

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Elaboración de un plan de mantenimiento basado en la  
confiabilidad RCM para una planta de reparación de  
componentes de maquinaria pesada ubicado en el distrito de la  
Joya en Arequipa**

Milagros Barbara Taipe Mamani

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Electricista

Arequipa, 2025

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Saul Willy Yanqui Yanque  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 13 de Junio de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

Elaboración de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad RCM para una planta de reparación de componentes de maquinaria pesada ubicado en el distrito de la Joya en Arequipa

**Autor:**

Milagros Barbara Taipe Mamani – EAP. Ingeniería Eléctrica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 10 SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original**  
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I:.....	1
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN .....	1
1.1 Datos generales de la institución.....	1
1.2 Actividades principales de la institución y/o empresa .....	2
1.3. Reseña histórica de la institución y/o empresa.....	2
1.4 Organigrama de la institución y/o empresa.....	3
1.5 Visión y misión .....	3
1.6 Bases legales o documentos administrativos.....	4
1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales .....	4
1.8 Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la institución y/o empresa....	6
CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	12
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional.....	12
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional .....	13
2.3. Objetivos de la actividad profesional .....	14
2.4. Justificación de la actividad profesional .....	14
2.5. Resultados esperados.....	15
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO .....	16
3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas.....	16
3.1.1 Mantenimiento Preventivo .....	16
3.1.2 Mantenimiento Correctivo .....	16
3.1.3 Mantenimiento Predictivo .....	16
3.1.4 Mantenimiento Centrado en la confiabilidad .....	16
CAPÍTULO IV.....	38
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES .....	38
4.1. Descripción de actividades profesionales.....	38
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales.....	38
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales .....	38
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales.....	38
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	39
4.3. Ejecución de las actividades profesionales .....	44
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas .....	44
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales .....	45
CAPÍTULO V: RESULTADOS .....	54
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.....	55

5.2. Logros alcanzados .....	63
5.3. Dificultades encontradas .....	63
5.4. Planteamiento de mejoras.....	63
5.4.2 Capacitación al personal.....	66
5.5. Análisis.....	67
5.6. Aporte del bachiller en el empresa y/o institución .....	72
CONCLUSIONES .....	74
RECOMENDACIONES .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la planta de reparación de componentes ubicado en el distrito de la Joya en Arequipa.....	1
Figura 2. División en dos grupos de las áreas y los talleres de la planta a cargo de mantenimiento. ...	5
Figura 3: Taller de reparación de componentes del proceso de armado y desarmado de componentes de maquinaria pesada. ....	6
Figura 4: Diagrama de flujo de las actividades a cargo del planificador de mantenimiento de planta. 7	
Figura 5: Diagrama del porcentaje de cumplimiento del plan semanal de mantenimiento de equipos por número de semana.....	9
Figura 6: Diagrama de número de veces que se no se realizó el mantenimiento de un equipo. ....	9
Figura 7: Gráfico de número correctivos de equipos clasificados por el tiempo de duración. ....	10
Figura 8: Diagrama de flujo con las actividades de mantenimiento enfocadas a la confiabilidad con la metodología RCM aplicado a los equipos.....	13
Figura 9: Disponibilidad promedio de equipos por taller en el periodo 2023, no se cumple con el objetivo, el cual debe es mayor al 95 %.....	14
Figura 10. Ejemplo de Diagrama de Decisión. ....	21
Figura 11: Matriz de Decisiones RCM .....	22
Figura 12: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa de la falla de una bomba de la lavadora industrial. Tomado de Ferreyros. ....	23
Figura 13: Celda de media tensión Ormazabal. ....	25
Figura 14: Elementos principales de las celdas modulares y compactas. ....	26
Figura 15: Esquema de celda cgmcosmos.....	26
Figura 16: Partes de un transformador seco. ....	29
Figura 17: Conexiones para la prueba de resistencia de aislamiento. ....	31
Figura 18: Índice de Polarización. Gráfica Tiempo – Resistencia.....	32
Figura 19: Cuarto de tableros de baja tensión. Tomada de CRC La Joya.....	33
Figura 20: Esquema de conexión en campo Resistencia de Contactos a Interruptores de baja tensión .....	34
Figura 21: Medición de resistencia en pozos a tierra .....	35
Figura 22: Tren de fuerza – motor. ....	36
Figura 23: Absorbedor de dinamómetro .....	36
Figura 24: Grado de criticidad de un equipo de acuerdo con el valor obtenido en la matriz. ....	41
Figura 25: Encabezado de la Hoja de análisis para un sistema, equipo/subsistema.....	41
Figura 26: Matriz de Decisiones RCM .....	42
Figura 27: Ejemplo de Hoja de Resultados .....	43
Figura 28: Placa de Datos de la celda de media tensión. ....	47

