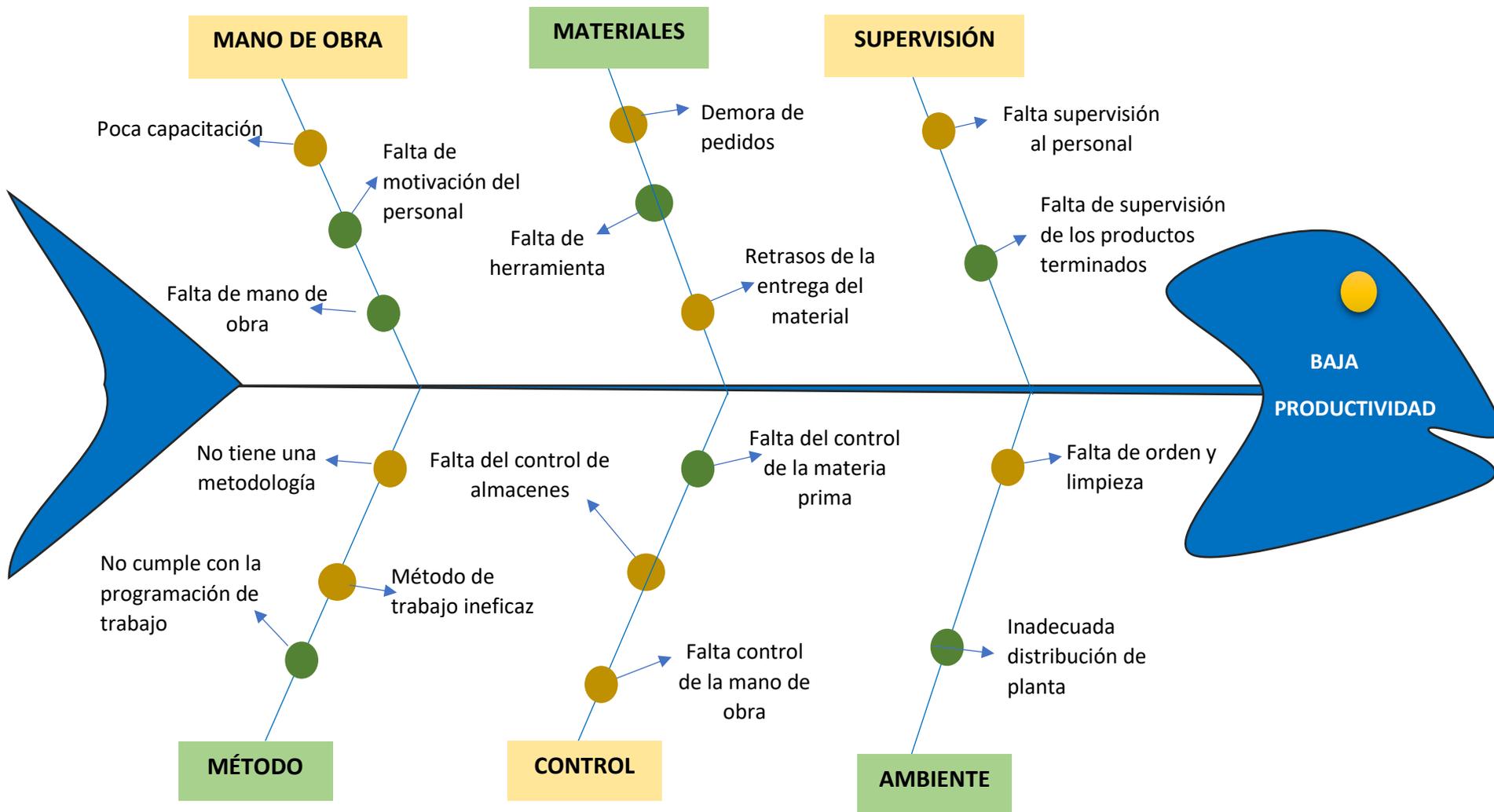
Tabla 62. Matriz de operacionalización de la variable dependiente

Propuesta de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ÍNDICES | ESCALA |
|---------------------------|---|---|---------------|---|---|--------------|
| V D: PRODUCTIVIDAD | Es el resultado o fruto de los hechos orientados en la mejora de calidad y el incremento de la efectividad de un cierto proceso, en el que participan los entrantes para conseguir los salientes previstos, ya sean bienes o servicios, también es la relación existente entre los resultados y el tiempo empleado para lograrlos (López, 2018, p. 101) | La variable productividad se va a medir en función de los índices e indicadores de las dimensiones eficiencia y eficacia. | Eficiencia | Recurso tiempo en tolvas | $\frac{\text{HHR en tolvas mes}}{\text{HHP en tolvas mes}} \times 100\%$ | Razón |
| | | | | Recurso tiempo en fabricación de uñas | $\frac{\text{HHR en uñas mes}}{\text{HHP en uñas mes}} \times 100\%$ | |
| | | | | Recurso tiempo en instalación de botella hidráulica | $\frac{\text{HHR en botellas hidráulicas mes}}{\text{HHP en botellas hidráulicas mes}} \times 100\%$ | |
| | | | Eficacia | Cumplimiento de las entregas en tolvas | $\frac{\text{Q tolvas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{total de pedidos de tolvas programados mes}} \times 100\%$ | Razón |
| | | | | Cumplimiento de las entregas en fabricación de uñas | $\frac{\text{Q uñas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{total de pedidos de uñas programados mes}} \times 100\%$ | |
| | | | | Cumplimiento de las entregas en instalación de botella hidráulica | $\frac{\text{Q botellas hidráulicas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{total de pedidos de botellas hidráulicas programados mes}} \times 100\%$ | |
| | | | Productividad | Mano de obra en tolvas | $\frac{\text{Q tolvas mes}}{\text{HHU mes}}$, $\frac{\text{Q tolvas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | Razón |
| | | | | Mano de obra en fabricación de uñas | $\frac{\text{Q uñas mes}}{\text{HHU mes}}$, $\frac{\text{Q uñas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | |
| | | | | Mano de obra en instalación de botella hidráulica | $\frac{\text{Q botellas hidráulicas mes}}{\text{HHU mes}}$, $\frac{\text{Q botellas hidráulicas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 63. Descripción de las principales causas de la baja productividad

| Descripción de las causas principales de la baja productividad | Código | Frecuencia | Porcentaje | % Acumulado |
|--|--------|------------|-------------|-------------|
| Demora de los pedidos | C1 | 17 | 25% | 25% |
| Poca capacitación | C2 | 14 | 21% | 46% |
| Falta de motivación del personal | C3 | 12 | 18% | 63% |
| Falta de supervisión al personal | C4 | 8 | 12% | 75% |
| Inadecuada distribución de planta | C5 | 5 | 7% | 82% |
| Falta de orden y limpieza | C8 | 4 | 6% | 88% |
| Falta de control de la materia prima | C6 | 3 | 4% | 93% |
| Falta de control de la mano de obra | C7 | 2 | 3% | 96% |
| Método de trabajo ineficaz | C9 | 2 | 3% | 99% |
| Falta de herramientas | C10 | 1 | 1% | 100% |
| TOTAL | | 68 | 100% | |

Fuente: Elaboración propia

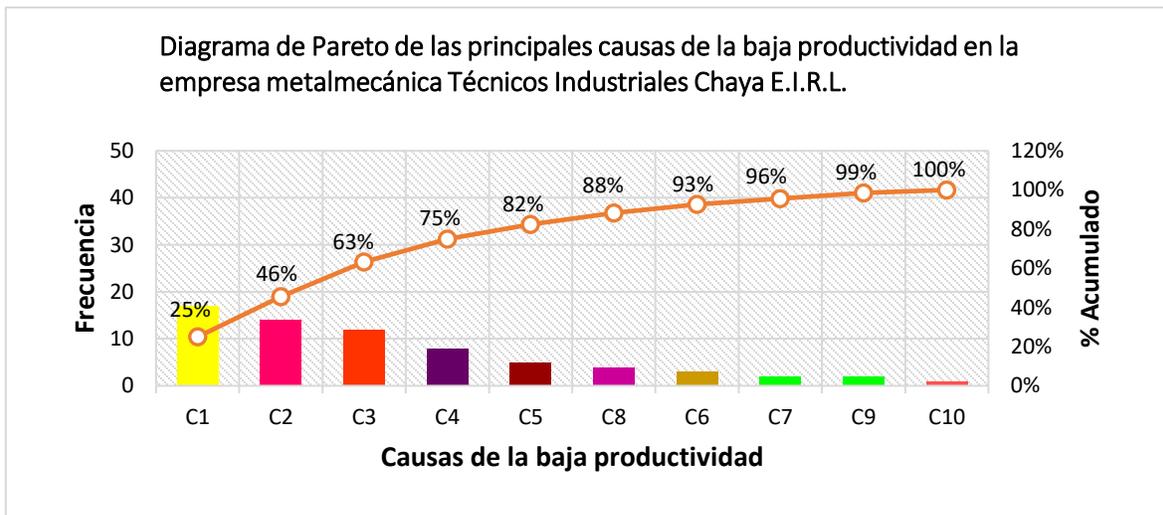


Figura 34. Diagrama de Pareto

Interpretación: Como se observa en la figura 1, el problema de mayor importancia que afecta directamente a la empresa es falta de orden y limpieza con una frecuencia de 17, el cual, representa un 25% de los 5 problemas que se pueden observar, seguido de la poca capacitación, siendo esta el 21% del total de los problemas.

Anexo 4. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) de la fabricación de tolvas

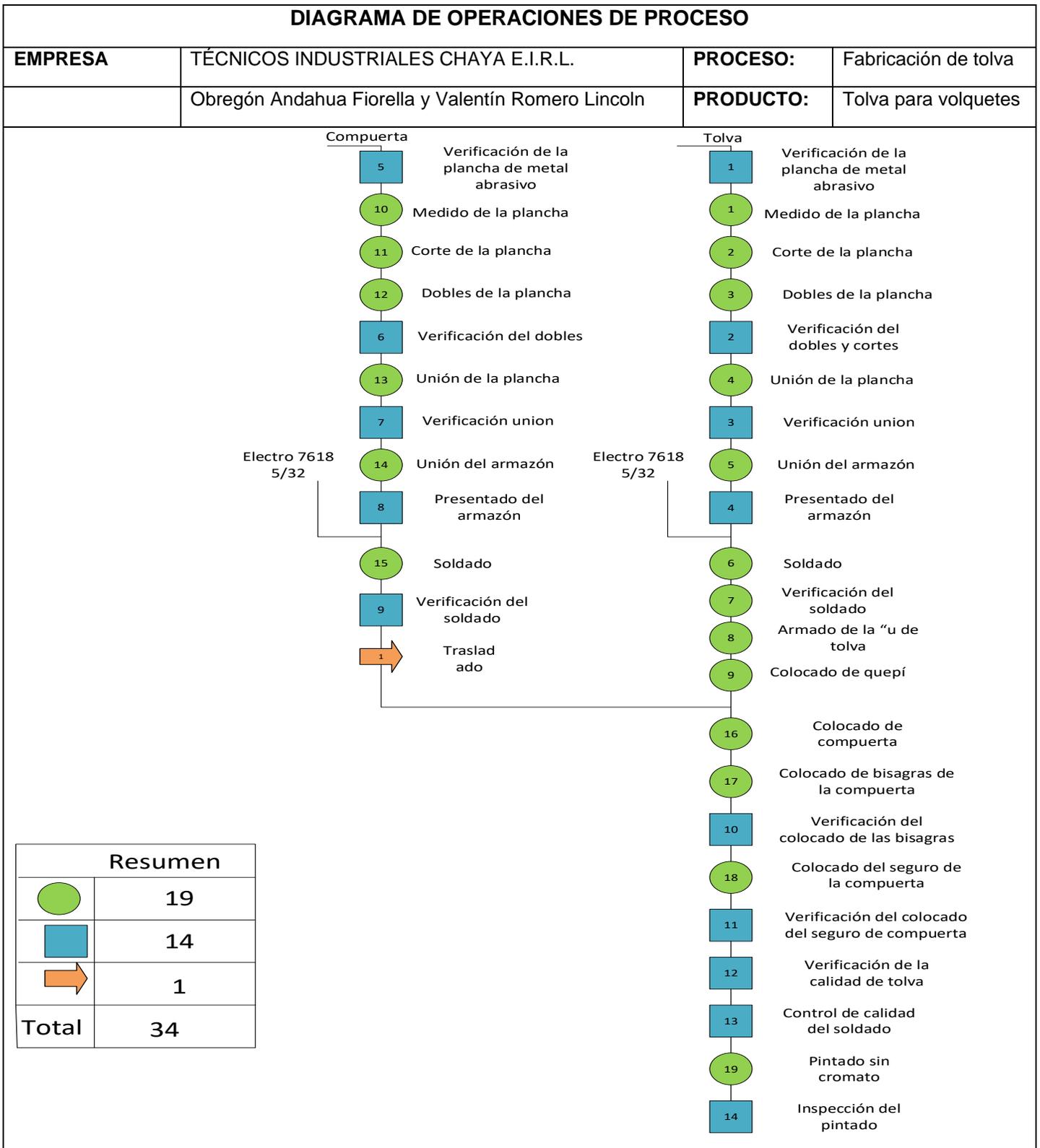


Figura 35. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) de la fabricación de tolvas.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la fabricación de tolvas

| DAP | | | | | | | | | |
|---|----------------------|--------------------|----------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|
| Diagrama No. | Hoja No. | OPERARIO | MATERIAL | EQUIPO | | | | | |
| Objetivo: fabricación de tolva | | RESUMEN | | | | | | | |
| | | ACTIVIDAD | ACTUAL | PROPUESTO | ECONOMÍA | | | | |
| Proceso analizado: | | Operación | 19 | | | | | | |
| | | Transporte | 1 | | | | | | |
| | | Espera | 0 | | | | | | |
| Metodo: | | Inspección | 14 | | | | | | |
| Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | Almacenamiento | 0 | | | | | | |
| Localización: huaraz | | Distancia (m) | | | | | | | |
| | | Tiempo (hr/hombre) | 14,17 | | | | | | |
| Operario: Tecnico | | Costo | | | | | | | |
| | | Total | 34 | | | | | | |
| Elaborado por: obregon y valentin | Fecha: 16/05/2021 | Comentarios | | | | | | | |
| Aprobado por: | Fecha: | | | | | | | | |
| Descripción | Cantidad | Distancia | Tiempo | Símbolo | | | | | Observaciones |
| | | | | <input type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la plancha de metal abrasivo | | | 20 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| medido de la plancha | | | 200 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| corte de la plancha | | | 600 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| dobles de la plancha | | | 300 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del dobles y corte | | | 70 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| union de la plancha | | | 500 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la union | | | 40 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| union del armazon | | | 320 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| presentado del armazon | | | 60 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| soldado | | | 600 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del soldado | | | 60 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| armando de la "u" de tolva | | | 120 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| colocado de quepi | | | 120 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la plancha abrasivo compuerta | | | 20 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| medido de la plancha | | | 200 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| corte de la plancha | | | 600 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| dobles de la plancha | | | 300 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del dobles y corte | | | 70 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| union de la plancha | | | 500 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la union | | | 40 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| union del armazon | | | 320 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| presentado del armazon | | | 60 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| soldado | | | 600 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del soldado | | | 60 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| trasladado | | | 30 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| colocado de compuerta | | | 90 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| colocado de bisagras de la compuerta | | | 120 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del colocado de las bisagras | | | 20 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| colocado del seguro de la compuerta | | | 180 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del colocado del seguro de compuerta | | | 20 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la calidad de tolva | | | 120 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| control de calidad de soldado | | | 120 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| pintado sin cromato | | | 300 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| inspeccion del pintado | | | 20 Min | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| TOTAL | | | 6800 Min | 19 | 1 | 0 | 14 | 0 | |

Figura 36. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la fabricación de tolvas.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) de la instalación de botella hidráulica

