



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACION DEL MONITOREO SPECTO PARA LA REDUCCION DE TIEMPOS EN INTERVENCIONES POR FALLA EN LOS MOTORES DIESEL CUMMINS, EN MINERA YANACocha, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Miguel Angel Alvarado Martos

Asesor:

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero

Cajamarca – Perú
2018

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>DEDICATORIA</u>	2
<u>AGRADECIMIENTO</u>	3
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	5
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	7
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	8
<u>RESUMEN</u>	11
<u>ABSTRACT</u>	12
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Justificación.....	16
1.4. Limitaciones	16
1.5. Objetivos	16
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	16
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes	18
2.1.1. <i>Antecedentes Internacionales</i>	18
2.1.2. <i>Antecedentes Nacionales</i>	21
2.1.3. <i>Antecedentes Locales</i>	22
2.2. Bases teóricas.....	24
2.2.1. <i>Mantenimiento Industrial</i>	24
2.2.2. <i>Pala Hidráulica Hitachi</i>	60
2.2.3. <i>Motores Cummins</i>	77
2.2.4. <i>Monitoreo Specto Cummins</i>	83
2.3. Definición de términos.....	87
2.4. Hipótesis	89
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	90
3.1. Operacionalización de variables	90
3.2. Diseño de investigación	91
3.3. Unidad de estudio	91
3.4. Población	91
3.5. Muestra (muestreo o selección).....	91

