

# FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE CONSTRUCCIÓN DE SPOOLS DE ALTA PRESIÓN EN EL ÁREA DE SOLDADURA DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN CHORRILLOS - LIMA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**Autores:**

Ana Elizabeth Serrano Lescano  
Jamir Jesus Sebastian Aquino

**Asesor:**

Mg. Daniel Luiggi Ortega Zavala

Lima - Perú

2021

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	11
1.2. MARCO TEÓRICO.....	30
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	48
1.4. OBJETIVOS .....	49
1.5. HIPÓTESIS .....	50
1.6. JUSTIFICACIÓN .....	50
<b>CAPÍTULO II. MÉTODO.....</b>	<b>52</b>
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	52
2.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	52
2.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	53
2.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	54
2.5. VARIABLES .....	55
2.6. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	55
2.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	56

2.8.	PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO .....	59
2.9.	ANÁLISIS DE DATOS .....	60
2.10.	ASPECTOS ÉTICOS.....	60
2.11.	MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	61
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>		<b>64</b>
3.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL (ANTES):.....	64
3.2.	DIAGNÓSTICO CON LA IMPLEMENTACIÓN (DESPUÉS) .....	84
3.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	96
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>104</b>
4.1.	DISCUSIÓN.....	104
4.2.	CONCLUSIONES .....	109
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>111</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>116</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Demanda mundial en miles de toneladas métricas de acero de 2019 a 2021 por región .....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 2: Producción de miles de toneladas de acero crudo por países .....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 3: Cantidad Spools generados durante los proyectos de los últimos 8 años .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 4: Costos de penalidades generados en los proyectos de los últimos 8 años .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 5: Calificación de las causas principales por personas competentes que intervienen en el proceso.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 6: Porcentaje acumulado por causas.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 7: Desviación estándar requerida para el nivel de confianza deseado .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 8: Valoración del ritmo de trabajo .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 9: Valoración de suplementos .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 10: Métodos, técnica e instrumentos aplicados.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 11 Partes del Spool y sus especificaciones .....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 12: Normas Aplicadas al proceso.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 13: Diagrama de análisis del proceso de construcción de Spools de alta presión. ..</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 14: Identificación de actividades del proceso del spool curvo (ANTES).....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 15: Identificación de actividades del proceso del Spool Recto. (ANTES) .....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 16: Resumen de actividades de los 2 tipos de spools (ANTES).....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 17: Tabla para el cálculo del n° de observaciones .....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 18: Valoración del Ritmo de trabajo. ....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 19: Estudio de tiempos en el área de soldadura para Spool curvo de 8” con (ANTES). .....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 20: Estudio de tiempos en el área de soldadura para Spool Recto de 8” con 2 salidas” (ANTES).....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 21: Resumen de tiempo estándar (ANTES) .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 22: Identificación de actividades del proceso del spool curvo (DESPUÉS) .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 23: Resumen de las actividades DAP del Spool curvo ANTES y DESPUES .....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 24: Identificación de actividades del proceso del Spool Recto de 8” con 2 salidas de 2” de alta presión (DESPUÉS) .....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 25: Resumen de actividades DAP después spool recto con 2 salidas de 2” .....</i>	<i>88</i>