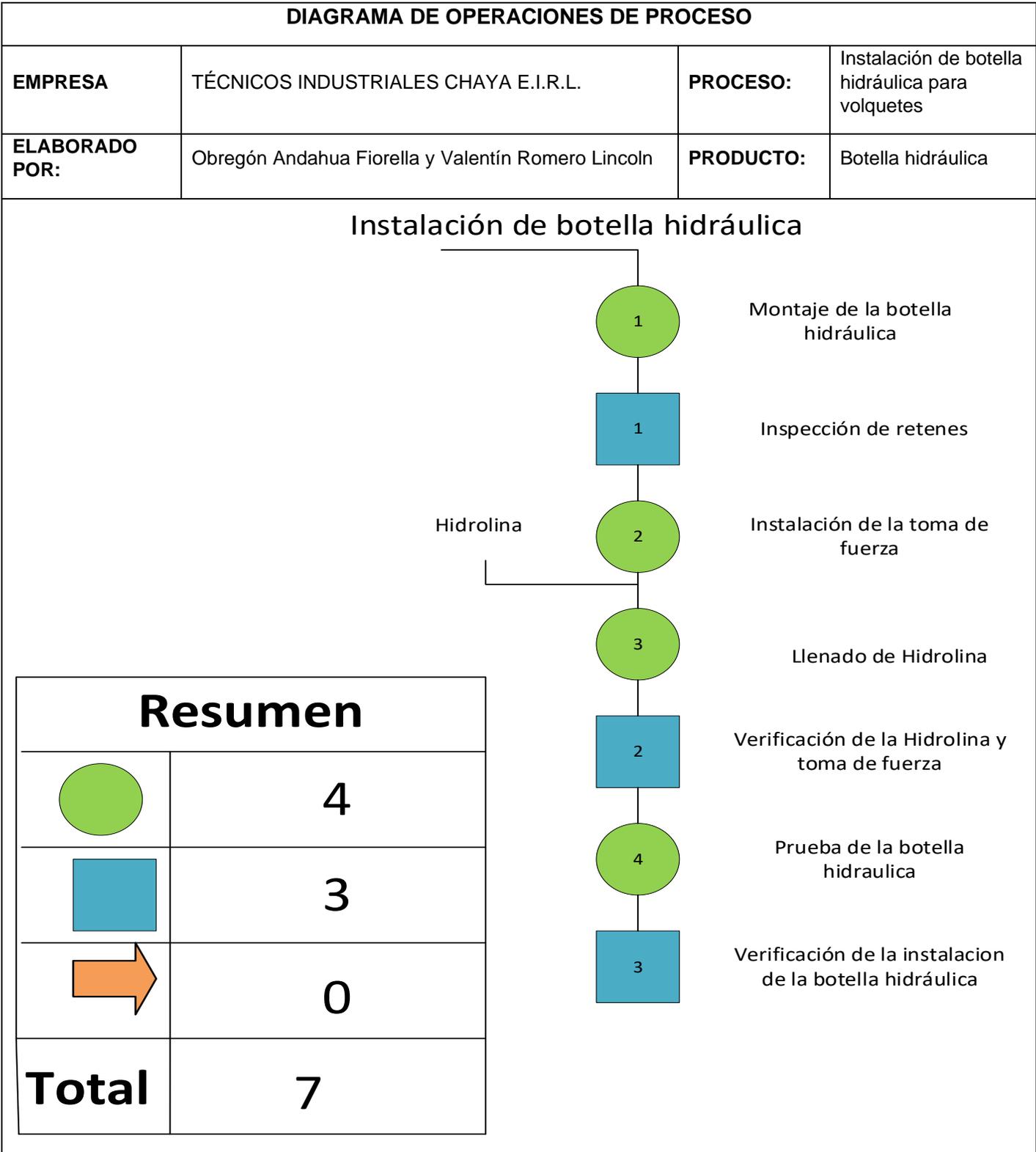


Figura 39. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) de la instalación de botella hidráulica.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10. Instrumentos de recolección de datos, para la metodología Six Sigma (variable independiente)

Tabla 64. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de tolvas

| FORMATO DE CUMPLIMIENTO DE PLANEACIÓN, 2021 | | | | |
|--|--|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Dimensión | Definir | | | |
| Cumplimiento de planeación de tolvas | $\frac{\text{Total de entregas realizadas tolvas}}{\text{Total de entregas programadas de tolvas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de entregas realizadas | Total, de entregas no realizadas | Total, de entregas programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 1 | 2 | 50% |
| Noviembre | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 1 | 4 | 75% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de uñas

| FORMATO DE CUMPLIMIENTO DE PLANEACIÓN, 2021 | | | | |
|--|--|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | |
| Dimensión | Definir | | | |
| Cumplimiento de planeación de uñas | $\frac{\text{Total de entregas realizadas uñas}}{\text{Total de entregas programadas de uñas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de entregas realizadas | Total, de entregas no realizadas | Total, de entregas programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 19 | 1 | 20 | 95% |
| Noviembre | 23 | 1 | 24 | 96% |
| Total, de meses | 42 | 2 | 44 | 95% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Formato de efectividad de cumplimiento de planeación de botella hidráulica

| FORMATO DE CUMPLIMIENTO DE PLANEACIÓN, 2021 | |
|--|---|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes |
| Dimensión | Definir |
| Cumplimiento de planeación de botella hidráulica | $\frac{\text{Total de entregas realizadas de botella hidráulica}}{\text{Total de entregas programadas de botella hidráulica}} \times 100\%$ |

| Mes | Total, de entregas realizadas | Total, de entregas no realizadas | Total, de entregas programadas | % de cumplimiento |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Octubre | 1 | 0 | 1 | 100% |
| Noviembre | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 0 | 3 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Instrumentos de recolección de datos de producción realizada

Tabla 67. Formato de producción realizada de tolvas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN REALIZADA, 2021 | | | | |
|---------------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Dimensión | Medir | | | |
| Producción realizada de tolvas | $\frac{\text{Total de fabricaciones realizadas de tolvas}}{\text{Total de fabricaciones programadas de tolvas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de fabricaciones realizadas | Total, de fabricaciones no realizadas | Total, de fabricaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 1 | 2 | 50% |
| Noviembre | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 1 | 4 | 75% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Formato de producción realizada de uñas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN REALIZADA, 2021 | | | | |
|---------------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | |
| Dimensión | Medir | | | |
| Producción realizada de uñas | $\frac{\text{Total de fabricaciones realizadas de uñas}}{\text{Total de fabricaciones programadas de uñas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de fabricaciones realizadas | Total, de fabricaciones no realizadas | Total, de fabricaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 19 | 1 | 20 | 95% |
| Noviembre | 23 | 1 | 24 | 96% |
| Total, de meses | 42 | 2 | 44 | 95% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69. Formato de producción realizada de botella hidráulica

| FORMATO DE PRODUCCIÓN REALIZADA, 2021 | | | | |
|--|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | | |
| Dimensión | Medir | | | |
| Producción realizada de botella hidráulica | $\frac{\text{Total de instalaciones realizadas de botella hidráulica}}{\text{Total de instalaciones programadas de botella hidráulica}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de instalaciones realizadas | Total, de instalaciones no realizadas | Total, de instalaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 0 | 1 | 100% |
| Noviembre | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 0 | 3 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Instrumentos de recolección de datos de producción sin defectos

Tabla 70. Formato de productos sin defectos de tolvas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN SIN DEFECTOS, 2021 | | | | |
|---|--|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Dimensión | Analizar | | | |
| Producción sin defectos de tolvas | $\frac{\text{Total de tolvas sin defectos}}{\text{Total de tolvas fabricadas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de tolvas sin defectos | Total, de tolvas con defectos | Total, de tolvas fabricadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 1 | 2 | 50% |
| Noviembre | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 1 | 4 | 75% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Formato de productos sin defectos de uñas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN SIN DEFECTOS, 2021 | | | | |
|---|--|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | |
| Dimensión | Analizar | | | |
| Producción sin defectos de uñas | $\frac{\text{Total de uñas sin defectos}}{\text{Total de uñas fabricadas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de tolvas sin defectos | Total, de tolvas con defectos | Total, de tolvas fabricadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 19 | 1 | 20 | 95% |

| | | | | |
|------------------------|-----------|----------|-----------|------------|
| Noviembre | 23 | 1 | 24 | 96% |
| Total, de meses | 42 | 2 | 44 | 95% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Formato de productos sin defectos de botella hidráulica

| FORMATO DE PRODUCCIÓN SIN DEFECTOS, 2021 | | | | |
|---|--|---|---|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | | |
| Dimensión | Analizar | | | |
| Producción sin defectos de botella hidráulica | $\frac{\text{Total de botellas hidráulicas sin defectos}}{\text{Total de botellas hidráulicas instaladas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de botellas hidráulicas sin defectos | Total, de botellas hidráulicas con defectos | Total, de botellas hidráulicas instaladas | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 0 | 1 | 100% |
| Noviembre | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 0 | 3 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Instrumentos de recolección de datos de las capacitaciones

Tabla 73. Formato de capacitaciones a los fabricantes de tolvas

| FORMATO DE CAPACITACIONES, 2021 | | | | |
|--|--|--|--------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Dimensión | Mejorar | | | |
| Capacitación a fabricantes de tolvas | $\frac{\text{Total de capacitaciones realizadas a fabricantes de tolvas}}{\text{Total de capacitaciones programadas para fabricantes de tolvas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de capacitaciones realizadas | Total, de capacitaciones no realizadas | Total, de capacitaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 3 | 1 | 4 | 75% |
| Noviembre | 4 | 0 | 4 | 100% |
| Total, de meses | 7 | 1 | 8 | 88% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74. Formato de capacitaciones a los fabricantes de uñas

| FORMATO DE CAPACITACIONES, 2021 | |
|--|---|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras |
| Dimensión | Mejorar |

| Capacitación a fabricantes de uñas | $\frac{\text{Total de capacitaciones realizadas a fabricantes de uñas}}{\text{Total de capacitaciones programadas para fabricantes de uñas}} \times 100\%$ | | | |
|------------------------------------|--|--|--------------------------------------|-------------------|
| Mes | Total, de capacitaciones realizadas | Total, de capacitaciones no realizadas | Total, de capacitaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 4 | 0 | 4 | 100% |
| Noviembre | 4 | 0 | 4 | 100% |
| Total, de meses | 8 | 0 | 8 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Formato de capacitaciones a los instaladores de botella hidráulica

| FORMATO DE CAPACITACIONES, 2021 | | | | |
|---|--|--|--------------------------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | | |
| Dimensión | Mejorar | | | |
| Capacitación a instaladores de botellas hidráulicas | $\frac{\text{Total de capacitaciones realizadas a fabricantes de botellas hidráulica}}{\text{Total de capacitaciones programadas para fabricantes de botellas hidráulica}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de capacitaciones realizadas | Total, de capacitaciones no realizadas | Total, de capacitaciones programadas | % de cumplimiento |
| Octubre | 4 | 0 | 4 | 100% |
| Noviembre | 3 | 1 | 4 | 75% |
| Total, de meses | 7 | 1 | 8 | 88% |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Instrumentos de recolección de datos de producción óptima

Tabla 76. Formato de producción óptima de tolvas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN ÓPTIMA, 2021 | | | | |
|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Dimensión | Controlar | | | |
| Producción óptima de tolvas | $\frac{\text{Total de fabricación sin defectos de tolvas}}{\text{Total de fabricación de tolvas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de fabricación sin defectos | Total, de fabricación con defectos | Total, de fabricación | % de cumplimiento |
| Octubre | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Noviembre | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 4 | 0 | 4 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77. Formato de producción óptima de uñas

| FORMATO DE PRODUCCIÓN ÓPTIMA, 2021 | | | | |
|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | |
| Dimensión | Controlar | | | |
| Producción óptima de uñas | $\frac{\text{Total de fabricación sin defectos de uñas}}{\text{Total de fabricación de uñas}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de fabricación sin defectos | Total, de fabricación con defectos | Total, de fabricación | % de cumplimiento |
| Octubre | 20 | 0 | 20 | 100% |
| Noviembre | 24 | 0 | 24 | 100% |
| Total, de meses | 44 | 0 | 44 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78. Formato de producción óptima de botella hidráulica

| FORMATO DE PRODUCCIÓN ÓPTIMA, 2021 | | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | | |
| Dimensión | Controlar | | | |
| Producción óptima de botella hidráulica | $\frac{\text{Total de fabricación sin defectos de botella hidráulica}}{\text{Total de fabricación de botella hidráulica}} \times 100\%$ | | | |
| Mes | Total, de fabricación sin defectos | Total, de fabricación con defectos | Total, de fabricación | % de cumplimiento |
| Octubre | 1 | 0 | 1 | 100% |
| Noviembre | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Total, de meses | 3 | 0 | 3 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79. Matriz de validación del instrumento para la variable independiente por el juez experto 1

MATRIZ DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO

TÍTULO DE LA TESIS: Propuesta de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Matriz de Validación

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | Observación | | |
|----------------------------|-------------|----------------------------|--|-------------------------|----|-------------------------------------|----|--------------------------------------|----|-----------------------------------|----|----------------------|----|-------------|--------------------------------------|----|
| | | | | Coherencia interna | | Relación entre variable y dimensión | | Relación entre dimensión e indicador | | Claridad en redacción de fórmulas | | Mide lo que pretende | | | Relación entre indicador y los ítems | |
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | | SI | NO |
| V I: METODOLOGÍA SIX SIGMA | Definir | Cumplimiento de planeación | Total, de entregas realizadas de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de entregas realizadas de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de entregas realizadas de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Medir | Producción realizada | Total, de fabricaciones realizadas de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de fabricaciones realizadas de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de instalaciones realizadas de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Analizar | Producción sin defectos | Total, de tolvas sin defectos | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de uñas sin defectos | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de botellas hidráulicas sin defectos | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Mejorar | Capacitaciones | Total, de capacitaciones realizadas a los fabricantes de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de capacitaciones realizadas a los fabricantes de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de capacitaciones realizadas a los instaladores de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Controlar | Producción óptima | Total, de fabricación sin defectos de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de fabricación sin defectos de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de instalación sin defectos de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |

Post firma
DNI

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

 Mg. Lisset M. Solórzano I.L.U.
 INGENIERO INDUSTRIAL
 C.I.P. N° 155425

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Matriz de validación

OBJETIVO: Determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

DIRIGIDO A: Los trabajadores del área de fabricación

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

| Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
|------------|---------|-------|-----------|-----------|
| | | | X | |

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR :

Mg. Lisset Milagros Solórzano Lirio

GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR :

Magister



Sello y firma
DNI 42016089

Figura 41. Validación por el juez experto 1.

Tabla 80. Matriz de validación del instrumento para la variable independiente por el juez experto 2

MATRIZ DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO

TÍTULO DE LA TESIS: Propuesta de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en la empresa metalmecánica
Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Matriz de Validación

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | Observación |
|---------------------------|-------------|----------------------------|--|-------------------------|----|-------------------------------------|----|--------------------------------------|----|-----------------------------------|----|----------------------|----|--------------------------------------|----|-------------|
| | | | | Coherencia interna | | Relación entre variable y dimensión | | Relación entre dimensión e indicador | | Claridad en redacción de fórmulas | | Mide lo que pretende | | Relación entre indicador y los items | | |
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | |
| VI: METODOLOGÍA SIX SIGMA | Definir | Cumplimiento de planeación | Total, de entregas realizadas de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de entregas realizadas de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de entregas realizadas de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Medir | Producción realizada | Total, de fabricaciones realizadas de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de fabricaciones realizadas de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de instalaciones realizadas de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Analizar | Producción sin defectos | Total, de tolvas sin defectos | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de uñas sin defectos | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de botellas hidráulicas sin defectos | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Mejorar | Capacitaciones | Total, de capacitaciones realizadas a los fabricantes de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de capacitaciones realizadas a los fabricantes de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de capacitaciones realizadas a los instaladores de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Controlar | Producción óptima | Total, de fabricación sin defectos de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de fabricación sin defectos de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de instalación sin defectos de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |

Post firma
DNI



RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Matriz de validación

OBJETIVO: Determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

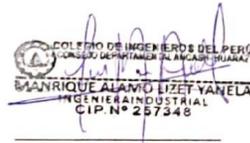
DIRIGIDO A: Los trabajadores del área de fabricación

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

| Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
|------------|---------|-------|-----------|-----------|
| | | | X | |

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR : Manrique Alamo Lizet Yancla

GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : colegiada



Sello y firma
DNI 72842197

Figura 42. Validación por el juez experto 2.

