



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de mecanizado de pines de rueda guía en la empresa BM ingenieros S.A.C, Lima - 2017.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Garro Cerrate, Romel Zenobio

ASESOR:

MGTR. Margarita Egusquiza Rodriguez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de gestión Empresarial y productividad

LIMA – PERÚ

2017

PÁGINA DE JURADO

DR.

Presidente

MGTR.

Secretario

MGTR.

Vocal

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi hijo Lyam, a mi madre Antonia Cerrate Palacios y a mi padre que en paz descanse Abelardo Garro Aldave por su apoyo en todo momento y enseñarme a superar diversas situaciones.

AGRADECIMIENTOS

La culminación de esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo de:

El jefe de planta Benito Aliaga Guerra, por su apoyo en mis horarios de estudio brindados durante el tiempo que me tomo culminar la carrera.

También agradecer a mi asesora Margarita Egusquiza Rodriguez por su apoyo a lo largo de esta tesis.

A todos ellos infinitas gracias.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Garro Cerrate, Romel Zenobio con DNI N° 44686995, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 24 de Noviembre del 2017

Garro Cerrate, Romel Zenobio

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante usted la Tesis titulada “Aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de mecanizado de pines de rueda guía en la empresa BM ingenieros S.A.C, Lima - 2017., la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El autor

INDICE DE CONTENIDO

PÁGINA DEL JURADO	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	5
PRESENTACIÓN	6
INDICE DE CONTENIDO	7
RESUMEN	19
ABSTRACT	20
I.- INTRODUCCIÓN	21
1.1.- Realidad Problemática.....	22
1.2.- Trabajos Previos.....	30
1.3.- Teorías relacionadas.....	37
1.3.1.- Ingeniería de metodos.....	37
1.3.1.1.- Estudio de Métodos.....	37
1.3.2.- Estudio de tiempos.....	50
1.3.3.- Productividad.....	57
1.3.3.4.- Eficacia.....	65
1.3.2.2.- Eficiencia.....	66
1.4.- Formulación del Problema.....	69
1.4.1.- Problema General.....	69
1.4.2.- Problemas específicos.....	69
1.5.- Justificación del Estudio.....	69
1.5.1.- Teorica.....	69
1.5.2.- Practica.....	70
1.5.3.- Economica.....	70
1.6.- Hipótesis.....	70
1.6.1.- Hipótesis General.....	70

1.6.2.- Hipótesis Específicas.....	70
1.7.- Objetivos.....	71
1.7.1.- Objetivo General.....	71
1.7.2.- Objetivos Específicos.....	71
II.- MÉTODO.....	73
2.1.- Tipo y diseño de investigación.....	74
2.1.1.- Tipo de Investigación.....	74
2.1.2.- Diseño de investigación.....	74
2.1.3.- Nivel de Investigación.....	75
2.2.- Variables de operacionalización.....	75
2.2.1.- Variable independiente.....	75
2.2.2.- Variable dependiente.....	76
2.3.- Población y muestra.....	77
2.3.1.- Población.....	77
2.3.2.- Muestra.....	79
2.3.3.- Muestreo.....	79
2.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	79
2.4.1.- Técnicas de recolección de datos.....	79
2.4.2.- Instrumento de recolección de datos.....	80
2.4.3.- Validación.....	81
2.4.4.- Confiabilidad.....	81
2.5.- Método de análisis de datos.....	81
2.6.- Aspectos éticos.....	82
2.7.- Desarrollo de la Propuesta.....	82
2.7.1.- Situación Actual.....	82
2.7.1.1.- Descripción General de la Empresa.....	82
2.7.1.2.- Producto seleccionado para el estudio.....	85
2.7.1.3.- Distribución actual de la planta de la empresa.....	87
2.7.1.4.- Mapeo de procesos.....	88
2.7.1.5.- Diagrama de operaciones del proceso.....	90
2.7.1.6.- Diagrama de flujo.....	91

