



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) EN LA FLOTA DE EXCAVADORAS HIDRÁULICAS 336DL PARA REDUCIR COSTOS DE REPARACIÓN EN LA EMPRESA COANSA DEL PERÚ INGENIEROS S.A.C. CAJAMARCA 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Yone Abdul Chuquimango Morocho

Bach. Charles Edwin Cotrina Rodríguez

Asesor:

Ing. Luis Roberto Quispe Vásquez

Cajamarca – Perú

2017

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
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Justificación.....	17
1.4. Limitaciones	17
1.5. Objetivos	18
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	18
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes	20
2.1.1. <i>Internacionales</i>	20
2.1.2. <i>Nacionales</i>	21
2.1.3. <i>Locales</i>	22
2.2. Bases teóricas.....	24
2.2.1. <i>Diagrama de Ishikawa</i>	24
2.2.2. <i>Plan de mantenimiento</i>	25
2.2.2.1 <i>Indicador de planeamiento</i>	25
2.2.3. <i>Mantenimiento de equipos</i>	25
2.2.4. <i>Tipos de mantenimiento</i>	26
2.2.4.1 <i>Mantenimiento correctivo</i>	26
2.2.4.2 <i>Mantenimiento preventivo</i>	27
2.2.4.3 <i>Mantenimiento predictivo</i>	28
2.2.5. <i>Evolución del mantenimiento</i>	28
2.2.5.1 <i>Primera generación</i>	29
2.2.5.2 <i>Segunda generación</i>	29
2.2.5.3 <i>Tercera generación</i>	30
2.2.6. <i>Objetivos del mantenimiento</i>	30

2.2.7.	<i>Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)</i>	31
2.2.6.1	<i>Las siete preguntas básicas del RCM</i>	32
2.2.6.2	<i>Los diez mandamientos del RCM</i>	33
2.2.6.3	<i>Norma SAE JA1011 y SAE JA1012</i>	35
2.2.6.4	<i>Análisis de criticidad de los equipos</i>	36
2.2.7.	<i>Confiabilidad de equipos</i>	39
2.2.7.1	<i>Tiempo promedio operativo hasta el fallo (MTTF)</i>	39
2.2.7.2	<i>Frecuencia de fallas (FF)</i>	39
2.2.8.	<i>Mantenibilidad de equipos</i>	40
2.2.8.1	<i>Tiempo promedio fuera de servicio (TPFS = MDT)</i>	40
2.2.9.	<i>Disponibilidad mecánica (DM)</i>	40
2.2.10.	<i>Falla en los equipos</i>	41
2.2.11.	<i>Excavadoras hidráulicas</i>	42
2.2.11.1	<i>Tipos de excavadoras hidráulicas</i>	43
2.2.11.2	<i>Aplicación de las excavadoras hidráulicas</i>	44
2.2.12.	<i>Costos de mantenimiento de equipos</i>	45
2.2.12.1	<i>Costo total de mantenimiento</i>	47
2.2.12.2	<i>Costo de indisponibilidad por fallos</i>	47
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA		49
3.1.	Operacionalización de variables	49
3.1.1.	<i>Variable independiente</i>	49
3.1.2.	<i>Variable dependiente</i>	49
3.2.	Diseño de investigación	51
3.3.	Unidad de estudio	51
3.4.	Población	51
3.5.	Muestra (muestreo o selección)	51
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	51
3.6.1.	<i>Observación directa</i>	52
3.6.1.1	<i>Objetivo:</i>	52
3.6.1.2	<i>Procedimiento:</i>	52
3.6.1.3	<i>Instrumentos:</i>	53
3.6.2.	<i>Entrevista</i>	53
3.6.2.1	<i>Objetivo:</i>	53
3.6.2.2	<i>Procedimiento:</i>	53
3.6.2.3	<i>Instrumentos:</i>	53
3.6.3.	<i>Análisis de documentos</i>	53
3.6.3.1	<i>Objetivo:</i>	53
3.6.3.2	<i>Procedimiento:</i>	54
3.6.3.3	<i>Instrumentos:</i>	54
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	54
3.7.1.	<i>Programas para el análisis de datos:</i>	54
3.7.2.	<i>Procedimiento:</i>	54
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		56
4.1.	Descripción de la empresa	56
4.1.1.	<i>Datos generales</i>	56

