



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS BASADAS EN EL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD DE LAS MÁQUINAS EN LA EMPRESA M&C SOLUCIONES S.A.C. AÑO 2020”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Javier Nestor Ordaya Quispe

Asesor:

Dr. Ing. Juan Carlos Durand Porras

Lima - Perú

2021

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE ECUACIONES	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	29
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	68
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	98
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	138
REFERENCIAS	144
ANEXOS	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencia de ocurrencia de los principales los factores que inciden en los bajos niveles de eficiencia en los equipos de perforación de la empresa	24
Tabla 2. Miembros del Equipo para la implementación del RCM.....	70
Tabla 3. Codificación de los equipos críticos de la empresa M&C Soluciones SAC.....	73
Tabla 4. Sistemas y subsistemas de la Máquina 1: Roscadora de tubos Modelo 535 A.....	73
Tabla 5. Sistemas y subsistemas de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918 ...	74
Tabla 6. Ficha técnica de la máquina 1: Roscadora de tubos Modelo 535 A	75
Tabla 7. Ficha técnica de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo918	76
Tabla 8. Lista de partes de la Máquina 1: Roscadora de tubos Modelo 535A.....	77
Tabla 9. Lista de partes de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Ridgid 918.....	78
Tabla 10. Listado de funciones de los sistemas y los sub-sistemas de la Máquina 1: roscadora de tubos Modelo 535A.....	79
Tabla 11. Listado de funciones de los sistemas y los sub-sistemas de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918.....	80
Tabla 12. Listado de fallas de los sistemas de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2020.....	81
Tabla 13. Listado de fallas de los sistemas de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918 - año 2020	81
Tabla 14. Listado de causas de fallas de los sistemas de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2020	82
Tabla 15. Listado de causas de fallas de los sistemas de la Máquina 2: ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2020	83
Tabla 16. Listado de efectos de fallas de los sistemas de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A.....	84

Tabla 17. Listado de efecto de falla de los sistemas de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2020	85
Tabla 18. Tabla para evaluar la gravedad de falla (S) para la realización del AMEF.	86
Tabla 19. Tabla para evaluar la Probabilidad de falla (O) para la realización del AMEF. .	86
Tabla 20. Tabla para evaluar la Detectabilidad de falla (D) para la realización del AMEF.	87
Tabla 21. Evaluación de Gravedad (S), Frecuencia (O) y Detectabilidad (D) y controles actuales de las fallas en la Máquina 1: Roscadora de tubos Modelo 535A	88
Tabla 22. Evaluación de Gravedad (S), Frecuencia (O) y Detectabilidad (D) y controles actuales de las fallas en la Máquina 2: Ranuradora de tubos Modelo 918.....	88
Tabla 23. Probabilidad de riesgo de las fallas en la Máquina 1: Roscadora de tubos Modelo 535 A.....	90
Tabla 24. Probabilidad de riesgo de las fallas en la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918	90
Tabla 25. Acciones recomendadas para disminuir el riesgo de las fallas en la Máquina 1: Roscadora de tubos Modelo 535A	91
Tabla 26. Acciones recomendadas para disminuir el riesgo de las fallas en la Máquina 2: ranuradora de rodillos Modelo 918	92
Tabla 27. Plan de mantenimiento preventivo para disminuir el riesgo de las fallas en la Máquina 1: Roscadora de tubos Modelo 535A.....	92
Tabla 28. Plan de mantenimiento preventivo para disminuir el riesgo de las fallas en la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918	93
Tabla 29. Probabilidad de riesgo de las fallas luego de las acciones correctivas en la Máquina 1: Roscadora de tubos Modelo 535A.....	95

Tabla 30. Probabilidad de riesgo de las fallas luego de las acciones correctivas en la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918	96
Tabla 31. Indicador de disponibilidad la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2020	99
Tabla 32. Reporte de paradas de equipo y tiempo de mantenimiento de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2020.....	100
Tabla 33. Análisis de paradas de equipo y tiempo de mantenimiento de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A año 2020 – indicador de disponibilidad	100
Tabla 34. Indicador de disponibilidad la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918 - año 2020.....	101
Tabla 35. Reporte de paradas de equipo y tiempo de mantenimiento de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918 - año 2020.....	102
Tabla 36. Análisis de paradas de equipo y tiempo de mantenimiento de la máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918 año 2020 – indicador de disponibilidad	102
Tabla 37. Indicador de disponibilidad la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2017	103
Tabla 38. Indicador de disponibilidad la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2018.....	104
Tabla 39. Indicador de disponibilidad la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2019.....	105
Tabla 40. Indicador de disponibilidad la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2017	106
Tabla 41. Indicador de disponibilidad la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2018.....	106

