



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO, BASADO EN LA METODOLOGÍA DE LA CONFIABILIDAD, PARA EL ÁREA DE ACERO DIMENSIONADO DE LA CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.”

Modalidad de Suficiencia Profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Oscar Javier Pedraza Acuña

Asesor:

Ing. Piscocoya Silva, Ulises

Lima – Perú

2018

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Oscar Javier Pedraza Acuña**, denominada:

**"IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO, BASADO EN EL
RCM, PARA EL ÁREA DE ACERO DIMENSIONADO DE LA CORPORACIÓN
ACEROS AREQUIPA S.A."**

Ing. Ulises Piscoya Silva
ASESOR

Ing. José Lira Guzmán
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Teodoro Riega Zapata
JURADO

Ing. Johnny Arrustico Loyola
JURADO

DEDICATORIA

A mi familia que siempre me apoyo y confió en mi

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mis padres, que
con su apoyo incondicional
no hubiera podido cristalizar
mis objetivos propuestos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO

Aprobación de la Tesis	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Índice de Contenidos.....	v
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras	x
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
CAPITULO 1. INTRODUCCION	
1.1 Realidad Problemática	14
1.2 Antecedentes.....	16
1.2 Justificación.....	20
1.3 Objetivos.....	21
CAPITULO 2. MARCO TEORICO	
2.1 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)	21
2.1.1 Planificación de la Implementación del RCM.....	22
2.1.2 Objetivos del RCM	22
2.1.3 Árbol Jerárquico de Activos.....	23
2.1.4 RCM: Las siete preguntas básicas.....	23
2.1.5 Fase 1: Funciones y parámetros de funcionamiento de los activos.....	24
2.1.5.1 El Contexto Operacional.....	25
2.1.5.2 Funciones primarias.....	25
2.1.5.3 Funciones secundarias.....	26
2.1.6 Fase 2: Modo de falla en los activos.....	26
2.1.6.1 Falla.....	26
2.1.6.2 Fallas funcionales.....	26
2.1.7 Fase 3: Causa de fallas en los activos	28
2.1.7.1 Modos de Falla	28

2.1.8 Fase 4: Consecuencia de falla en los activos	28
2.1.8.1 Causas vs Efectos	29
2.1.9 Fase 5: Impacto de las fallas	29
2.1.10 Fase 6: Prevención o predicción de las fallas en los activos	30
2.1.10.1 Ciclo de Vida y desgaste	30
2.1.10.2 Tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclica	31
2.1.10.3 Factibilidad de reacondicionamiento cíclico.....	32
2.1.10.4 Factibilidad de sustitución cíclica	32
2.1.10.5 Fallas no determinadas por la vida del activo	33
2.1.11 Fase 7: Definición de las actividades de Mantenimiento en los activos	33
2.1.11.1 Fallas potenciales y mantenimiento a condición	33
2.1.11.2 Intervalo P-F	35
2.1.11.3 Factibilidad de Tareas a condición	36
2.1.11.4 Criterios para la ejecución de Tareas a Condición	36
2.1.11.5 Acciones "a falta de"	37
2.2 Planes de Mantenimiento	39
2.2.1 Consideraciones para la puesta en marcha de un Plan de Mantenimiento	40
2.2.2 Errores en la Implementación de un Plan de Mantenimiento	41
2.2.3 La mentalidad de un Plan de Mantenimiento a corto plazo	42
2.2.4 Estrategias de Mantenimiento	42
2.2.4.1 Mantenimiento antes de la falla	42
2.2.4.2 Mantenimiento después de la Falla	43
2.2.5 Importancia del Plan de Mantenimiento	44
2.2.6 Presupuesto Anual de Mantenimiento	44
2.2.7 Gestión de Repuestos	45
2.2.7.1 Clasificación de los repuestos	45
2.2.7.2 Criterios para el manejo de stock de repuestos	46
2.2.7.3 Determinación del stock de repuestos	47
2.3 Programa de Mantenimiento basado en la confiabilidad	48
2.3.1 Tiempo promedio para fallar (MTTF)	48
2.3.2 Tiempo promedio para reparar (MTTR)	48
2.3.3 Tiempo promedio entre fallos (MTBF)	48