4.1.2.	<i>Historia</i>	56
4.1.3.	<i>Misión</i>	56
4.1.4.	<i>Visión</i>	56
4.1.5.	<i>Valores</i>	57
4.1.5.1	<i>Integridad</i>	57
4.1.5.2	<i>Calidad y excelencia</i>	57
4.1.5.3	<i>Responsabilidad</i>	57
4.1.5.4	<i>Orientación a las personas</i>	57
4.1.6.	<i>Política</i>	57
4.1.7.	<i>Organigrama</i>	58
4.1.8.	<i>Unidades de negocio</i>	59
4.1.8.1	<i>Construcción</i>	59
4.1.8.2	<i>Minería</i>	59
4.1.8.3	<i>Asesoría y consultoría</i>	59
4.1.8.4	<i>Transporte de materiales peligrosos</i>	59
4.1.9.	<i>Máquinas y equipos</i>	60
4.2.	<i>Diagnóstico de la gestión de mantenimiento de las excavadoras hidráulicas 336DL</i>	61
4.2.1.	<i>Análisis de problemas en el mantenimiento de excavadoras hidráulicas 336DL</i> 61	
4.2.1.1	<i>Información</i>	63
4.2.1.2	<i>Materiales</i>	64
4.2.1.3	<i>Herramientas</i>	66
4.2.1.4	<i>Recursos humanos</i>	67
4.2.1.5	<i>Medio ambiente</i>	68
4.2.1.6	<i>Métodos</i>	69
4.2.2.	<i>Nivel de cumplimiento del plan de mantenimiento de las excavadoras hidráulicas 336DL</i>	71
4.2.3.	<i>Análisis de criticidad de los sistemas de una excavadora hidráulica 336DL</i>	73
4.2.4.	<i>Confiabilidad de las excavadoras hidráulicas 336DL</i>	76
4.2.5.	<i>Mantenibilidad de las excavadoras hidráulicas 336DL</i>	80
4.2.6.	<i>Disponibilidad mecánica de las excavadoras hidráulicas 336DL</i>	82
4.2.7.	<i>Costo total de mantenimiento de las excavadoras hidráulicas 336DL</i>	84
4.2.8.	<i>Costo de indisponibilidad por fallos</i>	87
4.3.	<i>Diseño del plan de mantenimiento de excavadoras hidráulicas 336DL centrado en la confiabilidad</i>	89
4.3.1.	<i>Diseño de un registro de datos en excel</i>	89
4.3.2.	<i>Diseño de un nuevo formato para la solicitud de pedidos</i>	90
4.3.3.	<i>Flujograma de requerimiento de materiales para el mantenimiento de una excavadora hidráulica 336DL</i>	93
4.3.4.	<i>Registro para la solicitud de pedidos</i>	95
4.3.5.	<i>Herramientas y equipos de evaluación y diagnóstico</i>	97
4.3.6.	<i>Capacitar al personal del área de mantenimiento</i>	97
4.3.7.	<i>Motivar al personal del área de mantenimiento</i>	98
4.3.8.	<i>Evaluar al personal del área de mantenimiento</i>	99
4.3.9.	<i>Auditar el área de mantenimiento</i>	99
4.3.10.	<i>Flujograma para auditoría interna</i>	99
4.3.11.	<i>Política para el mantenimiento de equipos</i>	102
4.3.12.	<i>Procedimiento para el mantenimiento correctivo - predictivo</i>	102