2.7.1.7.- Explicacion del proceso.....	92
2.7.1.8.- Toma de tiempos (pre test).....	95
2.7.1.9.- Productividad actual.....	101
2.7.2.- Analisis de causas de la baja productividad.....	105
2.7.2.1- Distribucion inadecuada de máquinas.....	105
2.7.2.2.- Actividades que no agregan valor.....	107
2.7.2.3.-Tiempos improductivos.....	124
2.7.2.4.- Falta de orden y limpieza.....	131
2.7.2.5.- Falta de capacitaciones de los trabajadores.....	136
2.7.3.- Propuesta de mejora.....	138
2.7.4.- Implementacion de la ingenieria de metodos.....	143
2.7.5.- Situacion mejorada.....	177
2.7.6.- Analisis economico y financiero	212
III.-RESULTADOS	217
IV.- DISCUSIÓN	231
V.-CONCLUSIONES	234
VI.- RECOMENDACIONES	236
VII.- REFERENCIAS	238

INDICE DE FIGURAS

Figura 01.Exportaciones de acero desde China a América Latina.....	22
Figura 02.Importaciones de acero desde China a América Latina.....	23
Figura 03.Mapeo de empresas del sector Metalmecánico.....	24
Figura 04. Producción de ruedas guías en los 3 últimos años.....	25
Figura 05.Situación actual de la empresa.....	26
Figura 06.Diagrama de Ishikawa	26
Figura 07.Diagrama de Pareto	28
Figura 08. Diagrama de estratificación	29
Figura 09.Símbolos del diagrama de flujo.....	41
Figura 10.Símbolos del diagrama de operaciones.....	43
Figura 11.Símbolos del diagrama de análisis del proceso.....	44
Figura 12.Ejemplo del diagrama hombre- Máquina.....	45
Figura 13.Ejemplo del diagrama de Ishikawa.....	47
Figura 14.Ejemplo del diagrama de Pareto.....	48
Figura 15.Ubicación de la empresa.....	83
Figura 16.Organigrama.....	84
Figura 17.Distribución actual de la planta de BM ingenieros SAC.....	87
Figura 18.Mapa de procesos de fabricación de rueda guía	89
Figura 19.Diagrama de operaciones del proceso.....	90
Figura 20.Diagrama de flujo.....	91
Figura 21.Descripción de proceso de mecanizado de pines.....	92
Figura 22.Productividad en los meses de Mayo, Junio y Julio.....	103
Figura 23.Diagrama de recorrido actual para la fabricación de 01 pin.....	104
Figura 24.Diagrama de recorrido actual para la fabricación pines diarios.....	105
Figura 25. Comparación del índice de actividades de los meses de Mayo a Julio	116
Figura 26. Metros recorridos de los meses de Mayo, Junio y Julio.....	127
Figura 27.Tiempo de recorrido en los meses de Mayo, Junio y Julio.....	127
Figura 28 .Presencia de obstaculos en el pasadizo.....	131

Figura 29.Desorden en la mesa de herramientas.....	131
Figura 30.Casillero dentro del área de trabajo.....	132
Figura 31.Mesa del control dimensional desordenado	132
Figura 32.Acumulación de chatarra.....	132
Figura 33.Calificación de orden y limpieza en los meses de Mayo, Junio y Julio.	136
Figura 34.Horas de capacitación en el mes de Mayo, Junio y Julio.....	137
Figura 35.Antes y después de la codificación de los ejes.....	162
Figura 36.Antes y después del traslado del eje al área de corte.....	163
Figura 37.Antes y después del graduado de la cortadora.....	164
Figura 38. Antes y despues del traslado de ejes.....	164
Figura 39. Antes y despues de la ubicación de las maquinas.....	165
Figura 40.Diagrama de recorrido antes de la propuesta.....	166
Figura 41.Diagrama de recorrido propuesto.....	167
Figura 42.Antes y después de la verificación de las medidas de los ejes.....	168
Figura 43.Antes y después del alineamiento de los ejes.....	169
Figura 44.Concientización del personal	169
Figura 45.Seleccionar.....	170
Figura 44.Ordenar.....	170
Figura 46.Limpiar.....	171
Figura 47.Estandarizar.....	171
Figura 48.Antes y después almacenamiento de herramientas.....	173
Figura 49.Programación de pedidos de insertos	174
Figura 50.Capacitación al personal de maestranza.....	175
Figura 51.Antes y después del afilado de brocas.....	176
Figura 52.Índice de actividades desde el mes de Mayo al mes de Octubre.....	201
Figura 53.Antes y después de los tiempos improductivos.	205
Figura 54.Economía de la distancias recorridas.....	205
Figura 55. Economía del tiempo improductivo de recorrido.....	205
Figura 56. Calificación de la Auditoria de las 5S (Post-Test).....	206
Figura 57. Productividad mejorada.....	210
Figura 58.Tiempo estandar mejorado.....	211