	2.3.4 Disponibilidad	48
	2.3.5 Confiabilidad	49
2.4 Definición de términos básicos.....		49
 CAPITULO 3. DESARROLLO		
3.1 Descripción del área de la organización.....		52
3.2 Descripción de los equipos a analizar		53
3.3 Diagnóstico de la situación actual de fabricación		55
3.4 Descripción de las 6M's en el proceso de fabricación		56
3.5 Identificación de las necesidades/problemas en los procesos de ACEDIM		61
3.6 Determinación de la situación encontrada en el área de Mantenimiento.....		65
3.7 Etapas del Trabajo bajo la metodología PHVA		67
3.7.1 Planificar.....		67
3.7.2 Hacer.....		69
3.7.3 Verificar.....		69
3.7.4 Actuar.....		70
3.8 Determinación de los sistemas más críticos de las Etribadoras		71
3.9 Desarrollo de la fase 1 del RCM.....		72
3.10 Desarrollo de la fase 2 del RCM.....		77
3.10.1 Fallas en los sistemas seleccionados.....		77
3.11 Desarrollo de la fase 3 del RCM.....		83
3.12 Desarrollo de la fase 4 y 5 del RCM		87
3.13 Desarrollo de la fase 6 y 7 del RCM		88
3.14 Elaboración del Plan de Mantenimiento basado en el RCM.....		92
 CAPITULO 4. RESULTADOS		
4.1 Costos de la implementación de la Metodología del RCM.....		93
4.2 Beneficio logrado en los indicadores de Mantenimiento.....		96
4.2.1 Tiempo Medio entre fallas (MTBF)		97
4.2.2 Tiempo medio para la reparación (MTTR)		98
4.2.3 Disponibilidad promedio		99

4.2.4 Confiabilidad	100
4.3 Contraste del Mantenimiento: Antes vs Después de la Implementación	101
CAPITULO 5. DISCUSION	102
CONCLUSIONES.....	103
RECOMENDACIONES.....	104
REFERENCIAS	105
ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01.- Descripción de Fallas Funcionales	27
Tabla 02.- Indicador de Disponibilidad Promedio para el Área de ACEDIM. Periodo 2009 - 2014	68
Tabla 03.- Numero de Fallas de los sistema de las Estribadoras Schnell	71
Tabla 04.- Costos Fijos para la Implementación del RCM	94
Tabla 05.- Costos Variables para la Implementación del RCM	94
Tabla 06.- Costos por Mantenimiento en el Área de ACEDIM. Periodo 2009 – 2014	96
Tabla 07.- Tiempo medio entre fallas (MTBF) para el Área de ACEDIM. Periodo 2015 – 2017	97
Tabla 08.- Tiempo Medio para la Reparación (MTTR) para el Área de ACEDIM. Periodo 2015 – 2017	98
Tabla 09.- Disponibilidad Promedio para el Área de ACEDIM. Periodo 2015 – 2017	99
Tabla 10.- Confiabilidad Promedio para el Área de ACEDIM. Periodo 2015 – 2017	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01.- Corporación Aceros Arequipa – Sede Pisco	15
Figura 02.- Relación entre la edad del componente y el esfuerzo sometido.....	31
Figura 03.- Curva P-F Falla Potencial vs Falla Funcional	34
Figura 04.- El intervalo P-F Falla Potencial vs Falla Funcional	35
Figura 05.- Acciones a falta de.....	38
Figura 06.- Clasificación de repuestos a considerar en almacén.....	47
Figura 07.- Planta de Acero Dimensionado.....	52
Figura 08.- Organigrama del Área de Acero Dimensionado – ACEDIM	53
Figura 09.- Estribadora Automática Formula Sapiens 14.....	54
Figura 10.- Diagrama de flujo de operaciones en ACEDIM	55
Figura 11.- Bobinas de fierro corrugado.....	55
Figura 12.- Estribos de forma rectangular	56
Figura 13.- Apilado de bobinas de fierro	57
Figura 14.- Personal técnico de operaciones – ACEDIM	58
Figura 15.- Estribadoras SCHNELL – Planta ACEDIM.....	59
Figura 16.- Elaboración de estribos rectangulares	60
Figura 17.- Dimensiones principales de un estribo rectangular.....	61
Figura 18.- Análisis Causa – Efecto en la Planta de Acero Dimensionado	64
Figura 19.- Radar del Mantenimiento en la Planta de Acero Dimensionado.....	66
Figura 20.- Evolución de la Disponibilidad Promedio en ACEDIM. Periodo 2009-2014.....	68
Figura 21.- Diagrama de Pareto – Sistemas Críticos de las Estribadoras Schnell.....	71
Figura 22.- Sistema de Alimentación de barras – Estribadora Formula.....	72
Figura 23.- Sistema del Bloque de Enderezado Horizontal – Estribadora Formula	73
Figura 24.- Sistema de Arrastre – Estribadora Formula	74
Figura 25.- Sistema del Bloque de Enderezado Vertical – Estribadora Formula.....	75
Figura 26.- Sistema del Bloque de Corte – Estribadora Formula.....	75
Figura 27.- Sistema del Bloque de Traslación – Estribadora Formula	76
Figura 28.- Sistema de Dobleces – Estribadora Formula.....	77
Figura 29.- Formato de RCM – Fallas en el Sistema de Alimentación de Alambrón	78
Figura 30.- Formato de RCM – Fallas en el Sistema del Bloque Enderezador Horizontal	78