3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	91
3.6.1.	<i>Para recolectar datos</i>	91
3.6.2.	<i>Para procesar datos</i>	93
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	93
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		94
4.1.	La empresa	94
4.1.1.	<i>La compañía</i>	94
4.1.2.	<i>Misión</i>	95
4.1.3.	<i>Visión</i>	95
4.1.4.	<i>Personal</i>	95
4.1.5.	<i>Máquinas, equipos y herramientas</i>	96
4.1.6.	<i>Proveedores y clientes</i>	99
4.1.7.	<i>Servicio</i>	100
4.2.	Diagnóstico actual del sistema de gestión en mantenimiento	100
4.2.1.	<i>Indicadores de Mantenimiento</i>	103
4.3.	Resultados del diagnóstico actual en gestión de mantenimiento	106
4.4.	Diseño de la propuesta de implementación de monitoreo Specto	107
4.5.	Desarrollo de la propuesta de implementación del monitoreo Specto	108
4.5.1.	<i>Planificar</i>	108
4.5.2.	<i>Ejecutar</i>	111
4.5.3.	<i>Verificar</i>	129
4.5.4.	<i>Mejora continua</i>	132
4.6.	Resultados de indicadores después de la implementación	137
4.7.	Evaluación Costo – Beneficio	138
4.7.1.	<i>Inversión</i>	138
4.7.2.	<i>Cantidad de Horas de Paradas No programadas</i>	138
4.7.3.	<i>Costo aproximado en dólares por hora trabajada de Pala</i>	139
4.7.4.	<i>Evaluación Costo-Beneficio</i>	139
4.7.5.	<i>Interpretación</i>	140
4.7.6.	<i>Posibles Situaciones</i>	140
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....		141
CONCLUSIONES.....		143
RECOMENDACIONES		144
REFERENCIAS.....		145
ANEXOS		146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1. Modelos de motores Cummins en Minera Yanacocha S.R.L.....	77
Tabla n.º 2. Operacionalización de variables.....	90
Tabla n.º 3. Técnicas de recolección de datos	91
Tabla n.º 4. Instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	91
Tabla n.º 5. Máquinas, equipos y herramientas.....	96
Tabla n.º 6. Resumen de información durante el I semestre 2017.....	101
Tabla n.º 7. Cronograma de instalación de equipos Specto.....	111
Tabla n.º 8. Datos para el registro de equipos Specto	127
Tabla n.º 9. Resumen de instalación de equipos Specto	128
Tabla n.º 10. Resumen en % de motores con equipos Specto	128
Tabla n.º 11. Check List de inspección de equipos pecto en PM´s.....	132
Tabla n.º 12. Registro de evento Specto – Diario.....	133
Tabla n.º 13. Resultados después de la implementación	137
Tabla n.º 14. Inversión	138
Tabla n.º 15. Horas de Paradas No programadas.....	138
Tabla n.º 16. Costo en dólares por hora trabajada de Pala.....	139
Tabla n.º 17. Costo-Beneficio.....	139
Tabla n.º 18. Situaciones	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1 Dispositivo de Bomba.....	61
Figura n.º 2 Bomba Principal.....	61
Figura n.º 3 Operación de control de la medida del flujo.	62
Figura n.º 4 La válvula DQR.....	64
Figura n.º 5 En posición neutral válvula DQR.....	64
Figura n.º 6 En funcionamiento válvula DQR.....	65
Figura n.º 7 Válvula de control vuelven a posición neutral	66
Figura n.º 8 El dispositivo de desplazamiento	67
Figura n.º 9 El motor de desplazamiento	67
Figura n.º 10 Velocidad lenta	69
Figura n.º 11 El sistema de llenado rápido	70
Figura n.º 12 El sistema de aire acondicionado.....	71
Figura n.º 13 El circuito de refrigeración	72
Figura n.º 14 El sistema de lubricación automática	74
Figura n.º 15 El cojinete de giro	75
Figura n.º 16 El ajustador de orugas.....	76
Figura n.º 17 El acumulador.....	76
Figura n.º 18 Motor KTA50.....	79
Figura n.º 19 Motor QSK45	81
Figura n.º 20 Motor QSK50	82
Figura n.º 21 Sensores del Cense y Quantum.....	84
Figura n.º 22 Sensores Principales.....	85
Figura n.º 23 Niveles de alerta por falla en los motores	85
Figura n.º 24 Fallas que figuran el programa Cense (Versión CM530)	86
Figura n.º 25 Cobertura GPRS – Red Claro	86
Figura n.º 26 Diseño de instalación según Cummins Perú.....	87
Figura n.º 27 Proceso del oro en Minera Yanacocha S.R.L.	94
Figura n.º 28 Organigrama del área de mantenimiento palas	95
Figura n.º 29 Pareto, cantidad de intervenciones	102
Figura n.º 30 Pareto, cantidad de horas empleadas en reparación.....	102
Figura n.º 31 Mantenimiento Programado vs Mantenimiento No programado.....	103
Figura n.º 32 Diseño de la propuesta de implementación de monitoreo Specto.....	107
Figura n.º 33 Kit de prueba Grps Syrus - Camioneta	108
Figura n.º 34 Cobertura General en Minera Yanacocha S.R.L.....	109
Figura n.º 35 Con Cobertura en Minera Yanacocha S.R.L.....	109
Figura n.º 36 Sin Cobertura en Minera Yanacocha S.R.L.	110
Figura n.º 37 Acuerdo de implementación	110
Figura n.º 38 Suministro de alimentación de equipo en prueba de cobertura.....	112
Figura n.º 39 Instalación de equipo en prueba de cobertura	112
Figura n.º 40 Equipo GPRS Syrus	113
Figura n.º 41 Gabinete de control	114
Figura n.º 42 Conexión de antenas al equipo Syrus.....	114
Figura n.º 43 Conector molex de color Blanco de 6 seis pines	115
Figura n.º 44 El arnés de comunicación	116
Figura n.º 45 La fijación del componente.....	116
Figura n.º 46 Identificación de conectores	117
Figura n.º 47 Conexión de alimentación equipo Specto	117
Figura n.º 48 Conexión de ACC equipo Specto.....	118
Figura n.º 49 Conector J1939 en el motor, lado izquierdo.....	118
Figura n.º 50 Resistencia de 120 ohm	119
Figura n.º 51 Conexión de los conectores J1939 entre el motor y el equipo Specto	119
Figura n.º 52 Verificación de la caja Cummins	120
Figura n.º 53 Vista interna del fin de la instalación	120

Figura n.º 54 Vista externa del fin de la instalación	121
Figura n.º 55 La antena GPS	121
Figura n.º 56 La antena GPRS.....	122
Figura n.º 57 Procedimiento chequeo de arnés J1939 y alimentación GRPS	122
Figura n.º 58 Medición de la resistencia de 120 ohm cajita negra Cummins	123
Figura n.º 59 Medición de voltajes en el conector blanco de 16 pines	123
Figura n.º 60 Medición de voltajes en el conector negro de 16 pines	124
Figura n.º 61 Procedimiento chequeo de luces GPRS y Cajita Cummins.....	125
Figura n.º 62 Las luces del GPRS	125
Figura n.º 63 Chequeo arnés de comunicación.....	126
Figura n.º 64 Esquema de conexión entre el equipo y la plataforma Specto	127
Figura n.º 65 Página de ingreso a la plataforma Specto.	129
Figura n.º 66 Estado de los equipos desde la plataforma	129
Figura n.º 67 Ubicación de los equipos desde la plataforma Specto.....	130
Figura n.º 68 Monitoreo de parámetros a tiempo real desde la plataforma Specto	131
Figura n.º 69 Monitoreo de fallas a tiempo real desde la plataforma Specto	131
Figura n.º 70 Monitoreo de parámetros a tiempo real, pala SH006 MU	134
Figura n.º 71 Monitoreo de parámetros a tiempo real, pala SH009 MU	135
Figura n.º 72 Monitoreo de parámetros a tiempo real, pala SH007 MD	135
Figura n.º 73 Monitoreo de parámetros a tiempo real, pala SH007 MI	136
Figura n.º 74 Monitoreo de parámetros a tiempo real, pala SH010 MU	136