Tabla 42. Indicador de disponibilidad la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2019	107
Tabla 43. Variaciones en la disponibilidad una vez aplicada la metodología RCM.....	108
Tabla 44. Resultados de disponibilidad antes y después una vez aplicada la metodología RCM.....	108
Tabla 45. Indicador de rendimiento la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2020.....	111
Tabla 46. Resumen del reporte de producción – indicador de rendimiento.....	112
Tabla 47. Indicador de rendimiento la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2020.....	113
Tabla 48. Resumen del reporte de producción – indicador de rendimiento.....	113
Tabla 49. Indicador de rendimiento de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2017	114
Tabla 50. Indicador de rendimiento de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2018.....	115
Tabla 51. Indicador de rendimiento de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2019	116
Tabla 52. Indicador de rendimiento de la máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2017	117
Tabla 53. Indicador de rendimiento de la máquina 2: Ranuradora de rodillos modelo 918 - año 2018	118
Tabla 54. Indicador de rendimiento de la máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2019	119
Tabla 55. Variaciones en el rendimiento una vez aplicada la metodología RCM	120

Tabla 56. Resultados del rendimiento antes y después una vez aplicada la metodología RCM.....	121
Tabla 57. Indicador de calidad (productos aceptados y productos defectuosos) de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2020	123
Tabla 58. Resumen del reporte de productos aceptados y productos defectuosos – indicador de calidad.....	124
Tabla 59. Indicador de calidad (productos aceptados y productos defectuosos) de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2020	125
Tabla 60. Resumen del reporte de productos aceptados y productos defectuosos – indicador de calidad.....	126
Tabla 61. Indicador de calidad (productos aceptados y productos defectuosos) de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2017	127
Tabla 62. Indicador de calidad (productos aceptados y productos defectuosos) de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2018	128
Tabla 63. Indicador de calidad (productos aceptados y productos defectuosos) de la Máquina 1: Roscadora de tubo Modelo 535A - año 2019	129
Tabla 64. Indicador de calidad (productos aceptados y productos defectuosos) de la Máquina 22: Ranuradora de rodillos Modelo 918 - año 2017	129
Tabla 65. Indicador de calidad (productos aceptados y productos defectuosos) de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918- año 2018	131
Tabla 66. Indicador de calidad (productos aceptados y productos defectuosos) de la Máquina 2: Ranuradora de rodillos Modelo 918 - año 2019	132
Tabla 67. Variaciones en la calidad una vez aplicada la metodología RCM.....	133
Tabla 68. Resultados de la calidad antes y después una vez aplicada la metodología RCM	134

Tabla 69. Variaciones en la eficiencia global de equipos (OEE) una vez aplicada la metodología RCM en los equipos de perforación de la empresa M&C Soluciones S.A.C.

..... 136

Tabla 70. Resultado de la eficiencia global de equipos (OEE) antes y después aplicada la metodología RCM en los equipos de perforación de la empresa M&C Soluciones S.A.C.

..... 136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa	15
Figura 2. Organigrama de la empresa	18
Figura 3. Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto de los factores que inciden en los bajos niveles de eficiencia en los equipos de perforación de la empresa.	23
Figura 4. Frecuencia de ocurrencia de los principales factores que inciden en los bajos niveles de eficiencia en los equipos de perforación de la empresa.	25
Figura 5. Esquema de implementación del RCM.	54
Figura 6. Estructura de la eficiencia global de equipos.....	62
Figura 7. factores relevantes para la gestión de maquinarias y equipos	65
Figura 8. Diagrama de Gantt de la implementación de mejoras en el mantenimiento centrado en la confiabilidad.	72
Figura 9. Actividades de mantenimiento preventivo de acuerdo con el plan RCM implementado.....	97

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tiempo medio entre fallos (MTBF)	51
Ecuación 2. Tiempo medio de reparaciones (MTTR).....	51
Ecuación 3. Disponibilidad	52
Ecuación 4. Eficiencia global de equipos (OEE)	59
Ecuación 5. Disponibilidad	60
Ecuación 6. Rendimiento	61
Ecuación 7. Calidad.....	61

RESUMEN

El estudio realizado bajo la modalidad de suficiencia profesional tuvo como objetivo general determinar en qué medida la implementación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) permite incrementar la eficiencia global de los equipos de perforación en la empresa M&C Soluciones S.A.C. Dicha metodología es una aplicación orientada al mantenimiento que se realiza con base en la probabilidad de falla del equipo y su detección mucho antes de que ocurran, para garantizar interrupciones mínimas al proceso de producción. Se seleccionó esta modalidad para dar respuesta a los problemas de la empresa, en la que se detectó debilidades relacionadas con la disponibilidad, rendimiento y calidad de las maquinarias y equipos empleados en su proceso productivo. Para el diagnóstico del problema se recurrió a técnicas de mejora continua tales como el diagrama de Causa y Efecto y el Diagrama de Ishikawa, para luego proceder a la implementación de las fases que conforman un plan RCM y dar respuesta a los objetivos específicos, que consistieron en medir los niveles de disponibilidad, rendimiento y calidad posterior a la implementación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).

