



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Aplicación del mantenimiento productivo total para
mejorar la disponibilidad de la trefiladora Bifilar Niehoff
en Indeco S.A. Lima, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

Autor:

Espinoza Bautista, Paul Roger (ORCID: 0000-0003-2084-3008)

Asesor:

Mgtr. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-7188-119X)

Línea de Investigación:

Gestión empresarial y productiva

Lima – Perú

2019

Dedicatoria

A mis padres, Adán y Andrea, quienes supieron guiarme día a día con sus consejos y su amor, para yo poder tomar decisiones buenas en la vida.

A mis hijos Jhoseph, Ángela, Naiara, Benjamín Y a mi esposa Sarita, los cuales son la razón de mi vida, por los cuales me esfuerzo día a día para así poder ser mejor padre, mejor esposo, mejor persona y ser un excelente profesional.

A mis hermanos Isabel, Wilder, Gladys, Alex, ya que por ser el mayor de ellos siento la responsabilidad de darles el mejor ejemplo para que ellos puedan tener un buen referente.

A mis abuelos que descansan en su gloria eterna que me encaminaron e iluminaron Dometila y Julián quienes con sus consejos sabios me supieron guiar por el buen camino.

Agradecimiento

Agradezco a mi profesor por su ayuda y su paciencia ya que sin su guía no hubiera podido alcanzar mis objetivos, también agradezco a Dios, a mi esposa, a mis padres, y en especial a mis hijos, quienes son la motivación y mi razón de vida, ya que cada día nos enfrentamos a nuevos obstáculos perseveramos en nuestros objetivos para poder lograr el éxito.

Declaratoria de autenticidad

Yo, Paul Roger Espinoza Bautista, con DNI: 40413896, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, facultad de ingeniería, de la escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

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

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

Lima, 07 de diciembre del 2019.



Espinoza Bautista Paul Roger
DNI: 40413896

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo se presenta ante ustedes la tesis titulada “Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la disponibilidad de la trefiladora Bifilar Niehoff en Indeco S.A. Lima, 2019” donde se contempla los capítulos siguientes:

Capítulo I: Introducción, donde se presentó una realidad problemática muy particular, así como también las teorías relacionados al tema, además de encontrarse los trabajos previos, la hipótesis y los objetivos propuestos.

Capítulo II: Método, hace referencia al diseño de investigación, variables de Operacionalización, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos empleados, los métodos de análisis de datos y aspectos éticos.

Capítulo III: Resultados, se expuso el logro de los tres objetivos de investigación y para ello se diagnosticó la disponibilidad inicial de la trefiladora Bifilar, posteriormente se aplicó las herramientas del TPM (mantenimiento autónomo y mejoras enfocadas) y finalmente se evaluó el impacto del estímulo respecto del diagnóstico de disponibilidad.

Capítulo IV: Discusión, se hizo hincapié en el análisis de los resultados obtenidos para compararlos con las investigaciones realizadas por otros autores citados en trabajos previos.

Capítulo V: Se ejecutó las conclusiones obtenidas en os análisis descriptivos e inferencial por cada objetivo.

Capítulo VI: Se realizó las recomendaciones a cada conclusión tanto del objetivo principal como de los específicos.

Capítulo VII: Se contempló las referencias bibliográficas según la norma ISO 690.

Todo ello con el objetivo de mejorar la disponibilidad de la trefiladora Bifilar Niehoff mediante la aplicación de la herramienta del TPM (mantenimiento autónomo y mejoras enfocadas), de este modo, la tesis se somete a vuestra consideración y se espera que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad.....	iv
Presentación.....	vi
Índice	viii
Índice de figuras	xi
Índice de tablas	xiii
Índice de anexos	xiv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Realidad problemática	18
1.2 Trabajos previos.....	27
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	32
1.3.1 Mantenimiento productivo total (TPM)	34
1.3.2 OEE (Overall Equipment Effectiveness).....	40
1.3.3 Proceso de Mantenimiento y principales indicadores	41
1.4 Formulación del problema	43
1.4.1 Problema General	44
1.4.2 Problemas Específicos	44
1.5 Justificación del estudio	44
1.5.1 Relevancia económica	44
1.5.2 Relevancia tecnológica	44
1.5.3 Relevancia institucional.....	45
1.6 Hipótesis	45