Tabla 81. Matriz de validación del instrumento para la variable independiente por el juez experto 3

MATRIZ DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO

TÍTULO DE LA TESIS: Propuesta de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Matriz de Validación

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | Observación |
|----------------------------|-------------|----------------------------|--|-------------------------|----|-------------------------------------|----|--------------------------------------|----|-----------------------------------|----|----------------------|----|--------------------------------------|----|-------------|
| | | | | Coherencia interna | | Relación entre variable y dimensión | | Relación entre dimensión e indicador | | Claridad en redacción de fórmulas | | Mide lo que pretende | | Relación entre indicador y los ítems | | |
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | |
| V I: METODOLOGÍA SIX SIGMA | Definir | Cumplimiento de planeación | Total, de entregas realizadas de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de entregas realizadas de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de entregas realizadas de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Medir | Producción realizada | Total, de fabricaciones realizadas de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de fabricaciones realizadas de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de instalaciones realizadas de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Analizar | Producción sin defectos | Total, de tolvas sin defectos | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de uñas sin defectos | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de botellas hidráulicas sin defectos | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Mejorar | Capacitaciones | Total, de capacitaciones realizadas a los fabricantes de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de capacitaciones realizadas a los fabricantes de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de capacitaciones realizadas a los instaladores de botellas hidráulicas | x | | X | | X | | x | | X | | x | | |
| | Controlar | Producción óptima | Total, de fabricación sin defectos de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de fabricación sin defectos de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | Total, de instalación sin defectos de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |



Ing. CIP. CHAVEZ MILLA HUMBERTO ANGEL
ING. INDUSTRIAL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 27135
DNI: 32793925

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Matriz de validación

OBJETIVO: Determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en la empresa metalmeccánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

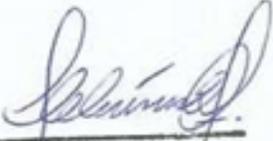
DIRIGIDO A: Los trabajadores del área de fabricación

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

| Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
|------------|---------|-------|-----------|-----------|
| | | | X | |

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR : CHAVEZ MILLA HUMBERTO ANGEL

GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : MAESTRO EN INGENIERIA INDUSTRIAL



Ing. CIP. CHAVEZ MILLA HUMBERTO ANGEL
ING. INDUSTRIAL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 27135

Sello y firma
DNI: 32793925

Figura 43. Validación por el juez experto 3.

Anexo 15. Instrumento para medir la productividad (variable dependiente)

Tabla 82. Formato de recolección de datos para los indicadores eficiencia y eficacia

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|--|--|-------|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación | | | |
| Indicador | Productividad | | | |
| Eficacia | $\frac{Q \text{ tolvas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de tolvas programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | Total |
| Pedidos de los productos | entregados en la fecha pactada | Julio | Agosto | |
| | no entregados en la fecha pactada | | | |
| | Programados | | | |
| | % | | | |
| Eficiencia | $\frac{\text{HHR en tolvas mes}}{\text{HHP en tolvas mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | Total |
| Horas Hombre | Reales | Julio | Agosto | |
| | Tiempos improductivos | | | |
| | Programados | | | |
| | Adicionales por retraso | | | |
| | Requeridos | | | |
| | % | | | |
| Productividad | | | | |
| $P = ExEf$ | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Instrumento para medir productividad de mano de obra directa en fabricación de tolvas

Tabla 83. Formato para medir la productividad horas hombre en fabricación de tolvas

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|----------------------------------|---|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en fabricación de tolvas | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ tolvas mes}}{\text{HHU mes}}$ | | |
| Meses | | | Total |
| Cantidad de tolvas | Julio | Agosto | |
| Horas Hombre utilizados | | | |
| Productividad de la mano de obra | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84. Formato para medir la productividad costos en fabricación de tolvas

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|--|---|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en fabricación de tolvas | | |
| Fórmula de la productividad parcial de la mano de obra | $\frac{Q \text{ tolvas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | | |
| Meses | | | |
| Cantidad de tolvas | Julio | Agosto | Total |
| Costo de mano de obra (S/) | | | |
| Productividad del costo de mano de obra | | | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Instrumento para medir productividad mano de obra directa en fabricación de uñas

Tabla 85. Formato para medir la productividad horas hombre en fabricación de uñas

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|----------------------------------|---|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en fabricación de uñas | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ uñas mes}}{HHU \text{ mes}}$ | | |
| Meses | | | Total |
| Cantidad de uñas | Julio | Agosto | |
| Horas Hombre utilizados | | | |
| Productividad de la mano de obra | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86. Formato para medir la productividad costos en fabricación de uñas

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|--|---|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en fabricación de uñas | | |
| Fórmula de la productividad de la mano de obra | $\frac{Q \text{ uñas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | | |
| Meses | | | |
| Cantidad de uñas | Julio | Agosto | Total |
| Costo de mano de obra (s/) | | | |
| Productividad del costo de mano de obra | | | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Instrumento para medir productividad Mano de Obra Directa en instalación de botella hidráulica

Tabla 87. Formato para medir la productividad horas hombre en instalación de botella hidráulica

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|----------------------------------|---|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en instalación de botella hidráulica | | |
| Índice | $\frac{Q \text{ botellas hidráulicas mes}}{\text{HHU mes}}$ | | |
| Meses | | | Total |
| Cantidad de botellas hidráulicas | Julio | Agosto | |
| Horas Hombre utilizados | | | |
| Productividad de la mano de obra | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88. Formato para medir la productividad costos en instalación de botella hidráulica

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | |
|--|---|--------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales E.I.R.L. | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | |
| Indicador | Productividad horas hombre en instalación de botellas hidráulicas | | |
| Fórmula de la productividad de la mano de obra | $\frac{Q \text{ botellas hidráulicas mes}}{\text{Costo de mano de obra mes}}$ | | |
| Meses | | | |
| Cantidad de botellas hidráulicas | Julio | Agosto | Total |
| Costo de mano de obra (s/) | | | |
| Productividad del costo de mano de obra | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89. Matriz de validación del instrumento para la variable dependiente por el juez experto 1

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | Observación | |
|--------------------|---------------|---|--|-------------------------|----|-------------------------------------|----|--------------------------------------|----|-----------------------------------|----|----------------------|----|--------------------------------------|----|-------------|--|
| | | | | Coherencia interna | | Relación entre variable y dimensión | | Relación entre dimensión e indicador | | Claridad en redacción de fórmulas | | Mide lo que pretende | | Relación entre indicador y los ítems | | | |
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | | |
| V D: PRODUCTIVIDAD | Eficiencia | Recurso tiempo en tolvas | Horas hombre reales en fabricación de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Recurso tiempo en fabricación de uñas | Horas hombre reales en fabricación de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Recurso tiempo en instalación de botellas hidráulicas | Horas hombre reales en instalación de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | Eficacia | Cumplimiento de las entregas en tolvas | Órdenes entregadas a tiempo de las tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Cumplimiento de las entregas en fabricación de uñas | Órdenes entregadas a tiempo de las uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Cumplimiento de las entregas en instalación de botellas hidráulicas | Órdenes entregadas a tiempo de las botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | Productividad | Mano de obra en tolvas | # Tolvas mes/H-H | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | # Tolvas mes/Costo M O | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | Mano de obra en fabricación de uñas | # Uñas mes/H-H | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | # Uñas mes/Costo M O | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | Mano de obra en instalación de botella hidráulica | # Botellas hidráulicas mes/H-H | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | # Botellas hidráulicas mes/Costo M O | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |

Post firma
DNI


 COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA
 Mg. Lisset M. Solórzano Linares
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP N° 155425

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Matriz de validación

OBJETIVO: Determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

DIRIGIDO A: Los trabajadores del área de fabricación

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

| Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
|------------|---------|-------|-----------|-----------|
| | | | X | |

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR :

Mg. Lisset Milagros Solórzano Lirio

GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR :

Magister



Sello y firma

DNI 42016089

Figura 44. Validación por el juez experto 1

Tabla 90. Matriz de validación del instrumento para la variable dependiente por el juez experto 2

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | Observación | | | |
|--------------------|---|---|--|-------------------------|----|-------------------------------------|----|--------------------------------------|----|-----------------------------------|----|----------------------|----|-------------|--------------------------------------|----|--|
| | | | | Coherencia interna | | Relación entre variable y dimensión | | Relación entre dimensión e indicador | | Claridad en redacción de fórmulas | | Mide lo que pretende | | | Relación entre indicador y los ítems | | |
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | | SI | NO | |
| V D: PRODUCTIVIDAD | Eficiencia | Recurso tiempo en tolvas | Horas hombre reales en fabricación de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Recurso tiempo en fabricación de uñas | Horas hombre reales en fabricación de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Recurso tiempo en instalación de botellas hidráulicas | Horas hombre reales en instalación de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | Eficacia | Cumplimiento de las entregas en tolvas | Órdenes entregadas a tiempo de las tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Cumplimiento de las entregas en fabricación de uñas | Órdenes entregadas a tiempo de las uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Cumplimiento de las entregas en instalación de botellas hidráulicas | Órdenes entregadas a tiempo de las botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | Productividad | Mano de obra en tolvas | # Tolvas mes/H-H | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | # Tolvas mes/Costo M O | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | Mano de obra en fabricación de uñas | # Uñas mes/H-H | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | # Uñas mes/Costo M O | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | Mano de obra en instalación de botella hidráulica | # Botellas hidráulicas mes/H-H | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | # Botellas hidráulicas mes/Costo M O | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |

Post firma
DNI



RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Matriz de validación

OBJETIVO: Determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

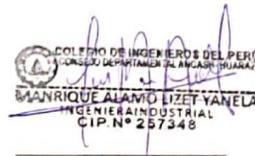
DIRIGIDO A: Los trabajadores del área de fabricación

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

| Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
|------------|---------|-------|-----------|-----------|
| | | | X | |

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR : Manrique Alamo Lizet Yancla

GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : colegiada



Sello y firma
DNI 72842197

Figura 45. Validación por el juez experto 2.

Tabla 91. Matriz de validación del instrumento para la variable dependiente por el juez experto 3

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | Observación | |
|---------------------------|----------------------|---|--|-------------------------|----|-------------------------------------|----|--------------------------------------|----|-----------------------------------|----|----------------------|----|--------------------------------------|----|-------------|--|
| | | | | Coherencia interna | | Relación entre variable y dimensión | | Relación entre dimensión e indicador | | Claridad en redacción de fórmulas | | Mide lo que pretende | | Relación entre indicador y los ítems | | | |
| | | | | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | | |
| V D: PRODUCTIVIDAD | Eficiencia | Recurso tiempo en tolvas | Horas hombre reales en fabricación de tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Recurso tiempo en fabricación de uñas | Horas hombre reales en fabricación de uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Recurso tiempo en instalación de botellas hidráulicas | Horas hombre reales en instalación de botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | Eficacia | Cumplimiento de las entregas en tolvas | Órdenes entregadas a tiempo de las tolvas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Cumplimiento de las entregas en fabricación de uñas | Órdenes entregadas a tiempo de las uñas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | | Cumplimiento de las entregas en instalación de botellas hidráulicas | Órdenes entregadas a tiempo de las botellas hidráulicas | X | | X | | X | | X | | X | | X | | | |
| | Productividad | Mano de obra en tolvas | # Tolvas mes/H-H | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | # Tolvas mes/Costo M O | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | Mano de obra en fabricación de uñas | # Uñas mes/H-H | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | # Uñas mes/Costo M O | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | Mano de obra en instalación de botella hidráulica | # Botellas hidráulicas mes/H-H | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |
| | | | # Botellas hidráulicas mes/Costo M O | | X | | X | | X | | X | | X | | X | | |


 Ing. CIP. CHAVEZ MILLA HUMBERTO ANGEL
 ING. INDUSTRIAL
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 27135

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Matriz de validación

OBJETIVO: Determinar en qué medida la propuesta de la metodología Six Sigma incrementará la productividad en la empresa metalmeccánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021

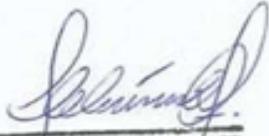
DIRIGIDO A: Los trabajadores del área de fabricación

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

| Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Excelente |
|------------|---------|-------|-----------|-----------|
| | | | X | |

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR : CHAVEZ MILLA HUMBERTO ANGEL

GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : MAESTRO EN INGENIERIA INDUSTRIAL



Ing. CIP. CHÁVEZ MILLA HUMBERTO ANGEL
ING. INDUSTRIAL
Reg. Colegio de Ingenieros Nº 27135

Sello y firma
DNI: 32793925

Figura 46. Validación por el juez experto 3.

Anexo 19. Prueba de confiabilidad de Alfa de Cronbach

Tabla 92. Prueba de confiabilidad de la variable independiente

| PRUEBA DE CONFIABILIDAD: PRUEBA PILOTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---|---|-------|-------|---|---|-------|----------|---|---|-------|---------|----|----|-------|-----------|----|----|--------|--------|
| METODOLOGÍA SIX SIGMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | Definir | | | TOT | Medir | | | TOT | Analizar | | | TOT | Mejorar | | | TOT | Controlar | | | TOT | TOT |
| | 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | | 7 | 8 | 9 | | 10 | 11 | 12 | | 13 | 14 | 15 | | |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 7 | 2 | 2 | 1 | 5 | 25 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 6 | 3 | 2 | 1 | 6 | 1 | 2 | 2 | 5 | 26 |
| 3 | 1 | 4 | 2 | 7 | 3 | 2 | 4 | 9 | 4 | 2 | 1 | 7 | 1 | 4 | 2 | 7 | 1 | 4 | 1 | 6 | 36 |
| 4 | 3 | 1 | 2 | 6 | 4 | 1 | 3 | 8 | 2 | 2 | 1 | 5 | 3 | 1 | 4 | 8 | 3 | 2 | 2 | 7 | 34 |
| 5 | 2 | 3 | 1 | 6 | 2 | 3 | 2 | 7 | 1 | 3 | 2 | 6 | 2 | 4 | 1 | 7 | 2 | 4 | 1 | 7 | 33 |
| 6 | 1 | 3 | 2 | 6 | 1 | 2 | 4 | 7 | 2 | 2 | 2 | 6 | 1 | 3 | 4 | 8 | 2 | 3 | 2 | 7 | 34 |
| 7 | 4 | 2 | 1 | 7 | 3 | 1 | 3 | 7 | 4 | 2 | 4 | 10 | 4 | 2 | 3 | 9 | 1 | 2 | 4 | 7 | 40 |
| 8 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 6 | 4 | 2 | 1 | 7 | 26 |
| Var | | | | 1.234 | | | | 2.500 | | | | 3.250 | | | | 0.938 | | | | 0.734 | 26.188 |
| Suma de varianzas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8.656 | |
| Varianza general | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 26.188 | |
| Valor de Alfa de Cronbach | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.837 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93. Prueba de confiabilidad de la variable dependiente

| PRUEBA DE CONFIABILIDAD: PRUEBA PILOTO | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---|---|-------|----------|---|---|-------|---------------|---|---|--------|--------|
| PRODUCTIVIDAD | | | | | | | | | | | | | |
| N° | Eficiencia | | | TOT | Eficacia | | | TOT | Productividad | | | TOT | TOT |
| | 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | | 7 | 8 | 9 | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 6 | 3 | 2 | 1 | 6 | 1 | 2 | 1 | 4 | 16 |
| 2 | 1 | 4 | 2 | 7 | 2 | 4 | 3 | 9 | 4 | 1 | 2 | 7 | 23 |
| 3 | 1 | 3 | 1 | 5 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 2 | 1 | 4 | 14 |
| 4 | 2 | 4 | 1 | 7 | 3 | 4 | 2 | 9 | 3 | 4 | 1 | 8 | 24 |
| 5 | 4 | 1 | 3 | 8 | 2 | 3 | 4 | 9 | 3 | 3 | 2 | 8 | 25 |
| 6 | 1 | 2 | 2 | 5 | 3 | 1 | 2 | 6 | 4 | 2 | 1 | 7 | 18 |
| 7 | 2 | 3 | 1 | 6 | 4 | 2 | 1 | 7 | 4 | 1 | 2 | 7 | 20 |
| 8 | 1 | 3 | 1 | 5 | 4 | 1 | 3 | 8 | 3 | 2 | 2 | 7 | 20 |
| Var | | | | 1.109 | | | | 2.234 | | | | 2.25 | 13.250 |
| Suma de varianzas | | | | | | | | | | | | 5.594 | |
| Varianza general | | | | | | | | | | | | 13.250 | |
| Valor de Alfa de Cronbach | | | | | | | | | | | | 0.867 | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Fórmula de eficiencia