Figura 31.- Formato de RCM – Fallas en el Sistema de Arrastre	79
Figura 32.- Formato de RCM – Fallas en el Sistema del Bloque Enderezador Vertical	80
Figura 33.- Formato de RCM – Fallas en el Sistema del Bloque de Corte	80
Figura 34.- Formato de RCM – Fallas en el Sistema de Dobleces	81
Figura 35.- Formato de RCM – Fallas en el Sistema de Traslación	82
Figura 36.- Formato de RCM – Fallas en el Sistema de Evacuación	82
Figura 37.- Formato de RCM – Causas de las Fallas en el Sistema de Alimentación	83
Figura 38.- Formato de RCM – Causas de las Fallas en el Sistema del Bloque End. Horizontal. ...	84
Figura 39.- Formato de RCM – Causas de las Fallas en el Sistema de Arrastre	84
Figura 40.- Formato RCM – Causas de las Fallas en el Bloque Enderezador Vertical	85
Figura 41.- Formato RCM – Causas de las Fallas en el Sistema de Corte	85
Figura 42.- Formato RCM – Causas de las Fallas en el Sistema de Traslación	86
Figura 43.- Formato RCM – Causas de las Fallas en el Sistema de Dobleces	86
Figura 44.- Formato RCM – Causas de las Fallas en el Sistema de Evacuación	87
Figura 45.- Formato RCM – Tareas para el Sistema de Alimentación	88
Figura 46.- Formato RCM – Tareas para el Bloque Enderezador Horizontal	89
Figura 47.- Formato RCM – Tareas para el Bloque de Arrastre	89
Figura 48.- Formato RCM – Tareas para el Bloque Enderezador Vertical	90
Figura 49.- Formato RCM – Tareas para el Bloque de Corte	90
Figura 50.- Formato RCM – Tareas para el Sistema de Traslación	91
Figura 51.- Formato RCM – Tareas para el Sistema de Dobleces	91
Figura 52.- Formato RCM – Tareas para el Sistema de Evacuación	91
Figura 53.- Formato RCM – Elaboración del Plan de Mantenimiento	92
Figura 54.- Línea del Tiempo para el desarrollo de las siete fases del RCM	93
Figura 55.- Costos Totales de Mantenimiento. Periodo 2009 – 2017	95
Figura 56.- Tiempo medio entre fallas (MTBF) para el Área de ACEDIM. Periodo 2009-2017	97
Figura 57.- Tiempo promedio para reparaciones en el Área de ACEDIM (MTTR). Periodo 2009 – 2017	99
Figura 58.- Disponibilidad Promedio para el Área de ACEDIM. Periodo 2015 – 2017	100
Figura 59.- Confiabilidad para el Área de ACEDIM. Periodo 2015 – 2017	101
Figura 60.- Contraste comparativo entre el Antes y Después de la Implementación del RCM	104