Los resultados de la investigación permitieron determinar un incremento en los niveles de cada una de las dimensiones en los dos equipos que se sometieron al proceso de RCM. 1) En el caso de la máquina 1 roscadora de tubo Modelo 535, hubo un aumento de la disponibilidad de 88.9% a 97.3%, y para el caso de la máquina 2 ranuradora de rodillos, se observó mejoras de la disponibilidad de 92.4% a 96.0%. 2) En el caso de la máquina 1 roscadora de tubo Modelo 535, hubo un incremento en el rendimiento de 81.5% a 85.56% y para el caso de la máquina 2 ranuradora de rodillos, el rendimiento fue de 86.3% a 91.19% 3) En la máquina 1 roscadora de tubo Modelo 535, se percibió un aumento en la calidad de 92.4% a 96.7%, y para el caso de la máquina 2 ranuradora de rodillos, se percibió un aumento en la calidad de 92.4% a 97.1% 4) Se observó una mejoría de la eficiencia global de los equipos; ya que en la máquina 1 roscadora de tubo Modelo 535, se observó un aumento de la OEE de 67.1% a 80.5%, mientras que en la máquina 2 ranuradora de rodillos el incremento fue de 73.7% a 85.0%.

Palabras Clave: mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), eficiencia global de los equipos (OEE), disponibilidad, rendimiento, calidad.

ABSTRACT

The general objective of the study carried out under the modality of professional sufficiency was to determine to what extent the implementation of the Reliability-Centered Maintenance (RCM) methodology allows increasing the overall efficiency of drilling equipment in the company M&C Solutions S.A.C. This methodology is a maintenance-oriented application that is carried out based on the probability of equipment failure and its detection long before they occur, to guarantee minimal interruptions to the production process. This modality was selected to respond to the problems of the company, in which weaknesses related to the availability, performance and quality of the machinery and equipment used in its production process were detected. To diagnose the problem, continuous improvement techniques were used such as the Cause-and-Effect diagram and the Ishikawa diagram, to then proceed to the implementation of the phases that make up an RCM plan and respond to the specific objectives, which consisted of in measuring availability, performance and quality levels after the implementation of the Reliability Centered Maintenance (RCM) methodology.

The results of the investigation made it possible to determine an increase in the levels of each of the dimensions in the two teams that underwent the RCM process. 1) In the case of Model 535 pipe threading machine 1, there was an increase in availability from 88.9% to 97.3%, and for the case of roll grooving machine 2, availability improvements of 92.4% were observed at 96.0%. 2) In the case of Model 535 pipe threading machine 1, there was an increase in performance from 81.5% to 85.56% and for the case of roll grooving machine 2, the performance was from 86.3% to 91.19% 3) In the Model 535 pipe threading machine 1, an increase in quality was perceived from 92.4% to 96.7%, and in the case of the roll grooving machine 2, an increase in quality was perceived from 92.4% to 97.1% 4) An improvement in the overall efficiency of the equipment was observed; Since in the Model 535 pipe threading machine 1, an increase in OEE from 67.1% to 80.5% was observed, while in the roll grooving machine 2 the increase was from 73.7% to 85.0%.

Key Words: Reliability Centered Maintenance (RCM), Overall Equipment Efficiency (OEE), Availability, Performance, Quality.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Alavedra, C. Gastelu, Y. Méndez, G. Minaya, C., Pineda, B., Prieto, G., Ríos, K., Moreno, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, 34 (1), 11-26. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>
- Azid, N., Shamsudin, S., Yusoff, M. y Samat, H. (2019). Conceptual Analysis and Survey of Total Productive Maintenance (TPM) and Reliability Centered Maintenance (RCM) Relationship. *Materials Science and Engineering*, (2019), 1-14. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/530/1/012050>
- Banton, C. y Boyle, M. (2020). *Definición de eficiencia*. (Investopedia). Recuperado de: <https://www.investopedia.com/terms/e/efficiency.asp>
- Barney, J. (2011). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of management*, 17(1), 99-120. Recuperado de: [https://josephmahoney.web.illinois.edu/BA545_Fall%202019/Barney%20\(1991\).pdf](https://josephmahoney.web.illinois.edu/BA545_Fall%202019/Barney%20(1991).pdf)
- Bergamo, R. y Romano, L. (2016). Agricultural machinery and implements design process: guidelines for small and mid-sized businesses. *System Reliability*. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69286>
- Catelani, M., Ciani, L., Galar, D. y Patrizi, G. (2020). Optimizing maintenance policies for a yaw system using reliability centered maintenance and data-driven condition monitoring. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 15 (1), 1-9. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1109/TIM.2020.2968160>

