



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“Aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para mejorar la productividad del área hidráulica en la empresa RECOLSA S.A, Callao, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL

**AUTOR(ES):**

Machacuay Chagua, Abner Misael (ORCID: 0000-0001-9269-7199)

Taipe Mancha, Elsa Elizabeth (ORCID:0000-0001-6753-8604)

**ASESOR:**

Mg. Zúñiga Muñoz, Marcial Rene (ORCID:0000-0002-4058-064X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

### **Dedicatoria**

Dedicamos esta tesis primero a Dios por ser quien nos brinda la vida cada día. En segundo lugar, a nuestros padres que nos dan su apoyo, pero sobre todo un agradecimiento especial al pilar que nos ha sostenido durante todo este tiempo, nuestras madres, que, gracias a sus consejos, cariño incondicional, nos ha guiado e impartido sus enseñanzas, impulsándonos a seguir adelante, luchar por nuestros sueños y objetivos.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a la Universidad César Vallejo por la excelente plana docente y calidad educacional. A la facultad de Ingeniería y en especial, a nuestro asesor de tesis, Marcial Zuñiga por impartir con nosotros su conocimiento y sabiduría. Además, un sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible el desarrollo de esta tesis.

## Índice de contenidos

Índice de tablas.....	v
Índice de graficos y figuras .....	vii
Resumen.....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	25
III. METODOLOGÍA .....	39
3.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	40
3.2. Variables y operacionalización .....	41
3.3. Población, muestra y muestreo .....	44
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.5. Procedimientos.....	47
3.6. Método de Análisis de Datos.....	135
3.7. Aspectos éticos .....	136
IV. RESULTADOS.....	137
V. DISCUSIÓN.....	149
VI. CONCLUSIONES .....	154
VII. RECOMENDACIONES.....	156
REFERENCIAS .....	158
ANEXOS .....	166

## Índice de tablas

Tabla N° 01: Matriz de Estratificación de la Empresa RECOLSA .....	22
Tabla N° 02: Jornada Laboral de Lunes a Viernes .....	54
Tabla N° 03: Jornada Laboral de los Sábados .....	54
Tabla N° 04: Primera Auditoría para la Aplicación de RCM .....	58
Tabla N° 05: PreTest de la Variable Dependiente .....	61
Tabla N° 06: Priorización de Metodologías .....	63
Tabla N° 07: Ficha Técnica del Cilindro Hidráulico.....	73
Tabla N° 08: Ficha Técnica del Ventilador Hidráulico .....	74
Tabla N° 09: Ficha Técnica de la Válvula de alivio principal .....	75
Tabla N° 10: Planificación RCM.....	77
Tabla N° 11: Formato de Estandarización del Funcionamiento del RCM .....	78
Tabla N° 12: Estandarización del Funcionamiento del RCM.....	79
Tabla N° 13: Formato de Fallo Funcional del RCM .....	84
Tabla N° 14: Fallo Funcional del RCM.....	85
Tabla N° 15: Formato de Análisis FMEA .....	89
Tabla N° 16: Análisis FMEA.....	90
Tabla N° 17: Formato de Análisis de Criticidad FMEA.....	94
Tabla N° 18: Análisis de Criticidad FMEA .....	95
Tabla N° 19: Tabla de Clasificación de Riesgos por Sub-Sistemas.....	98
Tabla N° 20: Tabla de Clasificación de Riesgos por Sub-Sistemas y Componentes.....	99
Tabla N° 21: Formato de Decisión de RCM.....	107
Tabla N° 22: Decisión RCM .....	108
Tabla N° 23: Tabla de Tareas Propuestas por Sub-Sistemas .....	111
Tabla N° 24: Tabla de Tareas Propuestas por Sub-Sistemas y Componentes .....	112
Tabla N° 25: Tabla de Tareas Propuestas por Criticidad.....	115
Tabla N° 26: Calendario de Tareas Propuestas Diarias .....	121
Tabla N° 27: Calendario de Tareas Propuestas Semanales.....	121
Tabla N° 28: Calendario de Tareas Propuestas Quincenales.....	122