4.3.13.	<i>Plan de mantenimiento predictivo</i>	102
4.3.5.1	<i>Flujograma para evaluar los pre-usos</i>	103
4.3.5.2	<i>Flujograma para el mantenimiento predictivo de las excavadoras hidráulicas 336DL</i>	105
4.3.5.3	<i>Plan de mantenimiento predictivo.....</i>	107
4.3.5.4	<i>Inspección de calidad de los PMs.....</i>	108
4.3.14.	<i>Nivel de cumplimiento del plan de mantenimiento proyectado</i>	110
4.3.15.	<i>Nivel de criticidad de los sistemas de una excavadora hidráulica 336DL proyectado.....</i>	111
4.3.16.	<i>Confiabilidad de las excavadoras hidráulicas 336DL proyectado.....</i>	112
4.3.17.	<i>Mantenibilidad de las excavadoras hidráulicas 336DL proyectado</i>	114
4.3.18.	<i>Disponibilidad mecánica de las excavadoras hidráulicas 336DL proyectado....</i>	116
4.3.19.	<i>Costo total de mantenimiento de las excavadoras hidráulicas 336DL proyectado</i>	117
4.3.20.	<i>Costo de indisponibilidad por fallos proyectado</i>	122
4.4.	<i>Evaluación económica del diseño del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad</i>	123
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....		129
CONCLUSIONES.....		130
RECOMENDACIONES		131
REFERENCIAS.....		132
ANEXOS		134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Matriz de criticidad para jerarquizar los equipos.....	37
Tabla N° 02: Criterios y factores para evaluar la matriz de criticidad	38
Tabla N° 03: Operacionalización de variables	50
Tabla N° 04: Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	52
Tabla N° 05: Relación de equipos Coansa 2017	60
Tabla N° 06: Relación del personal de mantenimiento Coansa 2017	67
Tabla N° 07: Plan de mantenimiento preventivo Coansa	70
Tabla N° 08: Nivel de cumplimiento del plan de mantenimiento de las excavadoras hidráulicas 336DL	71
Tabla N° 09: Nivel de criticidad de los sistemas de una excavadora hidráulica 336DL	74
Tabla N° 10: Ponderados para encontrar el nivel de criticidad.....	75
Tabla N° 11: Confiabilidad de las excavadoras hidráulicas 336DL	76
Tabla N° 12: Tiempo promedio fuera de servicio de las excavadoras hidráulicas 336DL	80
Tabla N° 13: Disponibilidad mecánica de las excavadoras hidráulicas 336DL	83
Tabla N° 14: Cantidad de recursos por PM	85
Tabla N° 15: Costo total de mantenimiento por PM.....	86
Tabla N° 16: Costo total de mantenimiento por mes	87
Tabla N° 17: Costos de indisponibilidad por fallos.....	88
Tabla N° 18: Plan de capacitación enero 2018.....	98
Tabla N° 19: Plan de mantenimiento predictivo	107
Tabla N° 20: Nivel de cumplimiento del plan de mantenimiento proyectado.....	110
Tabla N° 21: Nivel de criticidad de los sistemas de una excavadora hidráulica 336DL proyectado	111
Tabla N° 22: Confiabilidad de las excavadoras hidráulicas 336DL proyectado	112
Tabla N° 23: Tiempo promedio fuera de servicio de las excavadoras hidráulicas 336DL proyectado	114
Tabla N° 24: Disponibilidad mecánica de las excavadoras hidráulicas 336DL proyectado	116
Tabla N° 25: Cantidad de recursos por PM proyectados.....	117
Tabla N° 26: Costo total de mantenimiento de las excavadoras hidráulicas 336DL proyectado ..	119
Tabla N° 27: Costo total de mantenimiento por mes proyectado	120
Tabla N° 28: Costo total de mantenimiento actual frente al proyectado.....	120
Tabla N° 29: Costo de indisponibilidad por fallos proyectado.....	122
Tabla N° 30: Costo de indisponibilidad por fallos actual frente al proyectado	122
Tabla N° 31: Evaluación económica para implementación del RCM.....	124
Tabla N° 32: Proyección de la inversión en 5 años	125
Tabla N° 33: Ingresos proyectados y flujo de caja.....	126
Tabla N° 34: Costo de oportunidad de capital	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Diagrama de Ishikawa	24
Figura N° 02: Expectativas de mantenimiento crecientes	30
Figura N° 03: Objetivos del mantenimiento.....	30
Figura N° 04: Fases de implantación real de RCM.....	32
Figura N° 05: Curva de la bañera	41
Figura N° 06: Excavadoras hidráulicas frontales	43
Figura N° 07: Excavadoras hidráulicas retro.....	44
Figura N° 08: Dimensiones de una excavadora hidráulica 336DL	45
Figura N° 09: Curvas de costo del mantenimiento con relación al tiempo	46
Figura N° 10: Organigrama general	58
Figura N° 11: Factores que generan demoras y costos en el mantenimiento de excavadoras hidráulicas 336DL.....	62
Figura N° 12: Control de horómetros de una excavadora por turno	63
Figura N° 13: Formato para realizar solicitudes de materiales	65
Figura N° 14: Kit de herramientas básicas del taller de Coansa	66
Figura N° 15: Mantenimiento de excavadora 336DL en campo	68
Figura N° 16: Porcentaje del cumplimiento del plan de mantenimiento de las excavadoras hidráulicas 336DL.....	73
Figura N° 17: Porcentajes del nivel de criticidad de los sistemas de una excavadora hidráulica 336DL.....	75
Figura N° 18: Tiempo promedio operativo hasta el fallo de las excavadoras hidráulicas 336DL....	78
Figura N° 19: Frecuencia de fallas de las excavadoras hidráulicas 336DL.....	78
Figura N° 20: Tiempo promedio fuera de servicio de las excavadoras hidráulicas 336DL	82
Figura N° 21: Porcentaje de la disponibilidad mecánica de las excavadoras hidráulicas 336DL ...	84
Figura N° 22: Formulario para ingresar al registro de datos	89
Figura N° 23: Formulario de documentos	90
Figura N° 24: Formato nuevo para la solicitud de pedidos	92
Figura N° 25: Flujograma de requerimiento de materiales para el mantenimiento de una excavadora hidráulica 336DL.....	94
Figura N° 26: Porcentaje de los pedidos atendidos y pendientes por proyecto del registro	95
Figura N° 27: Registro para la solicitud de pedidos	96
Figura N° 28: Flujograma para realizar una auditoría interna.....	101
Figura N° 29: Flujograma para la evaluación de pre – usos.....	104
Figura N° 30: Flujograma para mantenimiento predictivo de las excavadoras hidráulicas 336DL	106
Figura N° 31: Formato para la inspección de calidad de los PMs	109
Figura N° 32: Nivel de cumplimiento del plan de mantenimiento actual frente al proyectado.....	110