Tabla 94. Fórmula según (Calvo, Pelegrín y Gil, 2018)

| | |
|-------------------|---|
| Eficiencia | $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Productos resultantes}}{\text{Recursos utilizados}}$ |
|-------------------|---|

Fuente: Calvo, Pelegrín y Gil, 2018

Anexo 21. Fórmula de eficacia

Tabla 95. Fórmula según (Anaya, 2016)

| | |
|-----------------|---|
| Eficacia | $\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción proyectada}}$ |
|-----------------|---|

Fuente: Anaya, 2016

Anexo 22. Fórmula de productividad

Tabla 96. Fórmula según (Gutiérrez, 2014)

| | |
|----------------------|---|
| Productividad | $\text{Productividad} = \text{Eficiencia} * \text{eficacia}$ |
| | $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} * \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}}$ |

Fuente: Gutiérrez, 2014

Anexo 23. Organización actual de la empresa Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

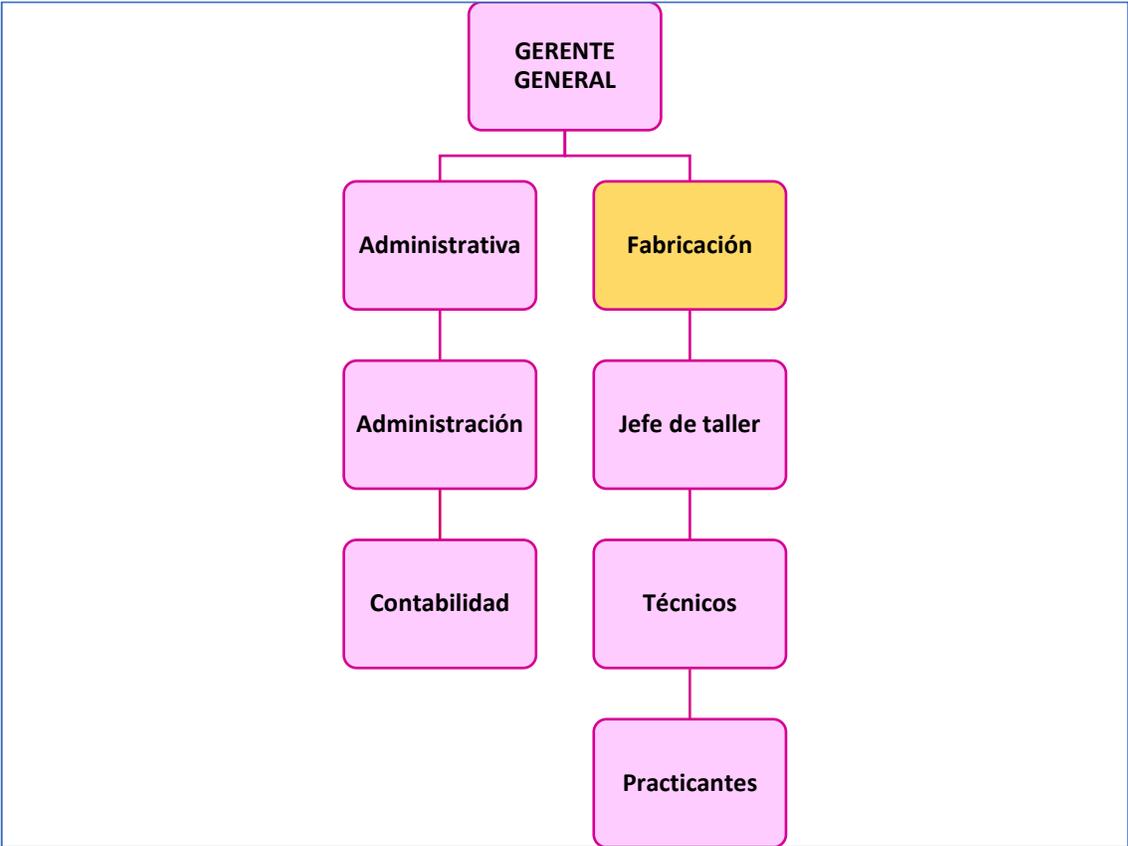


Figura 47. Organigrama actual de la empresa

Fuente: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

Anexo 24. Personal que trabaja actualmente en la empresa Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

Tabla 97. *Distribución del personal por área*

| ÁREA | PUESTO | CANTIDAD |
|----------------|---------------------|----------|
| Administrativa | Gerente general | 1 |
| | Administración | 1 |
| | Contabilidad | 1 |
| Fabricación | Jefe de taller | 1 |
| | Técnicos soldadores | 3 |
| | Practicantes | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25. Base de datos de la venta del servicio de fabricación de tolvas del año 2021

Tabla 98. Base de datos de la elaboración del servicio de fabricación de tolvas

|  METALMECÁNICA TÉCNICOS INDUSTRIALES CHAYA | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------------------|---------------------|----------|-----------------|------------------|------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|--------------|------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| DATOS DE LA PRODUCCIÓN DE LA FABRICACIÓN DE TOLVAS | | | | | | | | | | | | | | |
| ÓRDENES DE PRODUCCIÓN DEL AÑO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Meses | Equipo | Actividad | Cantidad de órdenes | Estado | Fecha de inicio | Fecha de término | Fecha pactada con el cliente | Demoras en entrega | H-H efectivas | H-H adicionales por demora | Realizó | Supervisó | Cliente | Observaciones |
| MES: ENERO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Enero | Volquete | Fabricación de tolva | 1 | Aprobado | 4-Ene | 21-Ene | 21-Ene | NO | 113.13 | 0 | Julio Quispe | Anastasio Charca | LITARO S.R.L. | |
| MES: FEBRERO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Febrero | Volquete | Fabricación de tolva | 1 | Aprobado | 6-Feb | 23-Feb | 25-Feb | SI | 113.13 | 18.6 | Roger Charca | Anastasio Charca | RUSO S.A.C. | Demora del proveedor de soldadura |
| MES: MARZO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Marzo | Volquete | Fabricación de tolva | 1 | Aprobado | 8-Mar | 24-Mar | 24-Mar | NO | 113.13 | 0 | Julio Quispe | Anastasio Charca | ECONSI S.A | |
| MES: ABRIL 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Abril | Volquete | Fabricación de tolva | 1 | Aprobado | 7-Abr | 23-Abr | 23-Abr | NO | 113.13 | 0 | Roger Charca | Anastasio Charca | TERCEROS RECOMENDADOS | |
| MES: MAYO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Mayo | Volquete | Fabricación de tolva | 1 | Aprobado | 7-May | 23-May | 23-May | NO | 113.13 | 0 | Julio Quispe | Anastasio Charca | GRUPO CELLSH | |
| MES: JUNIO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Junio | Volquete | Fabricación de tolva | 1 | Aprobado | 6-Jun | 22-Jun | 25-Jun | SI | 113.13 | 19.35 | Roger Charca | Anastasio Charca | ECONSI S.A | |
| MES: JULIO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Julio | Volquete | Fabricación de tolva | 1 | Aprobado | 5-Jul | 24-Jul | 21-Jul | SI | 113.13 | 19.5 | Julio Quispe | Anastasio Charca | LITARO S.R.L. | Demora del proveedor de soldadura |
| MES: AGOSTO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Agosto | Volquete | Fabricación de tolva | 1 | Aprobado | 2-Ago | 18-Ago | 18-Ago | NO | 113.13 | 0 | Roger Charca | Anastasio Charca | RUSO S.A.C. | |

Fuente: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

Anexo 26. Base de datos de la venta del servicio de fabricación de uñas del año 2021

Tabla 99. Base de datos de la elaboración del servicio de fabricación de uñas

|  METALMECÁNICA TÉCNICOS INDUSTRIALES CHAYA | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|---------------------|----------|-----------------|------------------|------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|--------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
| DATOS DE LA PRODUCCIÓN DE LA FABRICACIÓN DE UÑAS | | | | | | | | | | | | | | |
| ÓRDENES DE PRODUCCIÓN DEL AÑO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Meses | Equipo | Actividad | Cantidad de órdenes | Estado | Fecha de inicio | Fecha de término | Fecha pactada con el cliente | Demoras en entrega | H-H efectivas | H-H adicionales por demora | Realizó | Supervisor | Cliente | Observaciones |
| MES: ENERO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Enero | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 24 | Aprobado | 4-Ene | 1-Feb | 4-Feb | SI | 192 | 48 | Julio Quispe | Anastasio Charca | RUSO S.A.C. | Demora del proveedor |
| MES: FEBRERO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Febrero | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 18 | Aprobado | 4-Feb | 24-Feb | 24-Feb | NO | 144 | 0 | Roger Charca | Anastasio Charca | TERCEROS RECOMENDADOS | |
| MES: MARZO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Marzo | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 12 | Aprobado | 1-Mar | 13-Mar | 13-Mar | NO | 72 | 0 | Julio Quispe | Anastasio Charca | GRUPO CELLSH | |
| MES: ABRIL 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Abril | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 18 | Aprobado | 1-Abr | 21-Abr | 24-Abr | SI | 144 | 24 | Roger Charca | Anastasio Charca | ECONSI S.A | Tardanza del operario |
| MES: MAYO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Mayo | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 12 | Aprobado | 3-May | 22-May | 22-May | NO | 72 | 0 | Julio Quispe | Anastasio Charca | MUNICIPALIDAD DE HUARAZ | |
| MES: JUNIO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Junio | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 24 | Aprobado | 1-Jun | 28-Jun | 1-Jul | SI | 192 | 48 | Roger Charca | Anastasio Charca | TERCEROS RECOMENDADOS | Tardanza del operario |
| MES: JULIO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Julio | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 24 | Aprobado | 5-Jul | 16-Jul | 10-Jul | SI | 192 | 48 | Julio Quispe | Anastasio Charca | GRUPO CELLSH | Tardanza del operario |
| MES: AGOSTO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Agosto | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 18 | Aprobado | 9-Ago | 16-Ago | 14-Ago | SI | 144 | 24 | Roger Charca | Anastasio Charca | RUSO S.A.C. | Tardanza del operario |

Fuente: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

Anexo 27. Base de datos de la venta del servicio de la instalación de la botella hidráulica del año 2021

Tabla 100. Base de datos de la elaboración del servicio de la instalación de la botella hidráulica

|  METALMECÁNICA TÉCNICOS INDUSTRIALES CHAYA | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|-----------------------------------|---------------------|----------|-----------------|------------------|------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|--------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| DATOS DE LA PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA BOTELLA HIDRÁULICA | | | | | | | | | | | | | | |
| ÓRDENES DE PRODUCCIÓN DEL AÑO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Meses | Equipo | Actividad | Cantidad de órdenes | Estado | Fecha de inicio | Fecha de término | Fecha pactada con el cliente | Demoras en entrega | H-H efectivas | H-H adicionales por demora | Realizó | Supervisó | Cliente | Observaciones |
| MES: ENERO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Enero | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 2 | Aprobado | 5-Ene | 8-Ene | 9-Ene | SI | 47.5 | 7.4 | Julio Quispe | Anastasio Charca | MULTISECTORIAL AYASH | Demora del proveedor de soldadura |
| MES: FEBREO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Febrero | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 1 | Aprobado | 17-Feb | 20-Feb | 20-Feb | NO | 23.75 | 0 | Roger Charca | Anastasio Charca | ECONSI S.A | |
| MES: MARZO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Marzo | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 2 | Aprobado | 11-Mar | 14-Mar | 15-Mar | SI | 47.5 | 7.4 | Julio Quispe | Anastasio Charca | MUNICIPALIDAD DE HUARAZ | Demora del proveedor de soldadura |
| MES: ABRIL 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Abril | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 1 | Aprobado | 27-Abr | 30-Abr | 30-Abr | NO | 23.75 | 0 | Roger Charca | Anastasio Charca | RUSO S.A.C. | |
| MES: MAYO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Mayo | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 1 | Aprobado | 15-May | 19-May | 19-May | NO | 23.75 | 0 | Julio Quispe | Anastasio Charca | MULTISECTORIAL AYASH | |
| MES: JUNIO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Junio | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 1 | Aprobado | 21-Jun | 24-Jun | 24-Jun | NO | 23.75 | 0 | Roger Charca | Anastasio Charca | MUNICIPALIDAD DE HUARAZ | |
| MES: JULIO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Julio | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 1 | Aprobado | 12-Jul | 14-Jul | 15-Jul | SI | 23.75 | 5.3 | Julio Quispe | Anastasio Charca | TERCEROS RECOMENDADOS | Demora del proveedor de soldadura |
| MES: AGOSTO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Agosto | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 2 | Aprobado | 16-Ago | 24-Ago | 23-Ago | SI | 47.5 | 7.4 | Roger Charca | Anastasio Charca | RUSO S.A.C. | Demora del líquido de hidrolina |

Fuente: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

Anexo 28. Costo de producción en tolvas en los dos meses de diagnóstico

Tabla 101. *Tabla de los costos producción en tolvas en los meses de diagnóstico*

| N° de orden de producción | Mes de julio, 2021 | H-H utilizados en tolvas | Cantidad por unidad de 5m3 | Costo unitario de material por m3 (s/) | Costo unitario de fabricación por m3 (s/) | Costos de material directo en fabricación (s/) | Costo de mano de obra directa en fabricación (s/) | Costo primo | Costo de producción en fabricación de tolvas (s/) |
|----------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|---|--|---|--|--------------------|--|
| 1,521 | Fabricación de tolva para volquete de 5m3 | 132.63 | 1 | 8,200.00 | 16,400.00 | 8,200.00 | 3,481.54 | 11,681.54 | 16,400.00 |
| N° de orden de producción | Mes de agosto, 2021 | H-H utilizados en tolvas | Cantidad unidad de 5m3 | Costo unitario de material por m3 (s/) | Costo unitario de fabricación (s/) | Costos de material directo en fabricación (s/) | Costo de mano de obra directa en fabricación (s/) | Costo primo | Costo de producción en fabricación de tolvas (s/) |
| 1,522 | Fabricación de tolva para volquete de 5m3 | 113.13 | 1 | 8,200.00 | 16,400.00 | 8,200.00 | 2,969.66 | 11,169.66 | 16,400.00 |

Fuente: Datos brindados por el contador de la empresa en estudio.

Anexo 29. Costo de producción en uñas en los dos meses de diagnóstico

Tabla 102. *Tabla de los costos producción en uñas en los meses de diagnóstico*

| N° de orden de producción | Mes de julio, 2021 | H-H utilizadas en uñas | Cantidad | Costo unitario de material (s/) | Costo unitario de fabricación (s/) | Costo de material directo en fabricación (s/) | Costo de mano de obra directa en fabricación (s/) | Costo primo | Costo de producción en fabricación de uñas |
|----------------------------------|--|-------------------------------|-----------------|--|---|--|--|--------------------|---|
| 1,523 | Fabricación de uñas para retroexcavadora | 240.00 | 24 | 100 | 250.00 | 2,400.00 | 6,300.00 | 8,700.00 | 6,000.00 |
| N° de orden de producción | Mes de agosto, 2021 | H-H utilizadas en uñas | Cantidad | Costo unitario de material (s/) | Costo unitario de fabricación (s/) | Costo de material directo en fabricación (s/) | Costo de mano de obra directa en fabricación (s/) | Costo primo | Costo de producción en fabricación de uñas |
| 1,524 | Fabricación de uñas para retroexcavadora | 168.00 | 18 | 100 | 250.00 | 1,800.00 | 4,410.00 | 6,210.00 | 4,500.00 |

Fuente: Datos brindados por el contador de la empresa en estudio.