Figura 59.Comparación del costo unitario.....	214
Figura 60.Productividad antes y despues	219
Figura 61. Mejora de la productividad.....	219
Figura 62. Eficiencia antes y despues.....	221
Figura 63. Mejora de la eficiencia.....	221
Figura 64. Eficacia antes y despues.....	223
Figura 65. Mejora de la eficacia.....	223
Figura 66. Regla de decisión.....	224

INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Situación actual de la empresa en los últimos siete meses.....	25
Tabla 02.Causas del diagrama de Ishikawa	27
Tabla 03. Matriz de correlación	27
Tabla 04.Tabla de frecuencia de las causas	28
Tabla 05. Matriz de priorización	29
Tabla 06.Matriz de alternativas de solución	30
Tabla 07.Sistema de valoración Westinghouse.....	54
Tabla 08.Sistema de suplemento de descanso	56
Tabla 09. Matriz de consistencia	72
Tabla 10.Operacionalización de variable	78
Tabla 11.Clientes de la empresa BM ingenieros SAC	84
Tabla 12.Catálogo de productos	85
Tabla 13. Ventas de productos en el 2016	85
Tabla 14.Actividades en la fabricación de rueda guía.....	86
Tabla 15.Toma de tiempos del proceso de mecanizado de pines (Pre-Test)	96
Tabla 16.Cálculo del número de muestras (Pre-Test)	97
Tabla 17.Cálculo del tiempo observado de acuerdo al tamaño de la muestra.	97
Tabla 18.Cálculo del tiempo estándar (Pre-Test)	98
Tabla 19.Tiempo estándar por unidad (Pre-Test)	98
Tabla 20.Capacidad instalada (Pre-Test)	99
Tabla 21.Unidades programadas (Pre-Test).....	99
Tabla 22.Indicador de productividad del mes de Mayo.	100
Tabla 23.ndicador de productividad del mes de Junio.	101
Tabla 24.Indicador de productividad del mes de Julio.	102
Tabla 25.Productividad en los meses de Mayo, Junio y Julio	103
Tabla 26.Diagrama de analisis del proceso (Pre-Test)	106

Tabla 27. Índice de actividades en el mes de Mayo	113
Tabla 28. Índice de actividades en el mes de Junio	114
Tabla 29. Índice de actividades en el mes de Julio.....	114
Tabla 30. Índice de actividades de los meses de Mayo, Junio y Julio.....	115
Tabla 31. Diagrama bimanual del corte.....	116
Tabla 32. Diagrama bimanual del cilindrado aproximado.....	117
Tabla 33. Diagrama bimanual del cilindrado de acabado.....	118
Tabla 34. Diagrama bimanual del fresado.....	119
Tabla 35. Diagrama bimanual del roscado.....	120
Tabla 36. Diagrama bimanual del taladrado.....	121
Tabla 37. Diagrama bimanual del control dimensional.....	122
Tabla 38. Resumen del Diagrama bimanual	123
Tabla 39. Metros recorridos en el mes de Mayo	123
Tabla 40. Tiempos de recorrido en el mes de Mayo	124
Tabla 41. Metros recorridos en el mes de Junio.....	124
Tabla 42. Tiempos de recorrido en el mes de Junio.....	125
Tabla 43. Metros recorridos en el mes de Julio.....	125
Tabla 44. Tiempos de recorrido en el mes de Julio.....	126
Tabla 45. Diagrama de actividades múltiples del proceso (Pre-Test).....	127
Tabla 46. Diagrama de actividades múltiples de los operarios (Pre-Test).....	128
Tabla 47. Evaluación del orden y limpieza del mes de Mayo.....	132
Tabla 48. Evaluación del orden y limpieza del mes de Junio.....	133
Tabla 49. Evaluación del orden y limpieza del mes de Julio.....	134
Tabla 50. Horas de capacitación en el mes de Mayo, Junio y Julio.....	136
Tabla 51. Cronograma del desarrollo del proyecto de investigación.....	139
Tabla 52. Recursos economicos.....	141
Tabla 53. Presupuesto total.....	141
Tabla 54. Identificación del cuello de botella.....	142
Tabla 55. Actividades que no agregan valor total.....	150
Tabla 56. Actividades que no agregan valor para examinar.....	153

