



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la mantenibilidad de las electrobombas del reservorio R3 de la EPS Sedacaj S.A. Cajamarca, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Kevin Alexis Marino Rojas

Johnny Montalvo Jave

Asesor:

Ing. Mg. Karla Rossemary Sisniegas Noriega

Cajamarca - Perú

2019

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Objetivos	16
1.4. Hipótesis.....	17
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	18
2.1. Tipo de investigación	18
2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	18
2.3. Procedimiento	22
2.4. Matriz de Consistencia	24
2.5. Matriz de Operacionalización de Variables	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	27
3.1. Información general de la empresa	27
3.2. Diagnóstico general del área de estudio	28
3.3. Diagnóstico de la variable “Mantenibilidad de electrobombas”	43
3.4. Diagnóstico de la variable “Plan de Mantenimiento Preventivo”	60
3.5. Matriz de operacionalización de variables con resultados diagnóstico	68
3.6. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo.....	70
3.7. Diseño de mejora de variable “Mantenibilidad de electrobombas”	79
3.8. Diseño de mejora de variable “Plan de Mantenimiento Preventivo”	97
3.9. Matriz de operacionalización de variables con resultados diagnóstico y mejora.....	107
3.10. Análisis económico/financiero	110
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	117
REFERENCIAS.....	123
ANEXOS.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Técnicas e instrumentos de recolección y procedimientos de recolección de datos	19
Tabla N° 2: Análisis de Datos	22
Tabla N° 3: Instrumentos para el procesamiento de análisis de datos	23
Tabla N° 4: Matriz de Consistencia	24
Tabla N° 5: Operacionalización de Variables.....	25
Tabla N° 6: Datos para el cálculo de la mantenibilidad de la electrobomba B - 1	44
Tabla N° 7: Datos Modelado Weibull	45
Tabla N° 8: Datos Modelado Normal.....	47
Tabla N° 9: Datos Modelado Exponencial.....	49
Tabla N° 10: Datos para el cálculo de la mantenibilidad de la electrobomba B - 2.....	51
Tabla N° 11: Datos Modelado Weibull.....	52
Tabla N° 12: Datos Modelado Normal	54
Tabla N° 13: Datos Modelado Exponencial.....	56
Tabla N° 14: Datos para el cálculo del MTBF de la electrobomba B - 1	61
Tabla N° 15: Datos para el cálculo del MTBF de la electrobomba B - 2	62
Tabla N° 16: Datos para el desarrollo del MTTR de la electrobomba B - 1	63
Tabla N° 17: Datos para el desarrollo del MTTR de la electrobomba B - 2	64
Tabla N° 18: Matriz de operacionalización de variables con resultados diagnóstico	68
Tabla N° 19: Datos supuestos para el cálculo de la mantenibilidad de la electrobomba B - 1.....	81
Tabla N° 20: Datos Modelado Weibull.....	82
Tabla N° 21: Datos Modelado Normal	84
Tabla N° 22: Datos Modelado Exponencial.....	86
Tabla N° 23: Datos supuestos para el cálculo de la mantenibilidad de la electrobomba B - 2.....	88
Tabla N° 24: Datos Modelado Weibull.....	89
Tabla N° 25: Datos Modelado Normal	91
Tabla N° 26: Datos Modelado Exponencial.....	93
Tabla N° 27: Datos supuestos para el cálculo del MTBF de la electrobomba B - 1.....	98
Tabla N° 28: Datos supuestos para el cálculo del MTBF de la electrobomba B - 2.....	98
Tabla N° 29: Datos supuestos para el desarrollo del MTTR de la electrobomba B - 1	100
Tabla N° 30: Datos supuestos para el desarrollo del MTTR de la electrobomba B - 2	101
Tabla N° 31: Cronograma de mantenimientos preventivos programados	106
Tabla N° 32: Matriz de operacionalización de variables con resultados diagnóstico y mejora	107
Tabla N° 33: Costos por procedimientos (maquinaria, equipos y herramientas)	110
Tabla N° 34: Costos en capacitaciones anuales	111
Tabla N° 35: Costos por implementos	111
Tabla N° 36: Costo en material de registro	112
Tabla N° 37: Costos por incurrir en la propuesta de mejora	113
Tabla N° 38: Costos de reparación por mantenimiento correctivo	114
Tabla N° 39: Costos por no incurrir en la propuesta de mejora	115
Tabla N° 40: Flujo de caja neto	115
Tabla N° 41: VAN, TIR, IR	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de causa y efecto	30
Figura 2: Diagrama de Procesos	32
Figura 3: Diagrama de la propuesta de mejora	70
Figura 4: Mejora del diagrama de procesos	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: ¿Usted sabe manejar las electrobombas Hidrostral presentes en el reservorio R3?	33
Gráfico 2: ¿Recibió algún tipo de capacitación?	34
Gráfico 3: ¿Alguna vez ocurrió un paro de funcionamiento de las electrobombas Hidrostral por corte del servicio eléctrico (apagón)?	35
Gráfico 4: ¿Se dañó el equipo por el corte del suministro eléctrico ocurrido (apagón)?	36
Gráfico 5: ¿Alguna vez las electrobombas han dejado de funcionar por algún problema mecánico? ..	37
Gráfico 6: ¿Conoce usted si las electrobombas presentes en el reservorio R3 cuentan con algún tipo de mantenimiento?.....	38
Gráfico 7: ¿Las electrobombas presentes en el reservorio R3 funcionan al mismo tiempo?	39
Gráfico 8: ¿Dichas electrobombas fueron adquiridas por la empresa y puestas en funcionamiento simultáneamente?.....	40
Gráfico 9: ¿Alguna vez las electrobombas se han sobrecalentado durante su funcionamiento?	41
Gráfico 10: ¿Alguna vez las electrobombas han emitido sonidos o irregularidades durante el proceso?	42
Gráfico 11: Modelado Weibull	46
Gráfico 12: Modelado Distribución Normal.....	48
Gráfico 13: Modelo Exponencial	50
Gráfico 14: Modelado Weibull	53
Gráfico 15: Modelado Distribución Normal.....	55
Gráfico 16: Modelo Exponencial	57
Gráfico 17: Modelado Weibull	83
Gráfico 18: Modelado Distribución Normal.....	85
Gráfico 19: Modelado Exponencial.....	86
Gráfico 20: Modelado Weibull	90
Gráfico 21: Modelado Normal.....	92
Gráfico 22: Modelado Exponencial.....	93