1.6.1	Hipótesis General	45
1.6.2	Hipótesis Específica	45
1.7	Objetivos	45
1.7.1	Objetivo General.....	45
1.7.2	Objetivos Específicos	45
II.	MÉTODO	46
2.1	Tipo de la investigación	46
2.2	Diseño de investigación	47
2.3	Variables y Operacionalización	48
2.3.1	Variable Independiente	48
2.3.2	Variable Dependiente	48
2.3.3	Operacionalización de variables	49
2.4	Población y muestra.....	51
2.4.1	Población	51
2.4.2	Muestra	51
2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	51
2.5.1	Técnicas	51
2.5.2	Instrumentos de recolección de datos.....	51
2.5.3	Validez.....	51
2.5.4	Confiabilidad	52
2.6	Métodos de análisis de datos	52
2.6.1	Análisis descriptivo	52
2.6.2	Análisis inferencial.....	52
2.7	Aspectos éticos	53
2.8	Desarrollo de la propuesta	53
2.8.1	Situación actual	53
2.8.2	Propuesta de mejora.....	59

2.8.3	Implementación de la propuesta	59
2.8.4	Mantenimiento autónomo.....	60
2.8.5	Mejoras enfocadas	79
2.8.6	Resultados de la implementación	92
2.8.7	Análisis económico y financiero	95
III.	RESULTADOS	97
3.1	Análisis descriptivo.....	97
3.1.1	Variable Dependiente: Disponibilidad.....	97
3.2	Análisis Inferencial	99
3.2.1	Análisis de la hipótesis general.....	99
3.2.2	Análisis de la primera hipótesis específica fiabilidad.....	102
3.2.3	Análisis de la segunda hipótesis específica mantenibilidad	104
IV.	DISCUSIÓN	107
V.	CONCLUSIONES	109
VI.	RECOMENDACIONES	110
VII.	REFERENCIAS	111
	ANEXOS	116

Índice de figuras

Figura 1. Disponibilidad mayo a diciembre, 2018.	20
Figura 2. Cumplimiento de mantenimiento preventivo enero a diciembre, 2018.	21
Figura 3. Diagrama ISHIKAWA.	22
Figura 4. Diagrama Pareto.	24
Figura 5. Estratificación de las causas de la baja disponibilidad.	26
Figura 6. Pilares del TPM.	36
Figura 7. Spoller.	55
Figura 8. Coiller Fuente: Indeco S.A. Fuente: Indeco S.A.	55
Figura 9. Atenciones eléctricas y mecánicas a la Trefiladora.	56
Figura 10. Confiabilidad de la trefiladora Bifilar (22 semanas, 2018).	58
Figura 11. Fiabilidad de la Trefiladora Bifilar Niehoff (22 semanas, 2018).	58
Figura 12. Mantenibilidad de la Trefiladora Bifilar Niehoff (22 semanas, 2018).	59
Figura 13. Limpieza inicial de la máquina.	61
Figura 14. Cronograma de limpieza de la Trefiladora Bifilar Niehoff.	61
Figura 15. Formato de seguimiento de limpieza y Lubricación Trefiladora Bifilar.	62
Figura 16. Capacitación a los operadores de la Trefiladora Bifilar Niehoff.	64
Figura 17. Estándar de limpieza-1 Trefiladora Bifilar.	65
Figura 18. Estándar de limpieza-2 Trefiladora Bifilar.	65
Figura 19. Estándar de limpieza-3 Trefiladora Bifilar.	66
Figura 20. Estándar de limpieza-4 Trefiladora Bifilar.	66
Figura 21. Estándar de limpieza-5 Trefiladora Bifilar.	67
Figura 22. Armario con herramientas y accesorios para el autónomo.	68
Figura 23. Limpiador de alta presión.	68
Figura 24. Estándar de inspección-1 Trefiladora Bifilar. Fuente: Indeco S.A.	71
Figura 25. Estándar de inspección-2 Trefiladora Bifilar. Fuente: Indeco S.A.	72
Figura 26. Estándar de inspección-3 Trefiladora Bifilar. Fuente: Indeco S.A.	73
Figura 27. Estándar de lubricación Bifilar-1.	74
Figura 28. Estándar de lubricación Bifilar-2.	75
Figura 29. Estándar de lubricación Bifilar-3.	76
Figura 30. Panel de control del programa del mantenimiento autónomo.	78