Tabla N° 29: Calendario de Tareas Propuestas Mensuales .....	122
Tabla N° 30: Calendario de Tareas Propuestas Anuales .....	123
Tabla N° 31: Auditoría Final para la Aplicación de RCM .....	124
Tabla N° 32: Inversión Anual del Mantenimiento Productivo Total.....	133
Tabla N° 33: Diferencia entre investigación cualitativa y cuantitativa .....	135
Tabla N° 34: Resumen de procesamiento de casos - Productividad.....	138
Tabla N° 35: Resumen de procesamiento de casos - Eficacia .....	140
Tabla N° 36: Resumen de procesamiento de casos - Eficiencia .....	141
Tabla N° 37: Prueba de Normalidad - Indicador de Productividad.....	143
Tabla N° 38: Estadístico Descriptivo de la Productividad con T-Student.....	144
Tabla N° 39: Estadísticos de Prueba - Productividad.....	144
Tabla N° 40: Prueba de Normalidad - Eficacia .....	145
Tabla N° 41: Estadístico Descriptivo de la Eficacia con T-Student .....	146
Tabla N° 42: Estadísticos de Prueba - Eficacia .....	146
Tabla N° 43: Prueba de Normalidad - Eficacia .....	147
Tabla N° 44: Estadístico Descriptivo de la Eficiencia con Wilcoxon .....	147
Tabla N° 45: Estadísticos de Prueba - Eficiencia.....	148

## Índice de gráficos y figuras

Figura N° 01: Crecimiento de la productividad laboral antes y después de la crisis.....	13
Figura N° 02: Ranking del Informe Global de Competitividad.....	14
Figura N° 03: Ranking Latinoamérica y El Caribe 2019.....	15
Figura N° 04: Cambios de la Competitividad en Latinoamérica.....	15
Figura N° 05: Índice de la Producción Minera e Hidrocarburos, Perú, 2019.....	16
Figura N° 06: Diagrama de Ishikawa de la empresa RECOLSA.....	18
Figura N° 07: Diagrama de Pareto de la empresa RECOLSA.....	20
Figura N° 08: Matriz de Estratificación de la empresa RECOLSA.....	21
Figura N° 09: Flujograma de Implementación del RCM.....	32
Figura N° 10: Esquema de Análisis de los Modos y Efectos de Fallos.....	33
Figura N° 11: Esquema de Productividad.....	35
Figura N° 12: Modelo Integral de la Productividad.....	37
Figura N° 13: Esquema de Población y Muestra.....	45
Figura N° 14: Principales Clientes de la empresa Recolsa.....	49
Figura N° 15: Principales Proveedores de la empresa Recolsa.....	49
Figura N° 16: Servicios que ofrece la empresa RECOLSA.....	50
Figura N° 17: Organigrama General de la empresa RECOLSA.....	52
Figura N° 18: Cantidad de Trabajadores por Departamento.....	53
Figura N° 19: Maquinaria del Área de Hidráulica de la empresa RECOLSA.....	55
Figura N° 20: Diagrama de Flujo de los Procesos del Área de Hidráulica.....	56
Figura N° 21: Comparativo de Resultados Iniciales.....	60
Figura N° 22: Fotografías sobre la Charla de RCM.....	64
Figura N° 23: Cronograma General de Trabajo.....	65
Figura N° 24: Cronograma Implementación del RCM.....	66