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N.º 1 Objetivos de disponibilidad por equipo MYSRL	146
ANEXO N.º 2 División por sistemas de palas hidráulicas Hitachi, según SAP.	146
ANEXO N.º 3 Fórmulas de Gestión utilizadas por semestre	147
ANEXO N.º 4 Modelo de los reportes que llegan al correo electrónico.....	148
ANEXO N.º 5 Formato Check List para PM's.....	149
ANEXO N.º 6 Formato de registro diario	150
ANEXO N.º 7 Características y especificaciones – Sistema Hidráulico	151
ANEXO N.º 8 Características y especificaciones – Motor Diésel Cummins.....	158
ANEXO N.º 9 Características y especificaciones – Lubricación Automática.....	160
ANEXO N.º 10 Características y especificaciones –Sistema Eléctrico.	161
ANEXO N.º 11 Fotograma, Guardia A, Mantenimiento Palas MYSRL 2017.....	163

RESUMEN

El presente estudio realizado de la implementación de monitoreo Specto para los motores diésel Cummins en el área de mantenimiento palas de Minera Yanacocha S.R.L; tuvo como objetivo determinar la influencia de la implementación del sistema de monitoreo Specto para reducir el tiempo en las intervenciones por falla en motores diésel Cummins de los equipos en la empresa Minera Yanacocha S.R.L.

Se desarrolló de manera inicial con un diagnóstico de la gestión de mantenimiento durante el primer semestre del 2017, en el cual se observa que existen tres principales sistemas de las palas Hitachi con mayor problemas como: Hidráulico, carrillería y motor diésel. Por esta razón se eligió la implementación de un monitoreo satelital para motores Cummins ya que este representa una de las principales fallas en sistemas.

Se escogió dicha implementación de monitoreo Specto para motores Cummins; ya que este sistema se viene trabajando en otros proyectos mineros nacionales como internacionales, y han dado buenos resultados.

El diagnostico después de la implementación fue el siguiente:

La disponibilidad de motores inicialmente se encontró en 98.53 % y posteriormente en 99.09 %, con una diferencia del 0.56% de mejora en la disponibilidad de los motores durante el segundo semestre del 2017.

El MTBFS (Tiempo Medio Entre Paradas Por Fallas) con un inicial de 573.8 horas y después de la implementación 700.7 horas; se mejoró el tiempo en 126.9 horas más.

El MTBS (Tiempo Medio Entre Paradas) con un inicial de 354.7 horas y después de la implementación 392.4 horas; es decir se mejoró el tiempo en 37.7 horas más.

El MTTR (Tiempo Medio Para Reparar). Con un inicial de 8.6 horas y después de la implementación con 6.5 horas; es decir se redujo el tiempo en 2.1 horas menos.

La evaluación de Costo-Beneficio, salió positivo, con un valor de 6.9.

Palabras Clave: Motores Cummins, monitoreo Specto, falla, disponibilidad.

ABSTRACT

The present study conducted on the implementation of Specto monitoring for Cummins diesel engines in the maintenance area of Minera Yanacocha S.R.L; The objective was to determine the influence of the implementation of the Specto monitoring system in order to reduce the time in the interventions due to failure in Cummins diesel engines of the equipment in the company Minera Yanacocha S.R.L.

It was initially developed with a diagnosis of maintenance management during the first semester of 2017, in which it is observed that there are three main systems of the Hitachi blades with greater problems such as: Hydraulic, rail and diesel engine. For this reason, the implementation of satellite monitoring for Cummins engines was chosen, as this represents one of the main systems failures.

This Specto monitoring implementation was chosen for Cummins engines; since this system has been working in other national and international mining projects, and has given good results.

The diagnosis after the implementation was as follows:

The availability of engines was initially found at 98.53% and then at 99.09%, with a 0.56% difference in the availability of engines during the second half of 2017.

The MTBFS (Mean Time Between Failure Stops) with an initial of 573.8 hours and after the implementation 700.7 hours; the time was improved by 126.9 more hours.