Figura 31. Antes y después del upgrade del drive del coiler Bifilar	81
Figura 32. Paletas de empuje de carrito lleno Bifilar.....	81
Figura 33. Circuito cerrado de cámaras para el monitoreo del proceso por el operador.....	82
Figura 34. Uso de la cámara termográfica FLIR.....	83
Figura 35. Coches para los electricistas- electrónicos.....	83
Figura 36. Coche para los mecánicos de turno.....	84
Figura 37. Planoteca luego del ordenamiento de los planos.....	84
Figura 38. Formato simplificado para el diagnóstico del Spoller.....	85
Figura 39. Procedimiento del cambio de contactores eléctricos.....	86
Figura 40. Formato de trabajo con seguridad de 5 minutos TAKE 5.....	87
Figura 41. Silla ergonómica para los operadores	88
Figura 42. Radio para los operadores.....	88
Figura 43. Medidor de diámetro SIKORA de alta precisión.....	89
Figura 44. Registro de las variables críticas de la Bifilar en el sistema SCADA.....	90
Figura 45. Análisis termográfico del intercambiador de calor Bifilar.....	91
Figura 46. Resultados después de la mejora (disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad)	93
Figura 47. Disponibilidad antes y después de la aplicación del TPM.....	93
Figura 48. Fiabilidad antes y después de la aplicación del TPM.....	94
Figura 49. Mantenibilidad antes y después de la aplicación del TPM.....	94
Figura 50. Diagrama de frecuencia antes y después de la variable dependiente (Disponibilidad).....	98
Figura 51. Diagrama normal de la disponibilidad	98
Figura 52. Diagrama de caja de la disponibilidad antes y después.....	99
Figura 53. Organigrama del área de mantenimiento.....	120

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de frecuencias de las causas de la baja disponibilidad.	23
Tabla 2. Tabla de estratificación.....	25
Tabla 3. Matriz de priorización.	26
Tabla 4. Pre-test 2018 de la situación actual de la Trefiladora Bifilar Niehoff.....	57
Tabla 5. Gantt de la implementación del mantenimiento autónomo en la Trefiladora Bifilar Niehoff.....	63
Tabla 6. Cronograma de actividades de mejoras enfocadas para la Trefiladora Bifilar Niehoff.....	80
Tabla 7. Pos-test de la Trefiladora Bifilar Niehoff.....	92
Tabla 8. Tabla de costos realizado en la implementación del TPM.....	95
Tabla 9. Tabla del Beneficio que obtuvimos con el TPM.....	96
Tabla 10. Estadística descriptiva de la variable dependiente (Disponibilidad).....	97
Tabla 11. Prueba de normalidad de disponibilidad antes y después con Shapiro Wilk ...	100
Tabla 12. Prueba de Contrastación de Hipótesis con T Student aplicado a datos paramétrico de disponibilidad.	100
Tabla 13. Prueba de P valor con T Student aplicado a datos paramétrico de disponibilidad, para comprobar si la decisión es correcta.....	101
Tabla 14. Prueba de normalidad de fiabilidad antes y después con Shapiro Wilk.....	102
Tabla 15. Prueba de Contrastación de Hipótesis con Wilcoxon aplicado a datos no paramétrico de fiabilidad.....	103
Tabla 16. Prueba de P valor con Wilcoxon aplicado a datos no paramétricos de fiabilidad, para comprobar si la decisión es correcta.....	104
Tabla 17. Prueba de normalidad de mantenibilidad antes y después con Shapiro Wilk ...	105
Tabla 18. Prueba de Contrastación de Hipótesis con T Student aplicado a datos paramétricos de mantenibilidad.	105
Tabla 19. Prueba de P valor con T Student aplicado a datos paramétricos de mantenibilidad, para comprobar si la decisión es correcta.....	106

Índice de anexos

Anexo 1. Registro de producción trefiladora Bifilar, SAP, 2018.....	116
Anexo 2. Registro de producción trefiladora Bifilar, SAP, 2019.....	117
Anexo 3. Registro de producción de las 22 semanas, 2018.	118
Anexo 4. Matriz de consistencia.	119
Anexo 5. Registro de producción de las 22 semanas, 2018. Anexo 6. Organigrama de mantenimiento	120
Anexo 7. Principales fabricantes de cables en el mundo.....	121
Anexo 8. Variación de la producción anual de conductores eléctricos en el Perú.....	121
Anexo 9. Estadística de las exportaciones de Metales en el Perú.	122
Anexo 10. Base de datos de las empresas TOP de exportación de metales.	123
Anexo 11. Problemas eléctricos presentados en Trefilado.....	124
Anexo 12. Problemas eléctricos presentados en Recocido.....	125
Anexo 13. Problemas eléctricos presentados en el Coiller.....	126
Anexo 14. Continuación de atenciones eléctricas al coiller	127
Anexo 15. Continuación de las atenciones eléctricas al coiller.....	128
Anexo 16. Problemas eléctricos presentados en el Spoller.	129
Anexo 17. Problemas mecánicos presentados en el Trefilado y Spoller.....	130
Anexo 18. Problemas mecánicos presentados en el Recocido.	131
Anexo 19. Problemas mecánicos presentados en el Coiller.	132
Anexo 20. Programa de Inspecciones y limpieza de filtros y carbones.	133
Anexo 21. Gantt de la implementación del mantenimiento autónomo de la Trefiladora Bifilar	134
Anexo 22. Gantt-1 de la implementación del mantenimiento autónomo de la Trefiladora Bifilar.....	135
Anexo 23. Gantt-2 de la implementación del mantenimiento autónomo de la Trefiladora Bifilar.....	136
Anexo 24. Formato de inspección para el técnico electricista.	137
Anexo 25. Formato de inspección para el técnico mecánico.	138
Anexo 26. Formato de diagnóstico rápido de la Trefiladora Bifilar.	139
Anexo 27. Formato TAKE 5 en blanco	140