<i>Tabla 26: Estudio de tiempos en el área de soldadura para Spool curvo de 8" con (DESPUÉS).....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 27: Estudio de tiempos en el área de soldadura para Spool recto de 8" con 2 salidas de 2" de alta presión (DESPUÉS).....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 28: Resumen de tiempo estándar ANTES y Después para Spool Curvo.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 29: Resumen de tiempo estándar ANTES y Después para Spool Recto. ....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 30. Cálculo de productividad Humana .....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 31. Cálculo de eficiencia económica .....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 32: Resumen de costos de mano de obra .....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 33: Costos de HH soldador .....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 34: Costos de HH ayudante.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 35: Costos actuales para la fabricación por spools .....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 36: Costos de capacitación durante 2 días .....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 37: Precio por tipo de spools .....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 38: Costos de implementación.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 39: Indicadores .....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 40: Flujo de caja sin implementación.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 41: Flujo de caja con implementación.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 42: Rendimientos de flujo de caja sin proyecto.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 43: Rendimientos de flujo de caja con proyecto.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 44: Resumen de Tasa Interna de Retorno .....</i>	<i>102</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Diagrama causa – efecto respecto a la problemática</i> .....	16
<i>Figura 2: Diagrama de Pareto</i> .....	19
<i>Figura 3: Relación del estudio del trabajo</i> .....	33
<i>Figura 4: Etapas del estudio de métodos</i> .....	35
<i>Figura 5: Conjunto de símbolos de diagrama de procesos</i> .....	46
<i>Figura 6: Flujograma cruzado de la línea de producción de Spools</i> .....	64
<i>Figura 7: Plano de Spools recto PSL2 de alta presión</i> .....	65
<i>Figura 8: Soldadura SMAW</i> .....	68
<i>Figura 9: Soldadura FCAW (Mejora)</i> .....	69
<i>Figura 10: Diagrama de Operaciones</i> .....	70
<i>Figura 11: Gráfica de control de Spools curvo de 8” con niples (ANTES)</i> .....	81
<i>Figura 12: Gráfica de control de Spools recto de 8” con 2 salidas de 2” (ANTES)</i> .....	83
<i>Figura 13: Resumen de las actividades productivas DAP (ANTES) vs DAP (DESPUÉS) del spool curvo.</i> .....	86
<i>Figura 14: Resumen de las actividades productivas DAP (ANTES) vs DAP (DESPUÉS) del spool recto con 2 salidas de 2”</i> .....	89
<i>Figura 15: Resumen del tiempo estándar para spool curvo de 8” con niples (ANTES) vs (ACTUAL) teniendo una reducción del 30.5%</i> .....	92
<i>Figura 16: Resumen del tiempo estándar para Spool recto de 8” con 2 salidas de 2” de alta presión (ANTES) vs (ACTUAL) teniendo una reducción del 35%</i> .....	93
<i>Figura 17: Incremento de la productividad humana</i> .....	94
<i>Figura 18: Incremento de la eficiencia económica</i> .....	95
<i>Figura 19: Flujo de caja sin proyecto versus el flujo de caja con proyecto teniendo un crecimiento de 23.22 %</i> .....	102

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Cálculo de actividades que agregan valor .....</i>	<i>34</i>
<i>Ecuación 2: Tamaño de la muestra según Render y Heizer .....</i>	<i>38</i>
<i>Ecuación 3: Tiempo Normal .....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 4: Tiempo estándar.....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 6: Productividad.....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 7: Eficiencia económica .....</i>	<i>43</i>
<i>Ecuación 8: Tiempo observado .....</i>	<i>76</i>

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo aumentar la productividad de la línea de construcción de Spools de alta presión en el área de soldadura de una empresa metalmeccánica en Chorrillos – Lima, 2019. En primer lugar, se realizó un diagnóstico de la situación actual en el área de soldadura identificando las causas principales y secundarias que generan la baja productividad, el cual se necesitaron técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos. Luego, se procedió a calcular el costo de penalidades generada por los incumplimientos en las entregas de los Spools ya que estos se entregan fuera de fecha límite, lo que genera sobre costos en la empresa siendo un total de 2 473 893.36 dólares americanos. La metodología que se utilizó para el presente trabajo de investigación fue el Estudio del trabajo, para ello primero se tuvo que realizar el DAP identificando actividades que agregan valor al proceso. Después, se realizaron estudios de tiempos entre otros. Por lo tanto, dicha mejora permitió reducir los costos operativos contando con una inversión total de 14 662.04 nuevos soles. La mejora de la gestión de almacén que representa el trabajo de investigación, incluye información como el costo para redistribución y horas hombre. Finalmente, se realizó una evaluación económica y financiera de la implementación, considerando el costo de inversión y los beneficios que implican la mejora. El beneficio generado del VAN es de 494985.49, siendo el TIR positivo. En resumen, todo lo antes mencionado confirma que la propuesta económicamente viable y rentable para la empresa metalmeccánica.

**Palabras clave:** Spools, Estudio del trabajo, Productividad, Estudios de tiempos, Eficiencia económica.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

1. Perez Moran, A. (2017). *Propuesta de mejora de la productividad del área de taller de Tele cuatro Guayaquil C.A.* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil].  
Archivodigital.<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/24323/1/TESIS%20PEREZ%20MORAN%20ANDRES.pdf>
2. Vásquez Rojas, L. (2017). Propuesta de mejoramiento de procesos en el área de producción de la empresa panificadora Panarte a través del estudio de tiempos y movimientos [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional de Quito]. Archivo digital. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17268/1/CD-7773.pdf>
3. Moreno Pallares, R. (2017). Propuesta de mejoramiento de la productividad, en la línea de elaboración de armadores, a través de un estudio de tiempos del trabajo, en la empresa de productos Partiplast [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional de Quito]. Archivo digital. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17234>
4. Yuqui, J y Cabezas, E. (2016). Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en carrocerías Megabuss [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De Chimborazo]. Archivo digital. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3130>
5. Valverde Vargas, I. (2016). *Estandarización de las actividades para la línea de chupetes esféricos rellenos, con la metodología de tiempos y movimientos* [Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional de Quito]. Archivo digital. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16608/1/CD-7241.pdf>