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Mantenibilidad	22
Ecuación 2: Disponibilidad	22
Ecuación 3: Tiempo promedio entre fallas.....	22
Ecuación 4: Tiempo promedio para reparar	22
Ecuación 5: Porcentaje de utilización de la máquina.....	22
Ecuación 6: Número de mantenimientos programados	22

RESUMEN

En la presente investigación se analizó a una EPS encargada del abastecimiento de agua potable y saneamiento en la ciudad de Cajamarca llamada SEDACAJ S.A., en la cual se pudo observar una carencia de un plan de mantenimiento preventivo que permita prolongar el tiempo de vida útil de sus equipos, de esta manera se planteó el objetivo de diseñar dicho plan de mantenimiento preventivo que permita incrementar la mantenibilidad de las electrobombas del reservorio R3 de la EPS SEDACAJ S.A., con este fin se desarrolló un sistema de mantenimiento preventivo programado y formatos de mantenimiento, los cuales permitirán mejorar el desempeño en la presente propuesta, originando la hipótesis que ante el diseño de un plan de mantenimiento preventivo es posible incrementar la mantenibilidad de las electrobombas del reservorio R3; una vez aplicada la propuesta de mejora se puede concluir que la mantenibilidad se incrementará en un 38.86% en la electrobomba B1 y 40.73% en B2 permitiendo a la empresa mejorar el servicio que se viene brindando al ciudadano Cajamarquino, finalmente recomendar la implementación de la presente mejora, ya que como se viene mostrando permitirá el incremento de la mantenibilidad actual de las electrobombas presentes en el reservorio R3.

Palabras clave: mantenimiento, preventivo, mantenibilidad, electrobomba.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Alexander, B. P. (2011). *Diseño e implementación del programa de mantenimiento para las maquinas sopladora e inyectora - sopladora de la empresa OTORGO LTDA.*
- Amambal Alaya, F., & Huatay Caja, C. V. (2018). *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la empresa Martinez Contratistas e Ingeniería S.A. Cajamarca.*
- Arturo, A. U. (2004). *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una industria productora de hormigón premezclado.*
- Briceño, E. (2008). *Manual de capacitación en operación y mantenimiento de pequeñas centrales hidráulicas.* Lima: Soluciones Prácticas - ITDG.
- Chuquimango Morocho, Y. A., & Cotrina Rodríguez, C. E. (2017). *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.*
- EPS SEDACAJ S.A. (18 de 09 de 2019). *Sedacaj.* Obtenido de <http://www.sedacaj.com.pe/nuestra-empresa/historia.html>
- EPS SEDACAJ S.A. (22 de 09 de 2019). *Sedacaj.* Obtenido de <http://www.sedacaj.com.pe/transparencia/otros/mof-2017.pdf>
- Escudero Chávez, A. A. (2016). *Propuesta de un programa maestro de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en la empresa Productos Industriales del Cuero S.A.C. Trujillo.*

García Garrido, S. (2010). *Organización Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.

García Palencia, O. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento*. Mexico: Ediciones de la U.

García Palencia, O. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Ecuador: Ediciones de la U.

Global Services. (1996). *Estudio de bechmarking*. Estados Unidos: Adventure Words.

Herrera Vargas, A. R. (2018). *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de equipos en la empresa San Martin contratistas generales S.A. en el proyecto Tantahuatay 2018*. Cajamarca.

Mesa Grajales, D., Ortiz Sanchez, Y., & Pinzón, M. (2006). *LA CONFIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA MANTENIBILIDAD, DISCIPLINAS MODERNAS APLICADAS AL MANTENIMIENTO*. Pereira: Scientia et Technica.

Moguel, E. A. (2005). *Metodología de la Investigacion*. Mexico D.F: Villahermosa.

Mosquera Peña, P. M. (2018). *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad del cargador frontal 962H en la empresa ECOSERMY - YAULI*. Huancayo.

Pesantez Huerta, A. (2007). *Elaboracion de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en*. Guayaquil.

Pompa Mendoza, A. R. (2018). *Diseño del proceso de planificación y programación para incrementar la mantenibilidad de la flota de camiones CAT 793C de mantenimiento mina*. Cajamarca.

- Reyes Gamboa, E. P. (2017). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en el centro de beneficiado de aves Chimú Agropecuaria*. Trujillo.
- Rodriguez del Aguila, M. A. (2012). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca*. Cajamarca.
- Ticlavlilca Rauz, J. C. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon S.A.C.* Huancayo.
- Toro Jaramillo, I. D., & Parra Ramírez, R. D. (2006). *Método y conocimiento metodología de la investigación*. Fondo Universidad EAFIT.
- Uribe Apaza, M. F., & Grajeda Carcausto, J. L. (2018). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo en la empresa minera Yanacocha para incrementar la vida útil del tornamesa de la motoniveladora 24H, Cajamarca 2017*. Cajamarca.