Anexo 30. Costo de producción en instalación de botella hidráulica en los dos meses de diagnóstico

Tabla 103. *Tabla de los costos producción en instalación de botella hidráulica en los meses de diagnóstico*

| N° de orden de producción | Mes de julio, 2021 | H-H utilizadas en la instalación | Cantidad | Costo unitario de material (s/) | Costo unitario de instalación (s/) | Costo de material directo en instalación (s/) | Costo de mano de obra directa en instalación (s/) | Costo primo | Costo de instalación |
|----------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|--|---|--|--|--------------------|-----------------------------|
| 1,525 | Instalación de botella hidráulica | 29.05 | 1 | 0 | 900.00 | 0.00 | 762.56 | 762.56 | 900.00 |
| N° de orden de producción | Mes de agosto, 2021 | H-H utilizadas en la instalación | Cantidad | Costo unitario de material (s/) | Costo unitario de instalación (s/) | Costo de material directo en instalación (s/) | Costo de mano de obra directa en instalación (s/) | Costo primo | Costo de instalación |
| 1,526 | Instalación de botella hidráulica | 54.90 | 2 | 0 | 900.00 | 0.00 | 1,441.13 | 1,441.13 | 1,800.00 |

Fuente: Datos brindados por el contador de la empresa en estudio.

Anexo 31. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA METALMECÁNICA TÉCNICOS INDUSTRIALES CHAYA E.I.R.L. HUARAZ, 2021

Presentación

La presente propuesta de aplicación de la metodología Six Sigma fue con la finalidad de incrementar la productividad en la empresa Metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. de la ciudad de Huaraz, se ha desarrollado para que la institución pueda mejorar los indicadores de productividad, además pueda tener esta metodología de manera documentada y pueda aplicarla cuando sea requerida en los tres procesos más principales que realiza la institución. Se tiene conocimiento teórico de que la metodología Six Sigma, en diversas investigaciones, ha demostrado efectividad en el incremento de la productividad debido a los errores o fallos cometidos en las actividades o procesos que implican los tres servicios principales de la empresa.

La propuesta busca que la empresa mejore sus indicadores de productividad para los tres productos más principales, los cuales son, la fabricación de tolva para volquete, fabricación de uñas para retroexcavadoras e instalación de botella hidráulica, inicialmente, se deben determinar los procesos y actividades, se deben identificar los errores en que se están incurriendo en cada uno de los procesos y en cada uno de los productos y servicios. En general, para dar solución a la problemática de la baja productividad se busca aplicar la metodología Six Sigma y la sub metodología DMAIC.

Fundamentación

La presente propuesta se cimenta en que todas las empresas industriales demandan de un apropiado nivel de productividad para que sean consideradas como competitivas en el mercado, y de esta manera se aseguren un nicho o espacio en el mercado, también se garantice la continuidad en dicho mercado, en ese sentido, la empresa Metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. de la ciudad de Huaraz. Dado que la eficiencia y eficacia en los procesos suelen variar en el tiempo, la empresa requiere de una propuesta de mejora de la productividad de sus tres principales servicios, los cuales son: la fabricación de tolva para volquete, fabricación de uñas para

retroexcavadoras e instalación de botella hidráulica. La propuesta se fundamenta en los fundamentos teóricos de la productividad, la cual es considerada como un indicador de vital importancia debido a que contribuye en el conocimiento de la productividad parcial de cada uno de los elementos del sistema de producción, tales como, productividad de cada una de las estaciones de trabajo de los tres servicios de producción e instalación (PULIDO, 2010). Asimismo, se fundamenta en la teoría y principios de la metodología Lean Manufacturing, específicamente en los principios del Six Sigma.

Objetivos

Que la empresa Metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. de la ciudad de Huaraz disponga de una metodología documentada para cada uno de los procesos de los servicios de fabricación de tolvas de volquetes, fabricación de uñas para retroexcavadoras e instalación de botella hidráulica.

Ventajas de la propuesta Six Sigma

Con la aplicación de esta metodología se van a reducir los defectos, errores o fallos hasta un valor cercano a cero en lo teórico, en la práctica se espera a un nivel del 95%, específicamente en los tres procesos que la empresa desarrolla. El logro de este porcentaje va a contribuir a que los resultados se vean robustamente impactados de forma positiva.

La empresa podrá ahorrar como consecuencia de menores errores y fallos en los procesos y actividades en los tres servicios que presta. Los ahorros se van a lograr por medio de la reducción de fallos en los procesos y en el uso de la materia prima.

La metodología Six Sigma va a contribuir en la reducción significativa de los despilfarros y procesos sin valor añadido, de esta manera, la empresa va a potenciar a las actividades y procesos que sí aportan valor añadido.

Con la reducción de fallos en los procesos y uso de la materia prima, se va a lograr satisfacer significativamente al cliente, contribuye en la fidelización del cliente, permite la recuperación de la participación de la empresa en el mercado, ayuda en la

realización de previsiones de mayor confiabilidad y a reducir el índice de devolución de productos por parte de los clientes.

Six Sigma es una metodología aplicable a empresas de cualquier ámbito, también se puede aplicar a la empresa metalmecánica como la presente empresa, asimismo se aplica a las empresas de producción y de servicios.

Con la aplicación de la metodología Six Sigma se van a mejorar y optimizar los procesos de forma que se configuren un conjunto de metodologías estandarizadas, y que sean comunes a todos los integrantes de la empresa; asimismo, va a generar retornos de inversión en magnitudes considerables con los cuales se va a permitir absorber los costos que implica la aplicación de esta importante metodología de la familia Lean Manufacturing en un plazo de tiempo accesible para todas las empresas que desean implementarla.

Requerimientos para la aplicación de Six Sigma

Los requerimientos para la aplicación de esta metodología en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, se han considerado los siguientes:

Conocimientos para la producción de tolva de volquetes

- ✓ Conocimiento de la demanda o de la orden de pedido
- ✓ Disponibilidad de los planos de construcción de la tolva de volquete
- ✓ Conocimiento de las dimensiones y características de la tolva de volquete
- ✓ Disponer del Diagrama de Operaciones
- ✓ Disponer del Análisis de Operaciones
- ✓ Disponer del diagrama de recorrido
- ✓ Identificar los fallos cometidos en cada una de las actividades de los procesos de la producción de tolva para volquetes (fallos en disponibilidad de materia prima, referentes al personal, etc.).

- ✓ Identificar los defectos cometidos en cada una de las actividades de los procesos de la producción de tolva para volquetes (defectos en disponibilidad de materia prima, referentes al personal, etc.).
- ✓ Conocimientos de los tiempos de fabricación de la tolva de volquete
- ✓ Disponibilidad del personal pertinente para el inicio y término del proceso de producción de las tolvas de volquete.
- ✓ Disponibilidad de la maquinaria con eficiencia aceptable y en estado de operatividad adecuada para la producción de las tolvas de volquete.
- ✓ Disponibilidad de la línea de producción y que no se esté usando en otros servicios de la empresa.

Conocimientos para la producción de uñas de retroexcavadora

- ✓ Conocimiento de la demanda o de la orden de pedido de uñas de retroexcavadora
- ✓ Disponibilidad de los planos de construcción de uñas de retroexcavadora
- ✓ Conocimiento de las dimensiones y características de uñas de retroexcavadora
- ✓ Disponer del Diagrama de Operaciones
- ✓ Disponer del Análisis de Operaciones
- ✓ Disponer del diagrama de recorrido
- ✓ Identificar los fallos cometidos en cada una de las actividades de los procesos de la producción de uñas de retroexcavadora (fallos en disponibilidad de materia prima, referentes al personal, etc.).
- ✓ Identificar los defectos cometidos en cada una de las actividades de los procesos de la producción de uñas de retroexcavadora (defectos en disponibilidad de materia prima, referentes al personal, etc.).
- ✓ Conocimientos de los tiempos de fabricación de uñas de retroexcavadora

- ✓ Disponibilidad del personal pertinente para el inicio y término del proceso de producción de las uñas de retroexcavadora.
- ✓ Disponibilidad de la maquinaria con eficiencia aceptable y en estado de operatividad adecuada para la producción de uñas de retroexcavadora.
- ✓ Disponibilidad de la línea de producción y que no se esté usando en otros servicios de la empresa.

Conocimientos del servicio de instalación de la botella hidráulica.

- ✓ Conocimiento de la demanda o de la orden de pedido de instalación de la botella hidráulica
- ✓ Disponibilidad de los planos para la instalación de la botella hidráulica
- ✓ Conocimiento de las dimensiones y características de instalación de la botella hidráulica
- ✓ Disponer del Diagrama de Operaciones
- ✓ Disponer del Análisis de Operaciones
- ✓ Disponer del diagrama de recorrido
- ✓ Identificar los fallos cometidos en cada una de las actividades de los procesos de la instalación de la botella hidráulica (fallos en disponibilidad de herramientas y equipos, referentes al personal, etc.).
- ✓ Identificar los defectos cometidos en cada una de las actividades de los procesos de instalación de la botella hidráulica (fallos en disponibilidad de herramientas y equipos, referentes al personal, etc.).
- ✓ Conocimientos de los tiempos de instalación de fallos en disponibilidad de herramientas y equipos
- ✓ Disponibilidad del personal pertinente para el inicio y término del proceso de instalación de fallos en disponibilidad de herramientas y equipos.

- ✓ Disponibilidad del personal adecuada para la instalación de la botella hidráulica.

Equipos para aplicar el DMAIC: Los equipos para el presente estudio de la propuesta de aplicación de la metodología Six Sigma de la línea de producción de la empresa METALMECÁNICA TÉCNICOS INDUSTRIALES CHAYA E.I.R.L. de la ciudad de Huaraz son los siguientes:

Tabla 104. Herramientas y equipos para toma de datos.

| EQUIPOS | FUNCIÓN | IMAGEN |
|------------------------------------|---|---|
| Cronómetro | Medir los tiempos de flujo del personal, de la materia prima y de los productos en proceso |  |
| Cinta métrica | Mide las distancias más largas de la línea de producción, ejemplo las tolvas |  |
| Wincha | Mide las distancias más cortas de las máquinas, estaciones de trabajo y los pasadizos de la línea de producción |  |
| Tablero de datos | Sirve de apoyo para registrar las anotaciones en el formulario de captación de tiempos y otros datos |  |
| Formulario de anotaciones de datos | Sirve para registrar los datos e información obtenido como resultado de aplicar el DMAIC |  |

Elaboración: Propia

Etapas del estudio de la herramienta DMAIC: Las etapas de estudio de la aplicación de la metodología DMAIC son las siguientes:

APLICACIÓN DEL DMAIC EN LA PRODUCCIÓN DE TOLVA DE VOLQUETES

Definir el proceso de producción de tolvas de volquete (Define): Consiste en mapear el proceso de producción en estudio, consiste en identificar los problemas de defectos y fallos en los procesos de construcción de tolvas de volquetes relacionados con la materia prima, el personal, los aspectos económicos, la disponibilidad de línea de producción, es decir, que no esté asignado a otro servicio de la empresa, asimismo, en esta fase se plantean los objetivos finales y los requisitos para concretizarlo.

Medir el desempeño de los procesos (Mide): Para ello se registran las actividades de cada uno de los procesos de producción de tolvas para volquetes, también se evidencia si la empresa dispone de la capacidad operativa y tecnológica para poder cumplir con los requisitos de los procesos de producción en función a la demanda del mercado. Se mide si se va a cumplir con la demanda de producción de las tolvas de volquete.

Analizar los procesos actuales (Analiza): En esta etapa se determinan los motivos por los que las actividades de cada uno de los procesos de producción de la tolva para volquetes sufran variaciones o porque presenten baja productividad desempeño, es decir, se trata de realizar la identificación de las actividades defectuosas y actividades que presentan fallos que se desarrollan en cada proceso. Implica verificar el diagrama DOP y DAP.

Optimizar el desempeño de cada uno de los procesos (Mejora): Consiste en mejorar mediante la reducción o eliminación de las que causan los fallos o defectos en cada una de las actividades de los procesos de la producción de tolvas para volquetes. Para ello, se tiene que desarrollar pruebas a las diferentes variantes con la finalidad de determinar la forma óptima de llevar a cabo cada proceso de producción.

Control de cada nuevo proceso y su desempeño (Controla): Sirve para evitar que se vuelva a caer en la ejecución de las actividades o procesos defectuosos o con presencia de fallos. Esta fase implica la aplicación de otras herramientas de Lean

Manufacturing como una técnica de calidad con la finalidad de evitar errores en la operación de un sistema.

APLICACIÓN DEL DMAIC EN LA PRODUCCIÓN DE UÑAS DE RETROEXCAVADORAS

Definir el proceso de producción de uñas de retroexcavadoras (Define): Consiste en mapear el proceso de producción en estudio, consiste en identificar los problemas de defectos y fallos en los procesos de construcción de uñas de retroexcavadoras relacionados con la materia prima, el personal, los aspectos económicos, la disponibilidad de línea de producción, es decir, que no esté asignado a otro servicio de la empresa, así mismo, en esta fase se plantean los objetivos finales y los requisitos para concretizarlo.

Medir el desempeño de los procesos (Mide): Para ello se registran las actividades de cada uno de los procesos de producción de uñas de retroexcavadoras, también se evidencia si la empresa dispone de la capacidad operativa y tecnológica para poder cumplir con los requisitos de los procesos de producción en función a la demanda del mercado. Se mide si se va a cumplir con la demanda de producción de uñas de retroexcavadoras.

Analizar los procesos actuales (Analiza): En esta etapa se determinan los motivos por los que las actividades de cada uno de los procesos de producción de uñas de retroexcavadoras sufran variaciones o porque presenten baja productividad desempeño, es decir, se trata de realizar la identificación de las actividades defectuosas y actividades que presentan fallos que se desarrollan en cada proceso. Implica verificar el diagrama DOP y DAP.

Optimizar el desempeño de cada uno de los procesos (Mejora): Consiste en mejorar mediante la reducción o eliminación de las que causan los fallos o defectos en cada una de las actividades de los procesos de producción de uñas de retroexcavadoras. Para ello, se tiene que desarrollar pruebas a las diferentes variantes con la finalidad de determinar la forma óptima de llevar a cabo cada proceso de producción.

Control de cada nuevo proceso y su desempeño (Controla): Sirve para evitar que se vuelva a caer en la ejecución de las actividades o procesos defectuosos o con presencia de fallos. Esta fase implica la aplicación de otras herramientas de Lean Manufacturing como una técnica de calidad con la finalidad de evitar errores en la operación de un sistema.

APLICACIÓN DEL DMAIC EN LA INSTALACIÓN DE LA BOTELLA HIDRÁULICA

Definir el proceso de instalación de la botella hidráulica (Define): Consiste en mapear el proceso de instalación de la botella hidráulica, consiste en identificar los problemas de defectos y fallos en los procesos de instalación de este servicio relacionados con la materia prima, el uso de los equipos, herramientas, el personal, los aspectos económicos, el espacio de la instalación, es decir, que siempre esté disponible para realizar los procesos de la instalación, asimismo, en esta fase se plantean los objetivos finales y los requisitos para concretizar dicha instalación.

Medir el desempeño de los procesos (Mide): Para ello se registran las actividades de cada uno de los procesos de instalación de la botella hidráulica, también se evidencia si la empresa dispone de la capacidad operativa y tecnológica para poder cumplir con los requisitos de los procesos de instalación en función a la demanda del mercado. Se mide si se va a cumplir con la demanda de la instalación de la botella hidráulica.

Analizar los procesos actuales (Analiza): En esta etapa se determinan los motivos por los que las actividades de cada uno de los procesos de instalación de la botella hidráulica sufran variaciones o porque presenten baja productividad de desempeño, es decir, se trata de realizar la identificación de las actividades defectuosas y actividades que presentan fallos que se desarrollan en cada proceso de implementación. Implica verificar el diagrama DOP y DAP.

Optimizar el desempeño de cada uno de los procesos (Mejora): Consiste en mejorar mediante la reducción o eliminación de las que causan los fallos o defectos en cada una de las actividades de los procesos de instalación de la botella hidráulica. Para ello, se tiene que desarrollar pruebas a las diferentes variantes con la finalidad

de determinar la forma óptima de llevar a cabo cada actividad de los procesos de instalación.

Control de cada nuevo proceso y su desempeño (Controla): Sirve para evitar que se vuelva a caer en la ejecución de las actividades o procesos defectuosos o con presencia de fallos. Esta fase implica la aplicación de otras herramientas de Lean Manufacturing como una técnica de calidad con la finalidad de evitar errores en la operación de un sistema.