Figura N° 33: Nivel de criticidad de los sistemas de un excavadora hidráulica 336DL actual frente al proyectado	112
Figura N° 34 Tiempo promedio operativo hasta el fallo actual frente al proyectado	113
Figura N° 35: Frecuencia de fallas actual frente al proyectado	113
Figura N° 36: Tiempo promedio fuera de servicio de las excavadoras hidráulicas 336DL actual frente al proyectado.....	115
Figura N° 37: Disponibilidad mecánica de las excavadoras hidráulicas 336DL actual frente al proyectado.....	117
Figura N° 38: Costo total de mantenimiento actual frente al proyectado	121
Figura N° 39: Costo de indisponibilidad por fallos actual frente al proyectado.....	123

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es realizado en la empresa Coansa del Perú Ingenieros S.A.C., empresa cajamarquina que se dedica al rubro de minería y construcción.

El estudio realizado tuvo como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la flota de excavadoras hidráulicas 336DL para reducir costos de reparación en la empresa Coansa del Perú Ingenieros S.A.C.

Para lograr el mencionado objetivo, primero se realizó un diagnóstico del área de Mantenimiento para conocer los factores que generan demoras y costos de reparación en las excavadoras hidráulicas 336DL; así mismo, se evaluó los indicadores de mantenimiento con la finalidad de implementar mejoras que ayuden a reducir los costos de reparación y a la vez permitan que la empresa cuente con equipos confiables.

De acuerdo a los resultados obtenidos se ha diseñado un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, permitiendo de esta manera que la empresa pueda cumplir con el plan de mantenimiento al 100%, incrementar el tiempo promedio operativo hasta el fallo en un 74%, disminuir la frecuencia de fallas en un 40%, reducir el tiempo promedio fuera de servicio en un 22%, aumentar la disponibilidad mecánica en un 5.4%, reducir los costos de mantenimiento en un 18% y reducir los costos de indisponibilidad por fallos en un 62%.

La evaluación financiera por la implementación del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), nos permitió conocer la viabilidad del proyecto, obteniendo un VAN de S/. 99,620.46, una TIR de 71%, un WACC de 13% con un índice de rentabilidad de S/. 1.56.

Palabras Clave: Plan, mantenimiento, confiabilidad, excavadoras hidráulicas 336DL, costos de reparación, frecuencia de fallas, disponibilidad, tiempo de reparación.

ABSTRACT

The present research work is carried out in the company Coansa del Perú Ingenieros S.A.C., cajamarquina company that is dedicated to the mining and construction sector.

The general objective of the study was to design a maintenance plan focused on reliability (RCM) in the 336DL hydraulic excavator fleet to reduce repair costs in the company Coansa del Perú Ingenieros S.A.C.

To achieve the aforementioned objective, a diagnosis of the Maintenance area was first made to know the factors that generate delays and repair costs in the 336DL hydraulic excavators; Likewise, the maintenance indicators were evaluated in order to implement improvements that help reduce repair costs and at the same time allow the company to rely on reliable equipment.

According to the results obtained, a maintenance plan focused on reliability has been designed, thus allowing the company to comply with the maintenance plan at 100%, increase the average operative time to failure by 74%, decrease the frequency of failures by 40%, reduce the average time out of service by 22%, increase mechanical availability by 5.4%, reduce maintenance costs by 18% and reduce the costs of unavailability due to failures in a 62 %.

The financial evaluation for the implementation of the maintenance plan focused on reliability (RCM), allowed us to know the viability of the project, obtaining a NPV of S /. 99,620.46, a TIR of 71%, a WACC of 13% with a profitability index of S /. 1.56.