The MTBS (Mean Time Between Stops) with an initial of 354.7 hours and after the implementation 392.4 hours; that is, the time was improved by 37.7 more hours.

The MTTR (Average Time to Repair). With an initial of 8.6 hours and after the implementation with 6.5 hours; that is, the time was reduced by 2.1 hours less.

The evaluation of Cost-Benefit, came out positive, with a value of 6.9.

Keywords: Cummins engines, Specto monitoring, failure, availability.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Achilles. (6 de abril de 2016). *Minería en América Latina: su evolución y nuevos desafíos*. Recuperado el 15 de Enero de 2018, de <http://www.achilles.com/es/argentina/3882-mineria-en-america-latina-su-evolucion-y-nuevos-desafios>
- Aliaga Inche, N. (2016). *IMPLEMENTACIÓN DE DETECTOR PREDICTIVO PARA REDUCCIÓN DE TIEMPO DE REPARACIÓN POR FALLA DE ENGRANAJES DE DISTRIBUCIÓN EN MOTOR CUMMINS EN EL PROYECTO MINERO ANTAMINA*. Lima, Perú.
- BUELVAS DÍAZ, C., & MARTINEZ FIGUEROA, K. (2014). *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO*. Barranquilla, Colombia.
- CERRÓN AGUILAR, J. (2013). *MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LA FLOTA DE TRACTORES DE CADENAS CATERPILLAR® D10T BASADO EN EL CICLO DE DEMING PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO AL PRODUCTO PARA LA EMPRESA FERREYROS S.A. EN LA OPERACIÓN MINERA YANACocha*. Cajamarca, Perú.
- Cesar Michelsen, H. (2016). *PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESOS DE DESARMADO Y EVALUACIÓN DE MOTORES EN LA EMPRESA DISTRIBUIDORA CUMMINS DEL PERÚ*. Lima, Perú.
- Conciencia Minera. (Setiembre de 2013). *Minería actual: mitos y realidades*. Recuperado el 15 de Enero de 2018, de <http://www.concienciaminera.com.ar/2013/09/mineria-actual-mitos-y-realidades/>
- Cummins. (2015). *Sistema de Monitoreo Remoto Specto*. Lima, Perú: PPT.
- Cummins. (2018). *Quick Serve Online*. Recuperado el 1 de enero de 2018, de <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/index.html>
- Cummins Inc. (01 de Enero de 2017). *Cummins Specto 1.0*. Recuperado el 15 de Enero de 2018, de Cummins Specto 1.0: <https://specto.cummins.cl/>
- DÍAZ GONZÁLEZ, M. (2013). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA EQUIPOS TECNICOS DE COLOMBIA ETECOL*. Pereira, Colombia.
- García Palencia, O. (2013). *Gestión Moderna Del Mantenimiento*. Colombia: Ediciones de la U.
- Hitachi. (2007). *Training Text ex5500-5 Operacional Principle*. Japon: Publications Marketing & Product Support.
- Intor Huaccha, I., & Portal Vergara, C. (2017). *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE*. Cajamarca, Perú.
- Minera Yanacocha Sac. (2008). *Minera Yanacocha Sac*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de Minera Yanacocha Sac: <http://www.yanacocha.com/portada/home-la-compania/>
- Portal Latinoamericano de Mantenimiento. (s.f.). *Portal Latinoamericano de Mantenimiento*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de Portal Latinoamericano de Mantenimiento: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/definiciones.asp>
- Ramírez Castaño, S. (2014). *ANÁLISIS DE DATOS DE FALLA*. Manizales, Colombia.
- Revista Conciencia Minera. (2013). *Revista Conciencia Minera*, 1-2.
- Rumbo Minero. (2017). *Los motores: el corazón de la maquinaria*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de <http://www.rumbominero.com/revista/los-motores-el-corazon-de-la-maquinaria/>
- Santibañez, B., & Molinari, D. (2014). *Procedimiento de instalación SPECTO*. Chile: Cummins Chile S.A.
- TAMARIZ VELEZ, M. (2014). *DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA LOS EQUIPOS MÓVILES Y FIJOS DE LA EMPRESA DE MIRASOL S.A*. Cuenca, Ecuador.
- Trasporte Total. (1 de setiembre de 2016). *Especial Mantenimiento I: CUMMINS, GRANDE ENTRE LOS GRANDES*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de <http://www.transportetotal.cl/2016/09/01/especial-mantenimiento-i-cummins-grande-entre-los-grandes/>
- Zamine Service Perú Sac. (2011). *EQUIPOS HITACHI*. Recuperado el 2015 de enero de 2018, de <https://www.zamineperu.com/producto/hitachi/>