Procesos y actividades en la producción de tolva de volquetes

Las actividades y procesos que se desarrollan en la producción de tolvas en la empresa Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. son los siguientes:

Tabla 105. *Actividades y procesos de producción de tolvas de volquete.*

| Empresa: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | Observado por: Obregón y Valentín |
|--|---|---|
| Producto: Tolva De 5m ³ | | Método: Cronómetro |
| Etapa: Fabricación | | Estado: ACTUAL |
| N° | Actividades/Procesos | Tiempo en Minutos |
| 1 | Dobles de la plancha | 70.00 |
| 2 | Verificación de la plancha de metal abrasivo | 500.00 |
| 3 | Medido de la plancha | 40.00 |
| 4 | Corte de la plancha | 320.00 |
| 5 | Dobles de la plancha | 60.00 |
| 6 | Verificación del dobles y corte | 600.00 |
| 7 | Unión de la plancha | 60.00 |
| 8 | Verificación de la unión | 120.00 |
| 9 | Unión del armazón | 120.00 |
| 10 | Presentado del armazón | 20.00 |
| 11 | Soldado | 200.00 |
| 12 | Verificación del soldado | 600.00 |
| 13 | Armando de la "u" de tolva | 300.00 |
| 14 | Colocado de quepi | 70.00 |
| 15 | Verificación de la plancha abrasivo compuerta | 500.00 |
| 16 | Medido de la plancha | 40.00 |
| 17 | Corte de la plancha | 320.00 |
| 18 | Dobles de la plancha | 60.00 |

| | | |
|-----------------------|---|-----------------|
| 19 | Verificación del dobles y corte | 600.00 |
| 20 | Unión de la plancha | 60.00 |
| 21 | Verificación de la unión | 30.00 |
| 22 | Unión del armazón | 90.00 |
| 23 | Presentado del armazón | 120.00 |
| 24 | Soldado | 20.00 |
| 25 | Verificación del soldado | 180.00 |
| 26 | Trasladado | 20.00 |
| 27 | Colocado de compuerta | 120.00 |
| 28 | Colocado de bisagras de la compuerta | 120.00 |
| 29 | Verificación del colocado de las bisagras | 300.00 |
| 30 | Colocado del seguro de la compuerta | 20.00 |
| Promedio Total | | 5,680.00 |

Elaboración: Propia

Fallos y defectos en los procesos y actividades en la producción de tolva de volquetes

Los fallos y defectos que se presentan en las actividades y procesos en la producción de tolvas en la empresa Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. son los siguientes:

Tabla 106. *Fallas y defectos en las actividades y procesos de producción de tolvas de volquete.*

| Empresa: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | Observado por: Obregón y Valentín |
|--|--|--|
| Producto: Tolva De 5m ³ | | Método: Cronómetro |
| Etapa: Fabricación | | Estado: ACTUAL |
| N° | Actividades/Procesos | Fallos/defectos |
| 1 | Dobles de la plancha | Plancha en almacén a destiempo, falta de coordinación con los proveedores |
| 2 | Verificación de la plancha de metal abrasivo | Presencia de patologías, lo que obliga a veces a devolución del 0.5% de las planchas |
| 3 | Medido de la plancha | No presenta fallos, las planchas ya tienen medidas pre establecidas |
| 4 | Corte de la plancha | Demoras en los cortes, equipo no preparado o falta de mantenimiento |
| 5 | Dobles de la plancha | Demora en el tiempo de dobles |
| 6 | Verificación del dobles y corte | No presenta fallos ni defectos |
| 7 | Unión de la plancha | Fallos en la unión de planchas |
| 8 | Verificación de la unión | No se ha registrado fallas o defectos en esta actividad |

| | | |
|----|---|--|
| 9 | Unión del armazón | Presencia de fallos en la unión del armazón |
| 10 | Presentado del armazón | No presenta fallos ni defectos |
| 11 | Soldado | Presenta fallos en la disponibilidad de la soldadura y mantenimiento de equipo |
| 12 | Verificación del soldado | No presenta fallos ni defectos |
| 13 | Armando de la "u" de tolva | Presenta demora en tiempos de armado |
| 14 | Colocado de quepi | Presenta demora en tiempos de colocado |
| 15 | Verificación de la plancha abrasivo compuerta | Presenta demora en tiempos de armado |
| 16 | Medido de la plancha | Presenta demora en tiempos de medido de la plancha |
| 17 | Corte de la plancha | Presenta demora en tiempos de corte de la plancha |
| 18 | Dobles de la plancha | Presenta demora en tiempos de dobles de la plancha |
| 19 | Verificación del dobles y corte | Presenta demora en tiempos de verificación de la dobles y corte |
| 20 | Unión de la plancha | Presenta demora en tiempos de unión de la plancha |
| 21 | Verificación de la unión | Presenta demora en tiempos de verificación de la unión |
| 22 | Unión del armazón | Presenta demora en tiempos de unión de la armazón |
| 23 | Presentado del armazón | Presenta demora en tiempos de presentación del armazón |
| 24 | Soldado | Fallas en el proceso de soldado, la soldadura no es el adecuado, el equipo de soldadura no presenta adecuado mantenimiento |
| 25 | Verificación del soldado | Presenta demora en tiempos de verificación de la soldadura |
| 26 | Trasladado | No presenta fallos ni defectos |
| 27 | Colocado de compuerta | Presencia de demora en la realización del colocado de la compuerta |
| 28 | Colocado de bisagras de la compuerta | Ligera presencia de fallos en la colocación de la bisagra en la compuerta |
| 29 | Verificación del colocado de las bisagras | No presenta fallos ni defectos |

| | | |
|----|-------------------------------------|---|
| 30 | Colocado del seguro de la compuerta | Presencia de demora en la realización del colocado del seguro de la compuerta |
|----|-------------------------------------|---|

Elaboración: Propia

Procesos y actividades en la instalación de botella hidráulica

Tabla 107. *Actividades y procesos de instalación de la botella hidráulica.*

| Empresa: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | Observado por: Obregón y Valentín |
|--|---|---|
| Producto: Instalación de botella hidráulica | | Método: Cronómetro |
| Etapa: Instalación | | Estado: ACTUAL |
| N° | Actividades/Procesos | Tiempo en Minutos |
| 1 | Montaje de la botella hidráulica | 480.00 |
| 2 | Inspección de retenes | 150.00 |
| 3 | Instalación de la toma de fuerza | 140.00 |
| 4 | Llenado de hidrolina | 200.00 |
| 5 | Verificación de la hidrolina y toma de fuerza | 120.00 |
| 6 | Prueba de la botella hidráulica | 80.00 |
| 7 | Verificación de la botella hidráulica | 40.00 |
| Promedio Total | | 1,210.00 |

Elaboración: Propia

Fallos y defectos en los procesos y actividades en la instalación de botella hidráulica

Los fallos y defectos que se presentan en las actividades y procesos en la instalación la botella hidráulica en la empresa Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. son los siguientes:

Tabla 108. *Fallas y defectos en las actividades y procesos de instalación de botellas hidráulicas.*

| Empresa: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | Observado por: Obregón y Valentín |
|--|----------------------------------|---|
| Producto: Instalación de botella hidráulica | | Método: Cronómetro |
| Etapa: Instalación | | Estado: ACTUAL |
| N° | Actividades/Procesos | Fallas/defectos |
| 1 | Montaje de la botella hidráulica | Fallas en el montaje de la botella hidráulica |

| | | |
|---|---|--|
| 2 | Inspección de retenes | No se presentan fallas en la inspección de los retenes |
| 3 | Instalación de la toma de fuerza | Presencia de fallas y defectos en la instalación de la toma de fuerza |
| 4 | Llenado de hidrolina | Presencia de lleno por defecto y por exceso |
| 5 | Verificación de la hidrolina y toma de fuerza | No se presentan fallas en la verificación de la hidrolina y toma de fuerza |
| 6 | Prueba de la botella hidráulica | Presencia de fallas en la prueba de la botella hidráulica |
| 7 | Verificación de la botella hidráulica | No se presentan fallas. |

Elaboración: propia

Procesos y actividades en la producción de uñas de la retroexcavadora

Tabla 109. Actividades y procesos de producción de uñas de retroexcavadora.

| Empresa: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | Observado por: Obregón y Valentín |
|---|------------------------------------|---|
| Producto: Uñas para retroexcavadora | | Método: Cronómetro |
| Etapas: Fabricación de uñas de retroexcavadora | | Estado: ACTUAL |
| N° | Actividades/Procesos | Tiempo en Minutos |
| 1 | Muelle Torton | 10.00 |
| 2 | Inspección de muelles Torton | 10.00 |
| 3 | Corte según diseño | 280.00 |
| 4 | Verificación de corte | 15.00 |
| 5 | Unión y soldado de piezas | 300.00 |
| 6 | Verificación del soldado de piezas | 15.00 |
| 7 | Perforado | 30.00 |
| 8 | Puesto de adapter | 60.00 |
| 9 | Puesto de seguro de adapter | 30.00 |
| 10 | Verificación de adapter | 10.00 |
| 11 | Fijado de uñas | 40.00 |
| 12 | Verificado del fijado de uñas | 10.00 |
| Promedio Total | | 810.00 |

Elaboración: Propia

Fallos y defectos en los procesos y actividades en la producción de uñas de la retroexcavadora

Los fallos y defectos que se presentan en las actividades y procesos en la producción de las uñas de la retroexcavadora en la empresa Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. son los siguientes:

Tabla 110. Fallos y defectos en las actividades y procesos de producción de las uñas para retroexcavadora.

| Empresa: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | Observado por: Obregón y Valentín |
|---|------------------------------------|---|
| Producto: Uñas para retroexcavadora | | Método: Cronómetro |
| Etapas: Fabricación de uñas de retroexcavadora | | Estado: ACTUAL |
| N° | Actividades/Procesos | Fallas/defectos |
| 1 | Muelle Torton | Presencia de pérdida de tiempo en la producción de Muelle Torton |
| 2 | Inspección de muelles Torton | No presenta fallas ni defectos |
| 3 | Corte según diseño | Presencia de defectos por malos cortes y fallos en el uso de la maquinaria de corte |
| 4 | Verificación de corte | No se han detectado fallas ni defectos en la verificación de corte |
| 5 | Unión y soldado de piezas | Presencia de defectos por malos cortes y fallos en la unión y soldado de las piezas |
| 6 | Verificación del soldado de piezas | Presencia de defectos por malos procesos de soldado |
| 7 | Perforado | Presencia de fallos y defectos por malos procesos de perforado |
| 8 | Puesto de adapter | Presencia de defectos inadecuado desarrollo de las actividades de puesto de adapter |
| 9 | Puesto de seguro de adapter | Presencia de defectos por malos cortes y fallos en el uso de la maquinaria de corte |
| 10 | Verificación de adapter | Presencia de defectos por malos cortes y fallos en el uso de la maquinaria de corte |
| 11 | Fijado de uñas | Presencia de defectos por malos procesos de fijado de uñas |

| | | |
|----|-------------------------------|--|
| 12 | Verificado del fijado de uñas | Presencia de defectos por malos procesos de fijado de uñas |
|----|-------------------------------|--|

Elaboración: Propia

Desarrollo de la Etapa de Mejora.

El plan de mejora para esta investigación, considerando las restricciones que presenta la empresa, se considera trabajar con el personal de la empresa y la realización de capacitaciones continuas, asimismo se propone el registro de las productividades por actividades y procesos en la producción de las tovas de volquetes, en la producción de uñas de retroexcavadoras y en la instalación de la botella hidráulica.

Plan de capacitación de los trabajadores

Se propone un plan de capacitación con la finalidad de mejorar las competencias laborales de los trabajadores de la empresa Técnicos industriales Chaya E.I.R.L. A continuación, se detalla las charlas de capacitación que recibirán durante el año 2021.

Tabla 111. Programa de capacitación dirigida al personal de la empresa durante el año 2021.

| Dirigido a: | Curso a recibir | Tipo de capacitación | Horas estimadas | Objetivo del curso |
|--------------------------------|---|-----------------------------|------------------------|--|
| Todo el personal de la empresa | Clima laboral y motivación del personal | Teórica | 3 | Mantener un clima laboral adecuado |
| Todos los Trabajadores | Six Sigma | Teórica | 4 | Conocer la importancia y la metodología Six Sigma |
| Todos los Trabajadores | Aplicación de Six Sigma en la producción de tolvas de volquetes | Teórico practico | 4 | Aplicar la metodología Six Sigma en la producción de tolvas de volquetes |
| Todos los Trabajadores | Aplicación de Six Sigma en la producción de | Teórico practico | 4 | Aplicar la metodología Six Sigma en la |

| | | | | |
|------------------------|--|------------------|---|--|
| | uñas de retro excavadoras | | | producción de uñas de retroexcavadoras |
| Todos los Trabajadores | Aplicación de Six Sigma en la producción de instalación de la botella hidráulica | Teórico practico | 4 | Aplicar la metodología Six Sigma en la instalación de botellas hidráulicas |

Elaboración: propia

Desarrollo de la mejora

La medición de la mejora de la productividad en función de la aplicación de la metodología Six Sigma consiste en medir las productividades por cada actividad y procesos, así como los indicadores de eficiencia y eficacia de cada uno de los servicios de producción de tolvas de volquetes, producción de uñas de retroexcavadora y la instalación de las botellas hidráulicas.

Tabla 112. *Cálculo de las productividades en la producción de tolvas de volquete.*

| Empresa: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | Observado por: Obregón y Valentín |
|--|--|---|
| Producto: Tolva De 5m ³ | | Método: Cronómetro |
| Etapas: Fabricación | | Estado: ACTUAL |
| N° | Actividades/Procesos | Productividad |
| 1 | Dobles de la plancha | |
| 2 | Verificación de la plancha de metal abrasivo | |
| 3 | Medido de la plancha | |
| 4 | Corte de la plancha | |
| 5 | Dobles de la plancha | |
| 6 | Verificación del dobles y corte | |
| 7 | Unión de la plancha | |
| 8 | Verificación de la unión | |
| 9 | Unión del armazón | |
| 10 | Presentado del armazón | |
| 11 | Soldado | |
| 12 | Verificación del soldado | |
| 13 | Armando de la "u" de tolva | |
| 14 | Colocado de quepi | |

| | | |
|----------------------|---|--|
| 15 | Verificación de la plancha abrasivo compuerta | |
| 16 | Medido de la plancha | |
| 17 | Corte de la plancha | |
| 18 | Dobles de la plancha | |
| 19 | Verificación del dobles y corte | |
| 20 | Unión de la plancha | |
| 21 | Verificación de la unión | |
| 22 | Unión del armazón | |
| 23 | Presentado del armazón | |
| 24 | Soldado | |
| 25 | Verificación del soldado | |
| 26 | Trasladado | |
| 27 | Colocado de compuerta | |
| 28 | Colocado de bisagras de la compuerta | |
| 29 | Verificación del colocado de las bisagras | |
| 30 | Colocado del seguro de la compuerta | |
| Productividad | | |
| Eficiencia | | |
| Eficacia | | |

Elaboración: Propia

Tabla 113. Cálculo de productividades en las actividades y procesos de instalación de la botella hidráulica.

| Empresa: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | Observado por: Obregón y Valentín |
|--|---|---|
| Producto: Instalación de botella hidráulica | | Método: Cronómetro |
| Etapas: Instalación | | Estado: ACTUAL |
| N° | Actividades/Procesos | Productividad |
| 1 | Montaje de la botella hidráulica | |
| 2 | Inspección de retenes | |
| 3 | Instalación de la toma de fuerza | |
| 4 | Llenado de hidrolina | |
| 5 | Verificación de la hidrolina y toma de fuerza | |
| 6 | Prueba de la botella hidráulica | |
| 7 | Verificación de la botella hidráulica | |
| Productividad | | |
| Eficiencia | | |
| Eficacia | | |

Elaboración: Propia

Tabla 114. *Cálculo de productividades en las actividades y procesos de producción de las uñas de retroexcavadoras.*

| Empresa: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | Observado por: Obregón y Valentín |
|---|------------------------------------|---|
| Producto: uñas de retroexcavadora | | Método: Cronómetro |
| Etapas: Fabricación de uñas de retroexcavadora | | Estado: ACTUAL |
| N° | Actividades/Procesos | Productividad |
| 1 | Muelle Torton | |
| 2 | Inspección de muelles Torton | |
| 3 | Corte según diseño | |
| 4 | Verificación de corte | |
| 5 | Unión y soldado de piezas | |
| 6 | Verificación del soldado de piezas | |
| 7 | Perforado | |
| 8 | Puesto de adapter | |
| 9 | Puesto de seguro de adapter | |
| 10 | Verificación de adapter | |
| 11 | Fijado de uñas | |
| 12 | Verificado del fijado de uñas | |
| Productividad | | |
| Eficiencia | | |
| Eficacia | | |

Elaboración: Propia

Cálculo de Flujo de Caja del proyecto

En el cálculo de flujo de caja intervienen los ingresos y egresos, para el presente estudio de propuesta de la metodología Six Sigma deben ser considerados el presupuesto de la propuesta de aplicación del Six Sigma, el presupuesto indica los costos en que se va a incurrir para dicho estudio. Los ingresos se van a determinar de la diferencia de productividad entre el después de la aplicación de la metodología Six Sigma menos la producción antes de la aplicación de dicha metodología, esta diferencia se determina en cantidad de las unidades de producción de tolvas de volquetes, la producción de uñas de retroexcavadoras y las instalaciones de las botellas hidráulicas. Se deben multiplicar por la utilidad en la unidad monetaria, y se obtiene los ingresos por mes, luego se multiplica por doce para obtener los ingresos anuales. La inversión en el estudio será factible si el flujo de caja es mayor a año cero, pero para que sea significativamente

rentable, se debe de calcular la tasa Interna de Retorno TIR, este indicador señala el porcentaje de rentabilidad del ejercicio económico. El flujo de caja debe de realizar mínimo para un periodo de tiempo de cinco años, en donde, el año cero es el año en que se realiza el estudio. Otro indicador importante es el indicador razón beneficio costo, que también indica rentabilidad si la razón es mayor a cero.