RESUMEN

En los tiempos actuales, con una agresiva competencia presente en el medio, las empresas que quieren sobresalir del resto, deben encontrar el método adecuado de reducir al máximo sus costos de mantenimiento y de producción. No existe empresa altamente competitiva, que no posea un Plan de Mantenimiento Integral en las diversas metodologías que existen actualmente.

A nivel nacional, no existe empresa que este alejado de un sistema de Mantenimiento y que no esté adaptado a su sistema de Producción y a la realidad de su rubro. El no contar con un determinado sistema de Mantenimiento, repercute negativamente en la disponibilidad de los equipos y aumento de las horas de reparación, que a su vez generan elevados costes por mantenimiento.

El presente proyecto busca resolver este problema en una empresa del rubro siderúrgico, el cual cuenta con un área nueva, que no tiene un sistema de Mantenimiento, para lo cual se hará uso de una serie de registros que se han ido recopilando por parte del personal de operaciones. El propósito en sí, es lograr aumentar la fiabilidad del área de Acero Dimensionado y de manera paralela, reducir los costes por mantenimiento. Para ello nos basaremos en la estrategia del RCM (Reliability Centred Maintenance), con la cual nos enfocaremos en disminuir el tiempo de parada en la planta por averías imprevistas.

ABSTRACT

In current times, with an aggressive competition in the middle, companies that want to stand out from the rest, must find the right method to minimize their maintenance and production costs. There is no highly competitive company that does not have an Integral Maintenance Plan in the different methodologies that currently exist.

At the national level, there is no company that is far from a maintenance system and is not adapted to its production system and the reality of its business. The lack of a certain maintenance system, results in high maintenance costs, which are part of the production costs, obviously achieving a reduction in the profits of the company.

The present project seeks to solve this problem in a steel company, which has a new area, which does not have a maintenance system, for which use will be made of a series of records that have been compiled by the personnel of operations. The purpose in itself is to increase the reliability of the Dimension Steel area and in parallel, reduce maintenance costs. For this we will be based on the strategy of RCM (Reliability Centred Maintenance), with which we will focus on reducing downtime at the plant due to unforeseen faults.

NOTA DE ACCESO

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

REFERENCIAS

Becerra, G. & Paulino, J. (2016). *El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de Flotación en un Centro Minero*. (Tesis de maestría). Recuperada de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1475>

García, S (2003). *Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*. España: Díaz de Santos.

Gutiérrez, H. & De la Vara, R. (2009). "Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma". Capítulo 9. *México: McGraw-Hill*.

Mora, A (2009). *Mantenimiento, Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega

Moubray, J (1997). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Reino Unido: Aladon Ltd.

Palomares, E (2017). *Implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) al sistema de izaje mineral, de la Compañía Minera Milpo, Unidad El Porvenir*. (Tesis de maestría). Recuperada de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3214>

Pascual, R (2005). *El arte de Mantener*. Chile: Departamento Ingeniería Mecánica U. de Chile

Tavares, L (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicações.

Vishnu C., Regikumar, V. (2016). *Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study*. doi: 10.1016/j.protcy.2016.08.211