6. Díaz Flores, J. (2016). Aplicación del estudio de tiempos para incrementar la productividad en el área de envasado de lavavajillas en pasta aplicada en una empresa de productos de limpieza en la localidad de Chorrillos [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Archivo Digital. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21738>
7. Maldonado A. y Egusquiza M. (2018). Estudio del trabajo para la mejora de la productividad de la línea de salsa ají preparado de la empresa servicios compartidos de restaurantes SAC, 2018 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22894?show=full>
8. Belleza Soriano, E. (2017). Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en la línea de producción de salchichas en la empresa FRIGO PYG S.A.C, Chorrillos Lima, 2017 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/14430>
9. Calderón Cardenas, M. (2017). Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en la línea de producción de un millar de papel bond A4, en la empresa Convertidora del Pacífico E.I.R.L, Lima 2017 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1406>
10. Valera Espinoza, A. (2019). *Mejora del proceso de fabricación de cajas chinas para incrementar la productividad en una empresa metalmecánica, Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Archivo digital. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22409>

11. Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio de trabajo* (4ta ed.). Organización Internacional del Trabajo.
12. Garcia Criollo, R. (2005). Estudio del trabajo "Ingeniería de métodos y medición del trabajo" (2da ed.). McGraw-Hill
13. HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de Administración de operaciones. 7ª. ed. México: Pearson Educación, 2009.

ISBN 9786074420999

14. Niebel B. y Freivalds A. (2014). ingeniería industrial "métodos, estándares y diseño del trabajo" (13va ed.). McGraw-Hill Education, 2014

ISBN 9786071511546

15. Baca Gabriel, Cruz Margarita, "Introducción a la ingeniería industrial" (2da ed.). Grupo Editorial Patria.

ISBN 9786074389197

16. Hernández Sampieri , R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucia, P. (2014). Metodología De La Investigación 6ª. ed. México D.F: Mc Graw Hill

ISBN 9781456223960

17. BERNAL, César. Metodología de la investigación. 4ta. ed. Bogotá, Colombia. Pearson Educación, 2016.

ISBN: 978-958-699-309-8

18. (Ingeniería Industrial Online, s.f.). Recuperado de:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/estudio-del-trabajo/>

19. Ishikawa Kaoru(1989). Introducción al control de calidad

Implementación del estudio del trabajo para aumentar la productividad de la línea de construcción de Spools de alta presión en el área de soldadura de una empresa metalmecánica en Chorrillos - Lima, 2019

20. Andrade, S. (2005). Definición de Eficiencia. Recuperado de:  
<https://www.promonegocios.net/administracion/definicion-eficiencia.html>

21. Organización Internacional de Normalización.(2015). Recuperado de:  
[ISO 9001:2015\(es\), Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos](#)

22. Valderrama Mendoza (2013). “Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación“(2da ed.).Editorial San Marcos E.I.R.L.

ISBN 9786123028787

23. Recuperado de: [Asociación Latinoamericana del Acero, ALACERO \(metalmecanica.com\)](#)

24. Ministerio de la producción. Recuperado de: [Resultados de búsqueda - Gobierno del Perú \(www.gob.pe\)](#)

25. Empresa metalmecánica Recuperado de: [Sector peruano de metalmecánica creció entre enero y octubre del 2018 \(metalmecanica.com\)](#)

26. (Economipedia)Recuperado de: [Eficiencia económica - Qué es, definición y concepto | Economipedia](#)

27. Ministerio de la producción. (02 de Julio de 2018). *Produce*. Obtenido de <https://www.produce.gob.pe/index.php/k2/noticias/item/994-produce-sector-metalmecanico-registro-crecimiento-de-6-1-durante-el-primer-cuatrimestre-del-ano>

28. Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española (23.ª ed.)*. Obtenido de <https://dle.rae.es>

Implementación del estudio del trabajo para aumentar la productividad de la línea de construcción de Spools de alta presión en el área de soldadura de una empresa metalmecánica en Chorrillos - Lima, 2019

29. Metalmecánica Perú. (4 de Diciembre de 2018). *Comunidad metalmecánica del Perú*. Recuperado el 31 de Enero de 2019, de <http://www.metalmecanicaperu.org.pe/Noticias/4.12.18.html>
30. Editorial Grudemi (2018). Eficiencia económica. Recuperado de Enciclopedia Económica (<https://enciclopediaeconomica.com/eficiencia-economica/>).