La siguiente tabla demuestra los elementos que debe ser considerado en el cálculo del flujo de caja:

Tabla 115. Flujo de caja.

| ITEMS | AÑOS | | | | | | TOTAL |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | |
| I. INVERSIONES | -34800.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -34800.0 |
| 1.1. Inversión Inicial. | -34800.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -34800.0 |
| 1.2. Inversión en periodos. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| II. INGRESOS | 0.0 | 65000.0 | 65000.0 | 71500.0 | 71500.0 | 78650.0 | 351650.0 |
| 2.1. Directos. | 0.0 | 65000.0 | 65000.0 | 71500.0 | 71500.0 | 78650.0 | 351650.0 |
| 2.2. Indirectos. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| III. EGRESOS | 0.0 | -3000.0 | -3000.0 | -3300.0 | -3300.0 | -3630.0 | -16230.0 |
| 3.1. Directos. | 0.0 | -3000.0 | -3000.0 | -3300.0 | -3300.0 | -3630.0 | -16230.0 |
| 3.2. Indirectos. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| (i-E) / (1+t) n | -34800 | 51666.67 | 43055.56 | 39467.59 | 32889.66 | 30148.86 | 197228.3 |
| Tasa Mínima de Retorno | 0,20 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | |
| Período Evaluación | 5 años | | | | | | |
| Valor Presente Neto. | 162428.3 | | | | | | |
| Tasa interna de retorno | 133.7% | | | | | | |
| Razón beneficio costo | 21.7 | | | | | | |

Elaboración: Propia

Cálculo del valor presente neto (VPN)

Para calcular la rentabilidad del estudio de tiempos y movimientos se debe aplicar el Valor Presente Neto, cuya fórmula es la siguiente:

$$VPN = -I_0 + \sum_{K=1}^N \frac{(I - E)}{\left(1 + \frac{t}{100}\right)^i}$$

Tabla 116. Diferencia de ingresos y egresos

| ITEMS | AÑOS | | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| INGRESOS | 20500.0 | 20500.0 | 22550.0 | 22550.0 | 24805.0 |
| EGRESOS | -2500.0 | -2500.0 | -2750.0 | -2750.0 | -3025.0 |
| Ingresos – Egresos | 18000.0 | 18000.0 | 19800.0 | 19800.0 | 21780.0 |

Elaboración: Propia

Consideraciones: Si $VPN < 0$ entonces la aplicación del Six Sigma no es factible o rentable, se debe recomendar no realizar el estudio. Si $VPN = 0$, entonces la aplicación del Six Sigma no es rentable y tampoco reporta pérdidas. Si $VPN > 0$, entonces la aplicación del Six Sigma es rentable. Con la finalidad de asegurar la factibilidad de un estudio, es necesario analizar y estudiar otros indicadores, tales como el TIR y B/C.

$$VPN = -34800.0 + \frac{18000.0 + 18000.0 + 19800.0 + 19800.0 + 21780.0}{\left(1 + \frac{20}{100}\right)^1 + \left(1 + \frac{20}{100}\right)^2 + \left(1 + \frac{20}{100}\right)^3 + \left(1 + \frac{20}{100}\right)^4 + \left(1 + \frac{20}{100}\right)^5}$$

$$VPN = -34800.0 + \frac{18000.0 + 18000.0 + 19800.0 + 19800.0 + 21780.0}{(1.2)^1 + (1.2)^2 + (1.2)^3 + (1.2)^4 + (1.2)^5}$$

$$VPN = -34800.0 + 51666.7 + 43055.6 + 39467.6 + 47361.1 + 30148.9$$

$$VPN = -34800.0 + 211699.8 = 162428.3$$

$$VPN = 162428.3$$

Cálculo de la tasa Interna de Retorno (TIR):

La Tasa Interna de Retorno es un indicador financiero que se caracteriza por reportar el valor de la factibilidad en porcentaje, es decir, en este caso se sabe la cantidad de rentabilidad del proyecto respecto a la inversión. Es la tasa de descuento que iguala el Valor Actual de los beneficios y el Valor Actual de los costos, es decir $VAN=0$.

La fórmula es:

$$0 = -I_0 + \sum_{K=1}^N \frac{(I - E)}{\left(1 + \frac{TIR}{100}\right)^i}$$

Consideraciones: Si $TIR < 0.0\%$, entonces la aplicación del Six Sigma no es factible o rentable, se debe recomendar no realizar el estudio. Si $TIR = 0.0\%$, entonces la aplicación del Six Sigma no es rentable y tampoco reporta pérdidas. Si $TIR > 0.0\%$, entonces aplicación del Six Sigma es rentable.

$$0 = -I_0 + \frac{(51666.7)}{\left(1 + \frac{TIR}{100}\right)^1} + \frac{(43055.6)}{\left(1 + \frac{TIR}{100}\right)^2} + \frac{(39467.6)}{\left(1 + \frac{TIR}{100}\right)^3} + \frac{(32889.7)}{\left(1 + \frac{TIR}{100}\right)^4} + \frac{(30148.9)}{\left(1 + \frac{TIR}{100}\right)^5}$$

Aplicando Excel, $TIR = 133.7\%$

Cálculo en razón de BENEFICIO/COSTO (B/C)

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$\frac{b}{c} = \frac{\text{Valor actual de flujos de efectivo}}{\text{Inversión inicial Neta o desembolso neto}}$$

O también:

$$\frac{b}{c} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{I_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{E_i}{(1+i)^n}}$$

Donde I= Ingreso y E es Egreso en el año i

En la relación de beneficio/costo, se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

Tabla 117. Cálculo de costos e ingresos.

| ITEMS | AÑOS | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| INGRESOS | 65000.0 | 65000.0 | 71500.0 | 71500.0 | 78650.0 |
| EGRESOS | -3000.0 | -3000.0 | -3300.0 | -3300.0 | -3630.0 |

Elaboración: Propia

El indicador razón beneficio costo señala que cuando la razón B/C es mayor que cero se demuestra que la propuesta de aplicación del Six Sigma será rentable.

$$\frac{b}{c} = \frac{54166.7 + 43055.6 + 39467.6 + 32889.7 + 30148.9}{2500.0 + 2083.3 + 1909.7 + 1591.4 + 2458.8} = \frac{206771.6}{9543.3}$$

$$\frac{b}{c} = 21.7$$

Anexo 32. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la fabricación de tolvas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

| DAP | | | | | | | | | | |
|---|------------|-----------------------------------|-------------|------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| Diagrama No. | Hoja No. | OPERARIO <input type="checkbox"/> | | | MATERIAL <input type="checkbox"/> | | | EQUIPO <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Objetivo: fabricación de tolva | | RESUMEN | | | | | | | | |
| | | ACTIVIDAD | ACTUAL | PROPUESTO | ECONOMÍA | | | | | |
| Proceso analizado: | | Operación | 19 | | | | | | | |
| | | Transporte | 1 | | | | | | | |
| | | Espera | 0 | | | | | | | |
| Metodo: | | Inspección | 14 | | | | | | | |
| Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | Almacenamiento | 0 | | | | | | | |
| Localización: huaraz | | Distancia (m) | | | | | | | | |
| | | Tiempo (hr/hombre) | 12.53 | | | | | | | |
| Operario: Tecnico | | Costo | | | | | | | | |
| | | Total | 34 | | | | | | | |
| Elaborado por: | Fecha: | Comentarios | | | | | | | | |
| Obregon y Valentin | 11/10/2021 | | | | | | | | | |
| Aprobado por: | Fecha: | | | | | | | | | |
| Descripción | Cantidad | Distancia | Tiempo | | Símbolo | | | | | Observaciones |
| | | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la plancha de metal abrasivo | | | 15 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| medido de la plancha | | | 180 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| corte de la plancha | | | 500 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| dobles de la plancha | | | 270 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del dobles y corte | | | 50 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| union de la plancha | | | 450 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la union | | | 30 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| union del armazon | | | 300 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| presentado del armazon | | | 50 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| soldado | | | 580 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del soldado | | | 50 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| armando de la "u" de tolva | | | 105 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| colocado de quepi | | | 100 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | 15 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la plancha abrasivo compuerta | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| medido de la plancha | | | 180 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| corte de la plancha | | | 500 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| dobles de la plancha | | | 270 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del dobles y corte | | | 50 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| union de la plancha | | | 450 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la union | | | 30 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| union del armazon | | | 300 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| presentado del armazon | | | 50 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| soldado | | | 580 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del soldado | | | 50 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| trasladado | | | 20 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| colocado de compuerta | | | 80 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| colocado de bisagras de la compuerta | | | 100 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del colocado de las bisagras | | | 10 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| colocado del seguro de la compuerta | | | 170 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion del colocado del seguro de compuerta | | | 15 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| verificacion de la calidad de tolva | | | 100 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| control de calidad de soldado | | | 100 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| pintado sin cromato | | | 250 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| inspeccion del pintado | | | 15 | Min | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| TOTAL | | | 6015 | Min | 19 | 1 | 0 | 14 | 0 | |

Figura 48. Diagrama de análisis de proceso (DAP) de la fabricación de tolvas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 35. Base de datos de la venta del servicio de fabricación de tolvas del año 2021, después de la propuesta de la metodología Six Sigma

Tabla 118. Base de datos de la elaboración del servicio de fabricación de tolvas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma

|  | | METALMECÁNICA TÉCNICOS INDUSTRIALES CHAYA | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---------------------|----------|-----------------|------------------|------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|--------------|------------------|---------------|-----------------------|--|
| | | DATOS DE LA PRODUCCIÓN DE LA FABRICACIÓN DE TOLVAS, DESPUÉS DE LA PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA | | | | | | | | | | | | | |
| | | ÓRDENES DE PRODUCCIÓN DEL AÑO 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| Meses | Equipo | Actividad | Cantidad de órdenes | Estado | Fecha de inicio | Fecha de término | Fecha pactada con el cliente | Demoras en entrega | H-H efectivas | H-H adicionales por demora | Realizó | Supervisó | Cliente | Observaciones | |
| MES: OCTUBRE 2021 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Octubre | Volquete | Fabricación de tolva | 2 | Aprobado | 4-Oct | 15-Oct | 12-Oct | SI | 200.60 | 9.7 | Julio Quispe | Anastasio Charca | LITARO S.R.L. | Tardanza del operario | |
| MES: NOVIEMBRE 2021 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Noviembre | Volquete | Fabricación de tolva | 2 | Aprobado | 8-Nov | 13-Nov | 13-Nov | NO | 200.60 | 0 | Roger Charca | Anastasio Charca | RUSO S.A.C. | | |

Fuente: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

Anexo 36. Base de datos de la venta del servicio de fabricación de uñas del año 2021, después de la propuesta de la metodología Six Sigma

Tabla 119. Base de datos de la elaboración del servicio de fabricación de uñas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma

|  METALMECÁNICA TÉCNICOS INDUSTRIALES CHAYA DATOS DE LA PRODUCCIÓN DE LA FABRICACIÓN DE UÑAS, DESPUÉS DE LA PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|---------------------|----------|-----------------|------------------|------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|--------------|------------------|---------------|----------------------|
| DATOS DE LA PRODUCCIÓN DE LA FABRICACIÓN DE UÑAS | | | | | | | | | | | | | | |
| ÓRDENES DE PRODUCCIÓN DEL AÑO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Meses | Equipo | Actividad | Cantidad de órdenes | Estado | Fecha de inicio | Fecha de término | Fecha pactada con el cliente | Demoras en entrega | H-H efectivos | H-H adicionales por demora | Realizó | Supervisó | Cliente | Observaciones |
| MES: OCTUBRE 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Octubre | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 20 | Aprobado | 11-Oct | 14-Oct | 13-Oct | SÍ | 120.00 | 4 | Julio Quispe | Anastasio Charca | GRUPO CELLS H | Demora del proveedor |
| MES: NOVIEMBRE 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Noviembre | Retroexcavador CAT | Fabricación de uña | 24 | Aprobado | 2-Nov | 5-Nov | 4-Nov | SÍ | 144.00 | 4 | Roger Charca | Anastasio Charca | RUSO S.A.C. | Demora del proveedor |

Fuente: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

Anexo 37. Base de datos de la venta del servicio de instalación de botella hidráulica del año 2021, después de la propuesta de la metodología Six Sigma

Tabla 120. Base de datos de la elaboración del servicio de instalación de botella hidráulica, después de la propuesta de la metodología Six Sigma

|  METALMECÁNICA TÉCNICOS INDUSTRIALES CHAYADATOS DE LA PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BOTELLA HIDRÁULICA, DESPUÉS DE LA PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----------------------------------|---------------------|----------|-----------------|------------------|------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------------|--------------|------------------|-----------------------|---------------|
| DATOS DE LA PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA BOTELLA HIDRÁULICA | | | | | | | | | | | | | | |
| ÓRDENES DE PRODUCCIÓN DEL AÑO 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Meses | Equipo | Actividad | Cantidad de órdenes | Estado | Fecha de inicio | Fecha de término | Fecha pactada con el cliente | Demoras en entrega | H-H efectivas | H-H adicionales por demoras | Realizó | Supervisó | Cliente | Observaciones |
| MES: OCTUBRE 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Octubre | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 1 | Aprobado | 18-Oct | 20-Oct | 15-Jul | NO | 16.7 | 0 | Julio Quispe | Anastasio Charca | TERCEROS RECOMENDADOS | |
| MES: NOVIEMBRE 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Noviembre | Volquete | Instalación de botella hidráulica | 2 | Aprobado | 15-Nov | 20-Nov | 20-Nov | NO | 33.4 | 0 | Roger Charca | Anastasio Charca | RUSO S.A.C. | |

Fuente: Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.