Keywords: Plan, maintenance, reliability, 336DL hydraulic excavators, repair costs, frequency of failures, availability, repair time.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Acuña Acuña, J. (2003). *Ingeniería de Confiabilidad* (Primera ed.). Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Araujo Chávez, M. R., & Romero Tuesta, C. M. (2016). *Mejora de la Gestión de Reparaciones Correctivas para Incrementar la Disponibilidad de la Flota de Volquetes de la Empresa El Imperio S.R.L. Centro Minero Coimolache - U.P. Tantahuatay*. 2016. Cajamarca, Perú.
- Caterpillar. (2008). *Manual de Operaciones y Mantenimiento*.
- Chau Lam, J. E. (2010). *Gestión del Mantenimiento de Equipos en Proyectos de Movimiento de Tierras*. Lima, Perú.
- Córdova, C. (2015). *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) a los Hornos Convertidores de la Fundición de Cobre*. Lima, Perú.
- De Bona, J. M. (s.f.). *Gestión del Mantenimiento*. Madrid, España: Fundación Confemetal.
- Dounce Villanueva, E. (2007). *La Productividad en el Mantenimiento Industrial* (Décima ed.). México, D.F., México: Grupo Editorial Patria S.A. de C.V.
- Gamarra Villacorta, F. (2009). *Mejora del Sistema de Mantenimiento de la Maquinaria en una Empresa Constructora*. Lima, Perú.
- García Garrido, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid, España: Díaz de Santos, S.A.:
- García Méndez, J. J., & Velásquez, J. M. (2007). *Plan de Mantenimiento Preventivo para Proaces*. San Salvador, El Salvador.
- Gomez De Las Heras, J., López Jimeno, C., López Jimeno, E., Manglano Alonso, S., & Toledo Santos, J. (1995). *Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto* (Segunda ed.). Madrid, España: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Gómez De León, F. C. (1998). *Tecnología del Mantenimiento Industrial*. España: Universidad de Murcia.
- González Rojas, R. M. (2006). *Diseño Estrategia Operación Centrada en Confiabilidad Para Minera Spence S.A*. Santiago de Chile, Chile.
- Horngren, C. T., Sundem, G. L., & Elliott, J. A. (2000). *Introducción a la Contabilidad Financiera* (Séptima ed.). México, México: Pearson Educación.
- León Flores, A. A. (2016). *Propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo para Reducir los Costos Operativos en el Caldero de la Empresa Industrial Center Wash*. Trujillo, Perú.

- Macedo Ramirez, A. (2013). *Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo Sistemático para Incrementar la Confiabilidad en Planta de Producción de Alimentos de Minera Yanacocha*. Cajamarca, Perú.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (Reliability - Centred Maintenance)*. Gran Bretaña: Biddles Ltd, Guildford and King's Lynn.
- Parra Márquez, C. A., & Crespo Márquez, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. Sevilla, España: INGEMAN.
- Pérez Medina, E. E. (2010). *Diseño de un Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) para una Paletizadora de Sacos de Cemento*. Puerto La Cruz, Venezuela.
- Pesántez Huerta, A. E. (2007). *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón*. Guayaquil, Ecuador.
- Portal Arribasplata, E., & Salazar Alza, P. C. (2016). *Propuesta de Implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad Operativa de los Equipos de Movimiento de Tierras en la Empresa Multiservicios Punre SRL, Cajamarca 2016*. Cajamarca, Perú.
- Renovetec. (s.f.). *Manual Práctico de Ingeniería de Mantenimiento*.
- Rodríguez Del Águila, M. Á. (2012). *Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento Basado en la Mantenibilidad de Equipos de Acarreo de una Empresa Minera de Cajamarca*. Cajamarca, Perú.
- Tavares, L. A. (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento* (Primera ed.). Río de Janeiro, Brasil: Novo Polo Publicaciones.
- Torres Vásquez, A. J. (2016). *Mejora de Métodos de Trabajo y Estandarización de Tiempos en el Proceso de Mantenimiento Preventivo de la Empresa Washington Automotriz E.I.R.L. Cajamarca para Aumentar el Nivel de Productividad*. Cajamarca, Perú.
- Vásquez Oyarzún, D. E. (2008). *Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM en Motores Detroit 16V-149TI en Codelco División Andina*. Valdivia, Chile.
- Yengle Medina, E. F. (2016). *Propuesta de un Plan de Mantenimiento Basado en RCM para Incrementar la Rentabilidad en la Operación Cerro Corona de la Empresa San Martín Contratistas Generales S.A. Trujillo, Perú*.