Tabla 57. Auditoria 5S Antes-Después.....	171
Tabla 58. Diagrama de análisis del proceso propuesto (Post-Test).....	179
Tabla 59. Diagrama bimanual propuesto del proceso de cortado	184
Tabla 60. Diagrama bimanual propuesto del proceso de cilindrado 1	185
Tabla 61. Diagrama bimanual propuesto del proceso de cilindrado 2.....	186
Tabla 62. Diagrama bimanual propuesto del proceso fresado.....	187
Tabla 63. Diagrama bimanual propuesto del proceso roscado.....	188
Tabla 64. Diagrama bimanual propuesto del proceso de taladrado.....	189
Tabla 65. Diagrama bimanual propuesto del proceso de control dimensional.....	190
Tabla 66. Resumen del diagrama bimanual Después.....	191
Tabla 67. Toma de tiempos del proceso de mecanizado de pines (Post-Test).....	192
Tabla 68. Tamaño de muestra (Post-Test).....	193
Tabla 69. Cálculo del tamaño de la muestra (Post-Test).....	193
Tabla 70. Tiempo estándar (Post-Test).....	194
Tabla 71. Tiempo estándar por unidad (Post-Test).....	194
Tabla 72. Capacidad instalada (Post-Test).....	195
Tabla 73. Unidades programadas (Post-Test).....	195
Tabla 74. Diagrama múltiple de operaciones (Post-Test)	196
Tabla 75. Resumen diagrama multiple de operaciones.....	197
Tabla 76. Índice de actividades del mes de Agosto.....	198
Tabla 77. Índice de actividades del mes de Septiembre.....	198
Tabla 78. Índice de actividades del mes de Octubre.....	199
Tabla 79. Índice de actividades de cada mes.....	199
Tabla 80. Índice de actividades (Post-Test).....	200
Tabla 81. Tiempo improductivo del mes de Agosto.....	201
Tabla 82. Tiempo improductivo del mes de Septiembre.....	202
Tabla 83. Tiempo improductivo del mes de Octubre.....	203
Tabla 84. Auditoria de las 5S (Post-Test).....	205
Tabla 85. Indicador de productividad del mes de Agosto.....	206
Tabla 86. Indicador de productividad del mes de Septiembre.....	207

Tabla 87. Indicador de productividad del mes de Octubre.....	208
Tabla 88. Comparación de la productividad antes y después.....	209
Tabla 89. Producción después	210
Tabla 90. Costo de producción - Antes	211
Tabla 91. Costo de producción - Después.....	212
Tabla 92. Resumen del costo de producción	212
Tabla 93. Tasa efectiva anual	213
Tabla 94. Ahorro del costo de producción por periodo.....	214
Tabla 95. Valor actual neto (VAN).....	214
Tabla 96. Tasa interna de retorno (TIR).....	215
Tabla 97. Costo/Beneficio.....	215
Tabla 98. Productividad antes y después.....	217
Tabla 99. Eficiencia antes y después.....	219
Tabla 100. Eficacia antes y despues.....	221
Tabla 101. Estadígrafos a utilizar.....	223
Tabla 102. Prueba de normalidad de la productividad	224
Tabla 103. Contrastación de hipótesis general con la ruta Wilcoxon	225
Tabla 104. Prueba de normalidad de la Eficiencia.....	226
Tabla 105. Contrastación de hipótesis específica 1 con la ruta Wilcoxon.....	227
Tabla 106. Prueba de normalidad de la Eficacia.....	227
Tabla 107. Contrastación de hipótesis específica 2 con la ruta Wilcoxon.....	228

INDICE DE ECUACIONES

Ecucación 01. Índice de actividades	38
Ecucación 02.Tamaño de muestra	53
Ecucación 03.Tiempo Normal	54
Ecucación 04. Suplemento de trabajo	55
Ecucación 05.Tiempo estándar	56
Ecucación 06. Productividad	57
Ecucación 07. Productividad de mano de obra	58
Ecucación 08. Productividad de capital	58
Ecucación 09. Productividad de energía	59
Ecucación 10.Productividad total	59
Ecucación 11.Eficacia	66
Ecucación 12.Eficiencia	66
Ecucación 13.Productividad, eficiencia y eficacia	67
Ecucación 14.Mayor Productividad	67
Ecucación 15.Incremento de la productividad	68
Ecucación 17.Cálculo de la capacidad instalada (Pre-Test)	99
Ecucación 18.Cálculo de las unidades programadas	99