De Carlo, F. y Arleo, M. (2017). *Imperfect Maintenance Models, from Theory to Practice.*

Intechopensk (69286). Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69286>

De Lima, F., Valle, J., Dupont, A., Pires, G., Sordi, J. y Muller, D. (2020). *Modularisation*

as a competitive criterion in industries manufacturing machinery and equipment in

Brazil. South African Journal of Industrial Engineering, 31 (1), 7-22. Recuperado

de: <http://dx.doi.org/10.7166/31-1-2207>

Fraser, K. Hvolby, H. y Tseng, T: (2017). *Maintenance management models: a study of the*

published literature to identify empirical evidence. International Journal of Quality

& Reliability Management, 32 (6), 635-664. Recuperado de:

<http://dx.doi.org/10.1108/IJORM-11-2013-0185>

García, C. (2019), *Mantenimiento basado en la confiabilidad para la excavadora 300.*

(Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Mecánico). Universidad Nacional

de Trujillo. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12091>

Guevara, C. y Silvera, C. (2019). *Implementación de la metodología TPM y su influencia*

en la eficiencia operacional de los equipos del proceso de tratamiento de Arenas de

molienda en una empresa minera. (Tesis de Grado). Cajamarca: Universidad

Privada del Norte. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/270046986.pdf>

Guillén, A. (2015). *Optimización de la efectividad global de los equipos (OEE) a través de*

estrategias de gestión de mantenimiento Caso: unidad II de la empresa Negroven,

S.A. (Tesis de posgrado). Valencia. Universidad de Carabobo. Recuperado de:

<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/2428/aguillen.pdf?sequence>

=1

Gupta, G. & Mishra, R (2016), A SWOT analysis of reliability centered maintenance framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 22 (2), 130-145.

<https://doi.org/10.1108/JQME-01-2015-0002>

Gupta, P. & Vardhan, S. (2019). Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study.

International Journal of Production Research. 54 (10), 2976-2988. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1145817>

Haidar, A. (2016). *Reliability centered maintenance: Different Implementation Approaches*. (Tesis de maestría). Luleå University of Technology, Suecia.

Recuperado

de:

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:974288/FULLTEXT01.pdf>

Hooi, L. & Leong, T. (2017). Total productive maintenance and manufacturing performance improvement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23 (1),

2-21. <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2015-0033>

Jain, A., Singh, H. y Bhatti, R.S. (2018), Identification of key enablers for total productive maintenance (TPM) implementation in Indian SMEs: A graph theoretic approach,

Benchmarking: An International Journal. 25 (8), 2611-2634. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2016-0019>

Jin X., Siegel, D., Weiss, B. y Lee, J. (2016). Present Status and Future Growth of Advanced Maintenance Technology and Strategy in US Manufacturing.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 7 (12), 14-28.

Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5207222/>

Kanti, T. & Cudney, E. (2018). Total productive maintenance. *Total Quality Management & Business Excellence*. 29 (12). 28-42. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1438843>

Kardas, E., Brozova, S. y Pustejovska, P. (2017). The evaluation of efficiency of the use of machine working time in the industrial company – case study. *Management Systems in Production Engineering*, 25 (4), 241-245. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1515/mspe-2017-0034>

Li, D. y Gao, J. (2010). Study and application of Reliability-centered Maintenance considering Radical Maintenance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 23 (5), 622-629. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2010.06.008>

Márquez, C., & Gupta, J. (2005). Contemporary maintenance management: Process, framework and supporting pillars. *The International Journal of Management Science*, Omega 34 (2006), 313-326. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.11.003>

Maya, J. (2018). *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM*. (Tesis de Maestría). Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de:

<http://bdigital.unal.edu.co/65668/7/98702383.2018.pdf>

Modgil, S. and Sharma, S. (2016), Total productive maintenance, total quality management and operational performance: An empirical study of Indian pharmaceutical industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 22 (4), 353-377.