Anexo 38. Datos recolectados para el indicador eficacia en tolvas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

Tabla 121. Eficacia en tovas después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|---------|-----------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Indicador | Eficacia en tolvas | | | |
| Índice de la eficacia | $\frac{Q \text{ tolvas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de tolvas programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | Total |
| Pedidos de las tolvas | entregados en la fecha pactada | Octubre | Noviembre | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| | no entregados en la fecha pactada | 1 | 0 | 1 |
| | Programados | 2 | 2 | 4 |
| | % | 50% | 100% | 75% |

Fuente: Base de datos de la empresa en estudio, referente a las tolvas

Anexo 39. Datos recolectados para el indicador eficacia en uñas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

Tabla 122. Eficacia en uñas después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|---------|-----------|-------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | |
| Indicador | Eficacia en uñas | | | |
| Índice de eficacia | $\frac{Q \text{ uñas entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de uñas programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | Total |
| Pedidos de las uñas | entregados en la fecha pactada | Octubre | Noviembre | |
| | | 19 | 23 | 42 |
| | no entregados en la fecha pactada | 1 | 1 | 2 |
| | Programados | 20 | 24 | 44 |
| | % | 95% | 96% | 95% |

Fuente: Base de datos de la empresa en estudio, referente a las uñas

Anexo 40. Datos recolectados para el indicador eficacia en la instalación de la botella hidráulica, después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

Tabla 123. Eficacia en la instalación de la botella hidráulica después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | | |
| Indicador | Eficacia en botellas hidráulicas | | | |
| Índice de la eficacia | $\frac{Q \text{ botella hidráulica entregados en la fecha pactada mes}}{\text{Total de pedidos de botella hidráulica programados mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | Total |
| Pedidos de las botellas hidráulicas | Entregados en la fecha pactada | Octubre | Noviembre | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| | No entregados en la fecha pactada | 0 | 0 | 0 |
| | Programados | 1 | 2 | 3 |
| | % | 100% | 100% | 100% |

Fuente: Base de datos de la empresa en estudio, referente a la instalación de la botella hidráulica

Anexo 41. Datos recolectados para el indicador eficiencia en tolvas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

Tabla 124. Eficiencia en tovas después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | |
|---------------------------------|--|------------|------------|---------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | |
| Área | Fabricación de tolvas para volquetes | | | |
| Indicador | Eficiencia en tolvas | | | |
| Índice de eficiencia | $\frac{\text{HHR en tolvas mes}}{\text{HHP en tolvas mes}} \times 100\%$ | | | |
| Meses | | | | Total |
| Horas Hombre | Reales | Octubre | Noviembre | |
| | | 174.31 | 175.53 | 349.84 |
| | Tiempos improductivos | 26.29 | 25.08 | 51.36 |
| | Programados | 200.60 | 200.60 | 401.20 |
| | Adicionales por retraso | 9.70 | 0.00 | 9.70 |
| | Requeridos | 210.30 | 200.60 | 410.90 |
| | % | 87% | 88% | 87% |

Fuente: Base de datos de la empresa en estudio, referente a las tolvas

Anexo 42. Datos recolectados para el indicador eficiencia en uñas, después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

Tabla 125. Eficiencia en uñas después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | | |
|---------------------------------|--|------------|------------|---------------|---------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | | |
| Área | Fabricación de uñas para retroexcavadoras | | | | |
| Indicador | Eficiencia en uñas | | | | |
| Índice de eficiencia | $\frac{\text{HHR en uñas mes}}{\text{HHP en uñas mes}} \times 100\%$ | | | | |
| Meses | | | | Total | |
| Horas Hombre | Reales | Octubre | Noviembre | | |
| | | | 104.50 | 130.13 | 234.63 |
| | Tiempos improductivos | 15.50 | 13.88 | 29.38 | |
| | Programados | 120.00 | 144.00 | 264.00 | |
| | Adicionales por retraso | 4.00 | 4.00 | 8.00 | |
| | Requeridos | 124.00 | 148.00 | 272.00 | |
| | % | 87% | 90% | 89% | |

Fuente: Base de datos de la empresa en estudio, referente a las uñas

Anexo 43. Datos recolectados para el indicador eficiencia en la instalación de la botella hidráulica, después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

Tabla 126. Eficiencia en la instalación de la botella hidráulica después de la propuesta de la metodología Six Sigma.

| FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | | |
|---------------------------------|--|------------|------------|--------------|--------------|
| Empresa | Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. | | | | |
| Área | Instalación de botellas hidráulicas para volquetes | | | | |
| Indicador | Eficiencia en botellas hidráulicas | | | | |
| Índice de eficiencia | $\frac{\text{HHR en botellas hidráulicas mes}}{\text{HHP en botellas hidráulicas mes}} \times 100\%$ | | | | |
| Meses | | | | Total | |
| Horas Hombre | Reales | Octubre | Noviembre | | |
| | | | 14.79 | 28.88 | 43.66 |
| | Tiempos improductivos | 1.91 | 4.52 | 6.44 | |
| | Programados | 16.70 | 33.40 | 50.10 | |
| | Adicionales por retraso | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | Requeridos | 16.70 | 33.40 | 50.10 | |
| | % | 89% | 86% | 87% | |

Fuente: Base de datos de la empresa en estudio, referente a las botellas hidráulicas

Anexo 44. Costo de producción en fabricación de tolvas en los dos meses después de la propuesta de la metodología

Tabla 127. *Tabla de los costos producción en fabricación de tolvas en los meses después de la propuesta de la metodología*

| N° de orden de producción | Mes de octubre, 2021 | H-H utilizados en tolvas | Cantidad por unidad de 5m | Costo unitario de material por m3 () | Costo unitario de fabricación por m3 (s/) | Costos de material directo en fabricación (s/) | Costo de mano de obra directa en fabricación (s/) | Costo primo | Costo de producción en fabricación de tolvas (s/) |
|---------------------------|---|--------------------------|----------------------------|--|---|--|---|-------------|---|
| 1,521 | Fabricación de tolva para volquete de 5m3 | 210.30 | 2 | 16,400 | 16,400.00 | 32,800.00 | 5,520.38 | 38,320.38 | 32,800.00 |
| N° de orden de producción | Mes de noviembre, 2021 | H-H utilizados en tolvas | Cantidad por unidad de 5m3 | Costo unitario de material por m3 (s/) | Costo unitario de fabricación por m3 (s/) | Costos de material directo en fabricación (s/) | Costo de mano de obra directa en fabricación (s/) | Costo primo | Costo de producción en fabricación de tolvas (s/) |
| 1,522 | Fabricación de tolva para volquete de 5m3 | 200.60 | 2 | 16,400 | 16,400.00 | 32,800.00 | 5,265.75 | 38,065.75 | 32,800.00 |

Fuente: Datos brindados por el contador de la empresa en estudio.

Anexo 45. Costo de producción en fabricación de uñas en los dos meses después de la propuesta de la metodología

Tabla 128. *Tabla de los costos producción en fabricación de uñas en los meses después de la propuesta de la metodología*

| N° de orden de producción | Mes de octubre, 2021 | H-H utilizadas en uñas | Cantidad | Costo unitario de material (s/) | Costo unitario de fabricación (s/) | Costo de material directo en fabricación (s/) | Costo de mano de obra directa en fabricación (s/) | Costo primo | Costo de producción en fabricación de uñas |
|---------------------------|--|------------------------|----------|---------------------------------|------------------------------------|---|---|-------------|--|
| 1,523 | Fabricación de uñas para retroexcavadora | 120.00 | 20 | 100 | 250.00 | 2,000.00 | 3,150.00 | 5,150.00 | 5,000.00 |
| N° de orden de producción | Mes de noviembre, 2021 | H-H utilizadas en uñas | Cantidad | Costo unitario de material (s/) | Costo unitario de fabricación (s/) | Costo de material directo en fabricación (s/) | Costo de mano de obra directa en fabricación (s/) | Costo primo | Costo de producción en fabricación de uñas |
| 1,524 | Fabricación de uñas para retroexcavador | 144.00 | 24 | 100 | 250.00 | 2,400.00 | 3,780.00 | 6,180.00 | 6,000.00 |

Fuente: Datos brindados por el contador de la empresa en estudio.

Anexo 46. Costo de producción en instalación de botella hidráulica en los dos meses después de la propuesta de la metodología

Tabla 129. *Tabla de los costos producción en instalación de botella hidráulica en los meses después de la propuesta de la metodología*

| N° de orden de producción | Mes de octubre, 2021 | H-H utilizadas en la instalación | Cantidad | Costo unitario de material (s/) | Costo unitario de instalación (s/) | Costo de material directo en instalación (s/) | Costo de mano de obra directa en instalación (s/) | Costo primo | Costo de instalación |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------|---------------------------------|------------------------------------|---|---|-------------|----------------------|
| 1,525 | Instalación de botella hidráulica | 16.70 | 1 | 0 | 900.00 | 0.00 | 438.38 | 438.38 | 900.00 |
| N° de orden de producción | Mes de noviembre, 2021 | H-H utilizadas en la instalación | Cantidad | Costo unitario de material (s/) | Costo unitario de instalación (s/) | Costo de material directo en instalación (s/) | Costo de mano de obra directa en instalación (s/) | Costo primo | Costo de instalación |
| 1,526 | Instalación de botella hidráulica | 33.40 | 2 | 0 | 900.00 | 0.00 | 876.75 | 876.75 | 1,800.00 |

Fuente: Datos brindados por el contador de la empresa en estudio.

Anexo 47. Distribución de planta de la empresa en estudio.

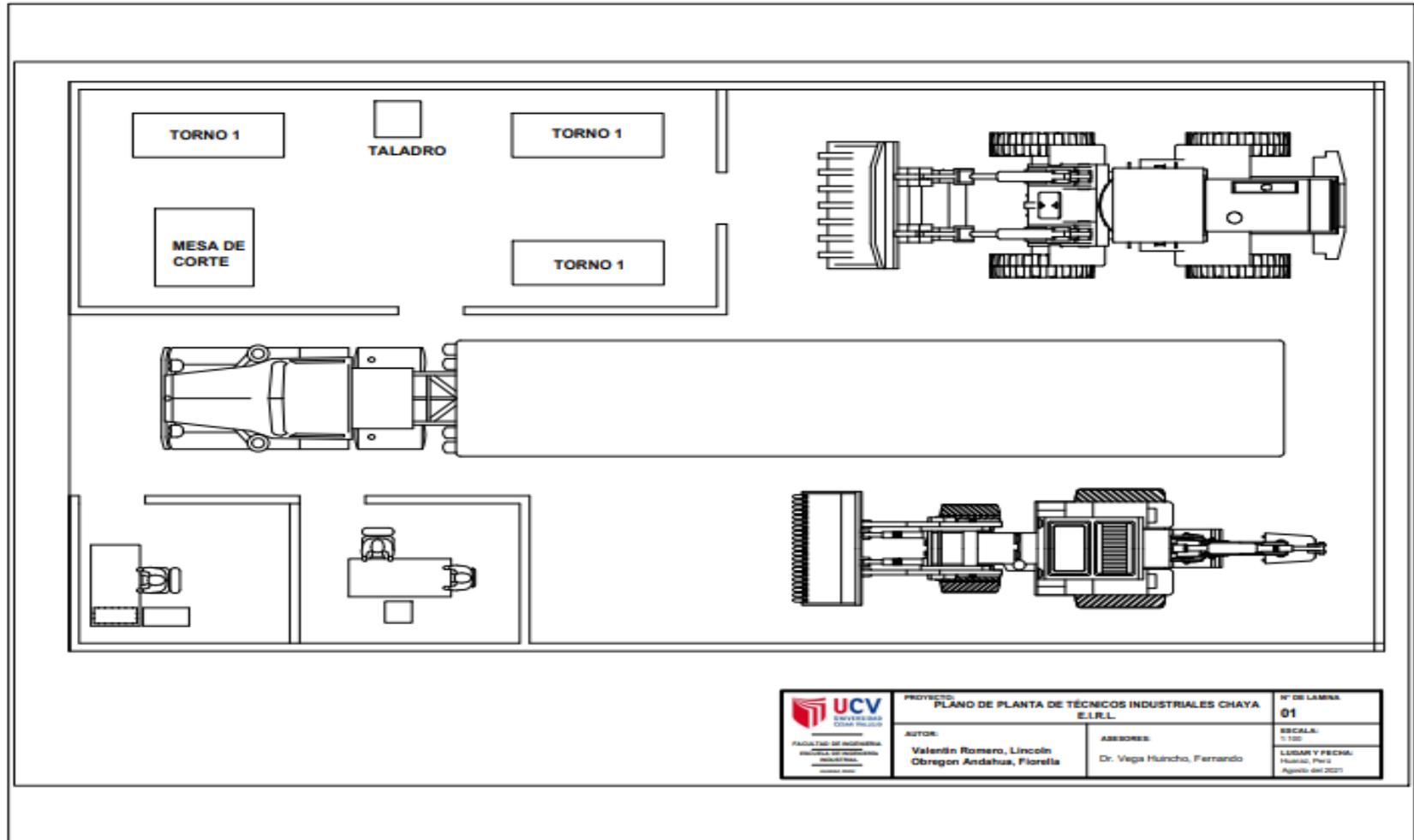


Figura 51. Distribución de planta de la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya.

Anexo 48. Fotografías recopiladas en la empresa metalmeccánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.



Figura 52. Empresa metalmeccánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L.



Figura 53. Toma de datos mediante la observación directa.



Figura 54. Tolva para volquete.

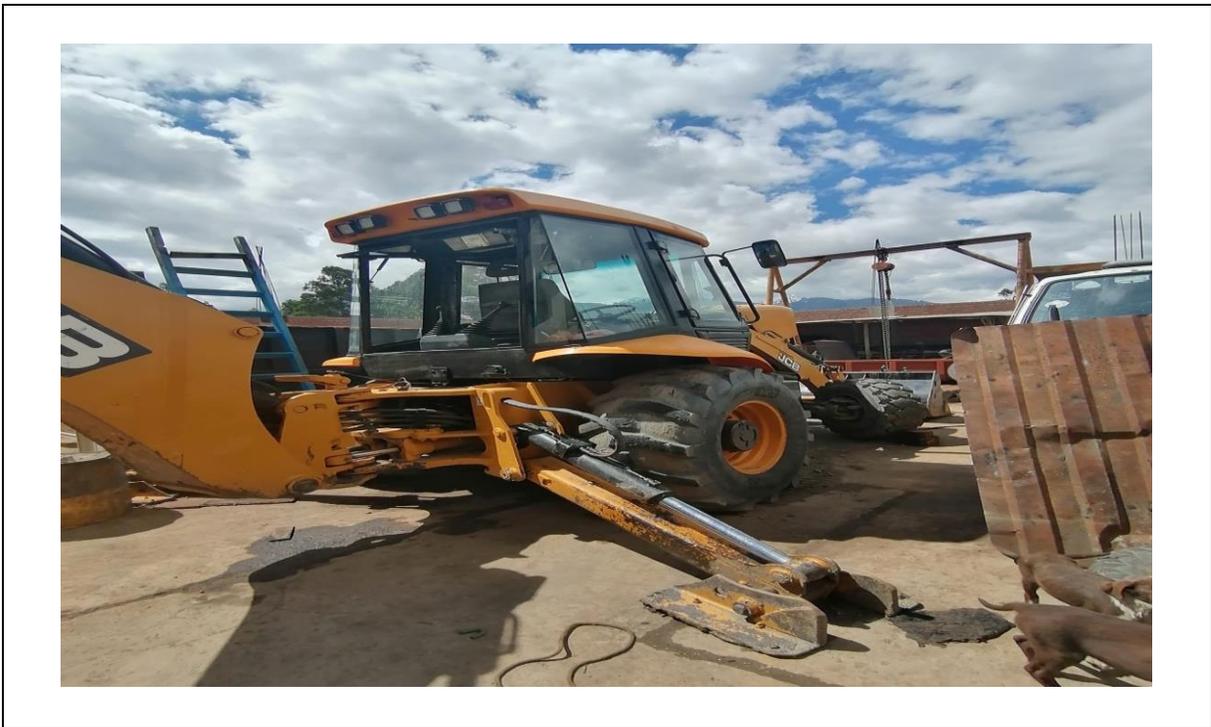


Figura 55. Retroexcavadora.



Figura 56. Uñas para retroexcavadora.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, OBREGON ANDAHUA FIORELLA GIANELLA, VALENTIN ROMERO LINCOLN OTILIO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Propuesta de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en la empresa metalmecánica Técnicos Industriales Chaya E.I.R.L. Huaraz, 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

| Nombres y Apellidos | Firma |
|---|--|
| OBREGON ANDAHUA FIORELLA GIANELLA DNI: 76527204 ORCID 0000-0002-2746-2462 | Firmado digitalmente por: FOBREGONAN24 el 24-01-2022 13:10:14 |
| VALENTIN ROMERO LINCOLN OTILIO DNI: 76001865 ORCID 0000-0002-4097-8682 | Firmado digitalmente por: LVALENTINR el 24-01-2022 13:20:12 |

Código documento Trilce: INV - 0572063