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	241
Anexo 2. Matriz de operacionalización de variable.....	242
Anexo 3. Auditoria 5S.....	243
Anexo 4. Distribución de planta.....	244
Anexo 5. Diagrama múltiple de operaciones (Pre-Test).....	245
Anexo 6. Diagrama múltiple de operaciones (Post-Test).....	246
Anexo 7. Cronograma de actividades.....	247
Anexo 8. Antes y Después.....	248
Anexo 9. Capacitación del personal.....	251
Anexo 10. Pines de rueda guía.....	251
Anexo 11. Ensamble de pines a la rueda guía.....	252
Anexo 12. Rueda guía.....	252
Anexo 13. Validación de instrumentos de medición.....	253
Anexo 14. Validación de instrumentos de medición.....	254
Anexo 15. Validación de instrumentos de medición.....	255
Anexo 16. Porcentaje de similitud Turnitin.....	256
Anexo 17. Manual de procedimientos.....	257

RESUMEN

La presente investigación titulada “Aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de mecanizado de pines de rueda guía en la empresa BM ingenieros S.A.C, Lima - 2017.”, tuvo como problema general ¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejorará la productividad del proceso de mecanizado de pines de la rueda guía en la empresa BM ingenieros SAC. distrito de Puente Piedra, Lima 2017 ?

La investigación se desarrolló bajo el diseño pre experimental de tipo aplicada debido a que se determinó la mejora mediante la aplicación de diversos aportes teóricos como lo es la ingeniería de métodos, siendo descriptiva y explicativa debido a que se describe la situación de estudio y se trata de dar respuesta al por que del objeto que se investiga utilizando el método experimental, la población estuvo representada por la producción de los días laborales de 3 meses antes (Mayo, Junio y Julio) y 3 meses después (Agosto, Septiembre y Octubre) para el proceso de mecanizado de pines, siendo la muestra no probabilístico-intencional, ya que los datos de la muestra son seleccionadas por conveniencia, se trabajó con el total de la población. La técnica utilizada para recolectar los datos fue la observación y los instrumentos utilizados fueron los siguientes formatos: formato de tiempo cronometrado, diagramas bimanuales, DAP, diagramas de recorrido y Diagrama múltiple de operaciones, con la finalidad de recolectar datos de las dimensiones de las variables. Para el análisis de los datos se utilizó Microsoft Excel y estos datos se analizaron en SPSS V. 24, de manera descriptiva e inferencial utilizándose tablas y gráficos lineales.

Finalmente se determinó bajo la prueba Z con el estadígrafo de “Wilcoxon” lo siguiente: $U_{pa} < U_{pd}$ de las variables del problema general por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador lo cual se prueba a través del análisis de medias en donde se verifica la productividad antes y después, siendo mayor la media de la productividad después, anulando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis del investigador.

Palabras Clave: Ingeniería de métodos, Productividad.

ABSTRACT

The present investigation titled "Application of engineering of methods to improve the productivity in the process of mechanized of pins of wheel guide in the company BM engineers SAC, Lima - 2017.", had like general problem How the application of the engineering of methods will improve the productivity of the machining process of pins of the guide wheel in the company BM engineers SAC. district of Puente Piedra, Lima 2017?

The research was developed under the pre-experimental design of applied type because the improvement was determined by the application of various theoretical contributions such as method engineering, being descriptive and explanatory because the study situation is described and it is treated to give an answer to why the population that was investigated using the experimental method, the population was represented by the production of the working days of 3 months before (May, June and July) and 3 months later (August, September and October) for the pin machining process, being the non-probabilistic-intentional sample, since the data of the sample are selected for convenience, we worked with the total of the population. The technique used to collect the data was the observation and the instruments used were the following formats: time format, bimanual diagrams, DAP, route diagrams and multiple operations diagram, with the purpose of collecting data on the dimensions of the variables. For the analysis of the data, Microsoft Excel was used and these data were analyzed in SPSS V. 24, descriptively and inferentially, using tables and line graphs.

Finally, the following was determined under the Z test with the "Wilcoxon" statistic: $U_p < U_{pd}$ of the variables of the general problem therefore the null hypothesis is rejected and the researcher hypothesis is accepted which is proved through the analysis of means in which productivity is verified before and after, the average of productivity being higher later, canceling the null hypothesis and accepting the hypothesis of the researcher.

Keywords: Methodology engineering, Productivity