<https://doi.org/10.1108/JQME-10-2015-0048>

Mwangi, K. (2014). Maintenance management practices and operational performance in electricity producing stations in Kenya. (Tesis de Maestría). Nairobi: Universidad de Nairobi, Kenya. Recuperado de:

http://erepository.uonbi.ac.ke/bitstream/handle/11295/76490/Kamau_Maintenance%20management%20practices%20and%20operational%20performance.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Nallusamy, S. y Majumdar, G. (2017). Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry. *International Journal of Performability Engineering*, 13 (2), 173-188. Recuperado de:

<http://dx.doi.org/10.23940/IJPE.17.02.P7.173188>

Piasson, D., Bísvaro, A., Leao, F. y Sanches, J. (2016). A new approach for reliability-centered maintenance programs in electric power distribution systems based on a multiobjective genetic algorithm. *Electric Power Systems Research*, 137 (2016), 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2016.03.040>

Phogat, S. y Gupta, A. (2017). Identification of problems in maintenance operations and comparison with manufacturing operations: A review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23 (2), 226-238. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1108/JQME-06-2016-0027>

Pourahmadi, F. Fotuhi-Firuzabad, M. y Dehghanian, P. (2017) Application of Game Theory in Reliability-Centered Maintenance of Electric Power Systems. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 53 (2) 936-946. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1109/TIA.2016.2639454>

Sáenz, C. (2016). *Diagnóstico del estado de la función mantenimiento en el sector pesquero en el norte peruano*. (Tesis de Grado). Piura: Universidad de Piura.

Recuperado de:

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2654/IME_207.pdf?sequence=1
&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2654/IME_207.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Salah, M., Osman, H. y Hosny, O. (2018). Performance-Based Reliability-Centered Maintenance Planning for Hospital Facilities. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 32 (1), 1-20. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001112](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001112)

Señas, E. y Malca, J. (2019). *Evaluación de las principales pérdidas que afectan al OEE de una máquina papelera modelo Recard, Lima 2018*. Tesis de Grado). Cajamarca:

Universidad Privada del Norte. Recuperado de:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21607>

Sharma, A. & Yadava, S.G. (2011). Reviews and Case Studies: A literature review and future perspectives on maintenance optimization. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(1), 5- 25. Recuperado de:

<https://core.ac.uk/download/pdf/199199371.pdf>

Shuaib, Y. (2010). Machinery and equipment maintenance cultures in nigerian public and private economy sectors: Ilorin township as a case study. *Engineering Conference of Institute of Technology*, 2 (1), 1-10.

<https://www.researchgate.net/publication/261179251>

Singh, R., Shah, D., Gohil, A. y Shah, M. (2013). Overall Equipment Effectiveness (OEE) Calculation - Automation through Hardware & Software Development. *Procedia Engineering*, 51 (2013), 579-584. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.082>

Smith, F. (2014). Pipe Threading and Testing. SOLAS Further Education and Training Authority.. Recuperado de:

https://local.college.ie/Content/APPRENTICE/liu/pipefitting/pdf/M3_U6_Pipe%20Threading%20and%20Testing.pdf

Stecula, K. y Brodny (2016). Application of the Overall Equipment Effectiveness method to improve the effectiveness of the mechanized longwall system's work in the coal exploitation process. *Smart City: A Holistic Approach*. Recuperado de:

<https://www.researchgate.net/publication/305443083>

Sutharsan, S. & Kaple, G. (2018). Benefits of Implementing the 8-Pillars of Total Productive Maintenance - A Case. *Supply Chain Pulse*, 10 (2), 32-40.

<https://search.proquest.com/openview/b6d5b20b9c6d223e5465e12119491ee8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2068963>

Tang, Y., Liu, Q., Jing, J. Yang, Y. y Zou, Z. (2016). A framework for identification of maintenance significant items in reliability centered maintenance. *Energy Journal*, 2016 (1), 1.9. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.11.011>

The Welding Institute (2020). *Oxy-fuel gouging*. Recuperado de: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/oxy-fuel-gouging-009>

Tsarouhas, P. (2018). Reliability, availability, and maintainability (RAM) analysis for wine packaging production line. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35 (3) 821-842. Recuperado de: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-02-2017-0026>

Vilarinho, S., Lopes, I. & Sousa, S. (2017). Design Procedure to Develop Dashboards Aimed at Improving the Performance of Productive Equipment and Processes. *Procedia Manufacturing*. 11 (1), 1634-1641. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.314>

Zavala, C. (2018). *Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario Fuller, operación Mantoverde*. (Tesis de Grado). Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. Recuperado de: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/40797/3560900257693UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>