Anexo 28. Formato TAKE 5 llenado.....	141
Anexo 29. Formato de análisis seguro de trabajo (AST)	142
Anexo 30. Formato de análisis seguro de trabajo (AST) llenado.....	143
Anexo 31. Certificados de validez del instrumento realizado por tres expertos.	144
Anexo 32. Formato de procedimientos de trabajo de cambio de botonera de emergencia.	150
Anexo 33. Formato de procedimientos de trabajo de cambio de termocupla.	151
Anexo 34. Reporte de originalidad del Tunitin.	153

RESUMEN

La presente investigación titulada “Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la disponibilidad de la trefiladora Bifilar Niehoff en Indeco S.A. Lima, 2019” tuvo como principal objetivo demostrar que el TPM mejora la disponibilidad de la Trefiladora Bifilar Niehoff en Indeco S.A. Lima, 2019. Nuestra variable independiente fue Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la cual aplicamos como dimensiones el mantenimiento autónomo y las mejoras enfocadas tal como lo menciona Borris; y la variable dependiente disponibilidad y las dimensiones de fiabilidad y mantenibilidad tal como lo menciona Lanke y Sutton. Aquí se aplicó el tipo de investigación aplicada, nivel de investigación descriptiva, enfoque cuantitativo, estudio longitudinal y diseño cuasi experimental, donde la población estuvo compuesta por los datos de producción de la trefiladora Bifilar Niehoff y la muestra por los datos de producción de 22 semanas en el año 2018 y 22 semanas en el año 2019. Los datos recolectados en la ficha de recolección de datos lo procesamos y analizamos con el software PSS V25. Los resultados de los análisis estadísticos nos demuestran que la aplicación de la herramienta del TPM incrementó en 20.9% la disponibilidad de la trefiladora Bifilar Niehoff, la fiabilidad mejoró en 29.2 horas y la mantenibilidad mejoró en 0.55 horas.

Palabras claves: Mantenimiento productivo total, disponibilidad, fiabilidad , mantenibilidad.

ABSTRACT

This research entitled “Application of total productive maintenance to improve the availability of the Bifilar Niehoff wire drawing machine in Indeco S.A. Lima, 2019” had as its main objective to demonstrate that the TPM improves the availability of Trefiladora Bifilar Niehoff in Indeco S.A. Lima, 2019. Our independent variable was Total Productive Maintenance (TPM) in which we apply autonomous maintenance and focused improvements as dimensions, as mentioned by Borris; and the availability dependent variable and the dimensions of reliability and maintainability as mentioned by Lanke and Sutton. Here the type of applied research, level of descriptive research, quantitative approach, longitudinal study and quasi-experimental design were applied, where the population was composed of the production data of the Bifilar Niehoff wire drawing machine and the sample by the 22-week production data in the year 2018 and 22 weeks in the year 2019. The data collected in the data collection sheet is processed and analyzed with the PSS V25 software. The results of the statistical analyzes show us that the application of the TPM tool increased the availability of the Bifilar Niehoff wire drawing machine by 20.9%, the reliability improved in 29.2 hours and the maintainability improved in 0.55 hours.

Keywords: Total productive maintenance, availability, reliability , maintainability.



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 10
Fecha : 10-06-2019
Página : 1 de 1

Yo, Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo Lima Norte, de la tesis titulada

"Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la disponibilidad de la trefiladora Bifilar Niehoff en Indeco S.A. Lima, 2019", del (de la) estudiante Espinoza Bautista, Paul Roger, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Los Olivos, 20 de octubre del 2020

Firma

Gustavo Adolfo, Montoya Cárdenas

DNI: 07500140