Figura 29: Información de equipo Subestación Celda de Media Tensión en SAP PM.....	47
Figura 30: Placa de Datos del transformador seco. ....	48
Figura 31: Información de equipo Transformador Seco 1 .....	48
Figura 32: Información de equipo Dinamómetro1 .....	49
Figura 33: Diagrama unifilar de la subestación 1 de la planta de reparación de componentes.....	55
Figura 34: Porcentaje y cantidad por tipo de equipo según su criticidad. ....	55
Figura 35: Disponibilidad promedio de equipos del taller CRC por mes en el año 2024. ....	68
Figura 36: Disponibilidad promedio de equipos del área de RTD/ Lavado por mes en el año 2024. .	68
Figura 37: Clasificación de Causa Raíz de las fallas producidas en los equipos de planta. ....	69
Figura 38: Número de correctivos por mes y horas acumuladas en el año 2023 dividido por áreas, color naranja el taller del CRC y gris para el área de RTD/LAVADO. ....	69
Figura 39: Número de correctivos por mes y horas acumuladas en el año 2024. ....	70
Figura 40: Comparación del porcentaje de gastos de mantenimiento por área para el año 2023 y 2024.....	71
Figura 41: Costo de horas hombre por paradas de equipos críticos. ....	72
Figura 42: Gráfico en azul el costo de la implementación evaluado en 3 años en rojo el beneficio que se obtiene al aplicar el mantenimiento RCM en los equipos críticos de la planta. ....	72
Figura 43: Comparación de disponibilidad promedio de equipos por año.....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de consecuencias de fallos y el impacto que genera .....	19
Tabla 2: Modelo de las 7 preguntas y etapas del RCM.....	20
Tabla 3: Definición de los códigos alfanuméricos para transformadores secos.....	29
Tabla 5: Tabla de Factor de corrección para la resistencia de aislamiento .....	32
Tabla 6: Matriz de criticidad para un equipo propuesto por Alejandro Pistarelli .....	41
Tabla 7: Evaluación de la Matriz de Criticidad para la Celda de Media tensión como un sistema. ...	45
Tabla 8: Evaluación de la Matriz de Criticidad para el Transformado Seco Encapsulado .....	45
Tabla 9: Evaluación de la Matriz de Criticidad para el Dinamómetro 1 .....	46
Tabla 10: Hoja de Análisis para la Celda de Media tensión ubicada en la Subestación 1 de la planta .....	49
Tabla 11: Hoja de Análisis para el Transformador Seco encapsulado de 1MVA y 2MVA.....	51
Tabla 12: Hoja de Análisis para el Absorbedor ubicado en el dinamómetro 1.....	53
Tabla 13: Resumen de la matriz de criticidad de los equipos de planta para el Grupo 1.....	56
Tabla 14: Hoja de Resultados para la Celda de Media Tensión.....	59
Tabla 15: Hoja de Resultados para el Transformador de 1MVA y 2MVA.....	60
Tabla 16: Hoja de Resultados para el Absorbedor ubicado en el dinamómetro 1.....	62
Tabla 17: Plan de mantenimiento RCM para la celda de media tensión.....	64
Tabla 18: Plan de mantenimiento RCM para los transformadores secos .....	65
Tabla 19: Plan de mantenimiento RCM para absorbedor de Dinamómetro 1. ....	65
Tabla 20: Programa de capacitación para técnicos de mantenimiento.....	66
Tabla 21: Costo de las actividades propuesta para el mantenimiento RCM. ....	71

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Diagrama unifilar de la subestación .....	78
ANEXO 2: Análisis de criticidad por tipo de equipo.....	80
ANEXO 3: Protocolo de pruebas .....	85
ANEXO 4: Lista de correctivos periodo 2023 .....	89
ANEXO 5: Autorización de uso de información de empresa.....	92

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional, que lleva por título “*Elaboración de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad RCM para una planta de reparación de componentes de maquinaria pesada ubicada en el distrito de la Joya en Arequipa*”, tiene como principal objetivo incrementar la disponibilidad de los equipos altamente críticos de la planta, mediante la elaboración de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad través de la metodología RCM, debido que en el año 2023 el área no cumplió con este objetivo. Para llevar a cabo esta implementación, se analizó la situación actual del área de mantenimiento, recopilando información de los distintos equipos de planta con la finalidad de evaluar las condiciones de operación, los impactos que generan tanto en seguridad como en calidad, el historial de fallas y la información de los indicadores de gestión que permiten analizar el cumplimiento de los objetivos del área para la empresa. La metodología utilizada para determinar la criticidad de los equipos fue la matriz de análisis donde se evalúa el peso de 9 factores multiplicado por el impacto que este generaría, para, luego, aplicar la metodología basada en la confiabilidad RCM a los principales equipos críticos, obteniendo como primer sistema crítico las celdas de media tensión de la subestación, los transformadores secos y posteriormente el absorbedor del dinamómetro, todos ellos activos del taller principal de la planta. Se presentaron las siguientes mejoras: la lista de clasificación de los equipos de planta, identificando a los equipos altamente críticos para las áreas a cargo, luego, se desarrollan las hojas de análisis, las hojas de resultados y los planes de mantenimiento basados en la metodología de RCM aplicados en el periodo 2024. Finalmente, se concluye que la implementación es viable ya que la disponibilidad de equipos críticos aumentó considerablemente en el año 2024 con respecto al año 2023, además, se obtuvo como resultado un beneficio alto en comparación al costo de la implementación.

**Palabras clave:** equipos de planta, criticidad de equipos, mantenimiento RCM.