Figura N° 25: Educación sobre el RCM.....	68
Figura N° 26: Esquema del Grupo de Análisis RCM.....	69
Figura N° 27: Grupo de Mejora del RCM.....	70
Figura N° 28: Organigrama Funcional del Grupo de Mejora del RCM.....	71
Figura N° 29: Sistema de Codificación RCM.....	72
Figura N° 30: Falla Funcional.....	77
Figura N° 31: Gráfico de Anillos del Porcentaje de Funciones por Sub-sistema.....	82
Figura N° 32: Gráfico Circular del Porcentaje de Funciones del Sistema de Ventilador de Enfriamiento.....	82
Figura N° 33: Gráfico Circular del Porcentaje de Funciones del Cilindro Hidráulico.....	83
Figura N° 34: Gráfico Circular del Porcentaje de Funciones de la Válvula de Control.....	83
Figura N° 35: Gráfico de Columnas Apiladas de Riesgos por Sub-Sistemas.....	99
Figura N° 36: Gráfico de Columnas Apiladas de Riesgos por Sub-Sistemas.....	100
Figura N° 37: Diagrama de Decisión RCM.....	102
Figura N° 38: Diagrama del Registro de Consecuencias de Falla.....	103
Figura N° 39: Diagrama de Consecuencias de Falla.....	104
Figura N° 40: Criterios de Factibilidad Técnica.....	105
Figura N° 41: Preguntas “A falta de”.....	106
Figura N° 42: Gráfico de Columnas Apiladas de Decisión por Sub-Sistemas.....	111
Figura N° 43: Gráfico de Columnas Apiladas de Decisión por Sub-Sistemas.....	113
Figura N° 44: Diagrama de Pareto por Tareas Propuestas y Criticidad.....	117
Figura N° 45: Fotografías de la realización de las Tareas Propuestas.....	118
Figura N° 46: Comparativo de Resultados Finales.....	126
Figura N° 47: Comparativa de Disponibilidad.....	127
Figura N° 48: Indicadores de Disponibilidad.....	128



Figura N° 49: Comparativa de Rendimiento.....	129
Figura N° 50: Indicadores de Rendimiento.....	129
Figura N° 51: Comparativa de la Calidad.....	130
Figura N° 52: Indicadores de la Calidad.....	130
Figura N° 53: Comparativa de OEE.....	131
Figura N° 54: Indicadores del OEE.....	132
Figura N° 55: Histogramas- Indicador de Productividad.....	139
Figura N° 56: Histogramas- Indicador de Eficacia.....	140
Figura N° 57: Histogramas- Indicador de Eficiencia.....	142

## Resumen

La presente tesis se centró en mejorar la productividad del área hidráulica en la empresa Recolsa, la cual se dedica a la fabricación y/o reconstrucción de piezas y componentes para diversos sectores como minera, pesca, construcción, entre otros. En la empresa se aplicó el RCM (Reliability Centered Maintenance) que es una metodología que permite identificar las necesidades esenciales de los activos de la misma, principalmente en maquinaria y equipos, para asegurar un estado activo y continuo como se tuvo previsto. En su etapa inicial, la propuesta de utilizar la metodología RCM buscó, principalmente, la cooperación de los altos ejecutivos al cargo de la empresa para realizar un trabajo en conjunto y a todo nivel con sus colaboradores y técnicos. La etapa de implementación del RCM tuvo como antecedentes la presente metodología y los cimientos del RCM para asegurar la disponibilidad y confiabilidad. Finalmente, se realizó una etapa de afianzamiento de resultados que demostraron un incremento significativo de la productividad, eficacia, y eficiencia en el área de hidráulica de la empresa Recolsa.

**Palabras Clave:** Mantenimiento, RCM, productividad, eficacia, eficiencia.

## **Abstract**

This thesis focused on improving the productivity of the hydraulic area in the company Recolsa, which is dedicated to the manufacture and / or reconstruction of parts and components for various sectors such as mining, fishing, construction, among others. The company applied the RCM (Reliability Centered Maintenance) which is a methodology that allows identifying the essential needs of the assets of the same, mainly in machinery and equipment, to ensure an active and continuous state as planned. In its initial stage, the proposal to use the RCM methodology sought, mainly, the cooperation of senior executives in charge of the company to carry out joint work and at all levels with their collaborators and technicians. The implementation stage of the RCM had as its background the present methodology and the foundation of the RCM to ensure availability and reliability. Finally, a stage of consolidation of results was carried out that demonstrated a significant increase in productivity, efficiency, and efficiency in the hydraulic area of the company Recolsa.

**Keywords:** Maintenance, RCM, productivity, efficiency, efficiency.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, Marcial Rene, Zúñiga Muñoz docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "**Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la productividad del área hidráulica en la empresa Recolsa s.a, Callao, 2019**" del (los) autor (autores) **Machacuay Chagua Abner Misael y Taipe Mancha Elsa Elizabeth**, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin 25%, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 09 de diciembre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
<b>Zúñiga Muñoz, Marcial Rene</b> <b>DNI: 06105726</b> <b>ORCID: (ORCID:0000-0002-4058-064X)</b>	