



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y
MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD
DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA
CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WANDER QUISPE RAMOS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y
MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD
DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA
CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WANDER QUISPE RAMOS

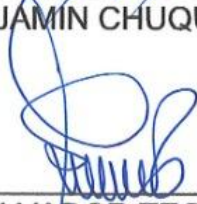
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

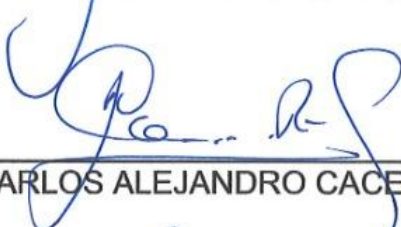
PRESIDENTE

: 
Dr. BENJAMÍN CHUQUIMAMANI QUINTO

PRIMER MIEMBRO

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. CARLOS ALEJANDRO CÁCERES VARGAS

ASESOR DE TESIS

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1503-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 10938 presentado por el (la) Bachiller: **WANDER QUISPE RAMOS** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **WANDER QUISPE RAMOS**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- * **1er Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEOODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

ARTICULO TERCERO.- APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **WANDER QUISPE RAMOS**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 19 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - EPIME

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. OSCAR Y VILAMONTE CALLA
DECANO (e)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCION DECANAL N° 1236-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 09 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 8589, presentado por el señor (a) **WANDER QUISPE RAMOS** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la RESOLUCIÓN DECANAL N° 729-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 705-2025-D-UI-FICP-UANCV Aprobación del INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **WANDER QUISPE RAMOS** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulada: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la RESOLUCIÓN DECANAL N° 729-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 705-2025-D-UI-FICP-UANCV Aprobación del INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS).

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulada: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **WANDER QUISPE RAMOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulada: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, se le asigna como:

ASESOR: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASD. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc:
Archivo 2025
Interesado (a)



**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 729-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 05 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 8717, presentado el señor (a) **WANDER QUISPE RAMOS** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 645 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 014 -2024 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **WANDER QUISPE RAMOS** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 014 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **WANDER QUISPE RAMOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790cc.
Archivo 2024
Interesado (a)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
M. Cirán Parillo Gosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	17%	6%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	1library.co Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	www.przetargi.info Fuente de Internet	1%
7	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Deerfield High School Trabajo del estudiante	1%
10	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios - UANCV

Título de la Tesis	
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	WANDER QUISPE RAMOS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45324450
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-3510-6154
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Departamento: PUNO Provincia: MELGAR Distrito: ANTAUTA Longitud oeste: -14.494072 Latitud sur: -70.344607  URL: https://maps.app.goo.gl/sFsemPLwpf5eBBif8
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 – Febrero 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00 Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02
- Librería	



CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WANDER QUISPE RAMOS, identificado con DNI
Nro. 45324450, en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico
denominada:

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA
MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA
CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024

Asesorado por: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 06 de ENERO del 2026



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres, quienes han sido mi mayor fortaleza. Gracias por su amor constante, por cada sacrificio callado y por mostrarme, a través de sus actos, el verdadero significado del esfuerzo y la constancia.

A mi familia, por su apoyo constante, por las palabras de aliento en los momentos de duda y por confiar en mí incluso cuando yo titubeaba.

A mis amigos verdaderos, que estuvieron presentes en los momentos difíciles y celebraron conmigo cada pequeño logro.

Y a mí mismo, por no rendirme.



AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a Dios, por brindarme la fortaleza, la salud y la claridad necesarias para alcanzar esta meta significativa en mi vida.

A mi asesor de tesis por su guía, paciencia y exigencia académica, que me ayudaron a crecer tanto profesional como personalmente. Sus observaciones y conocimientos fueron clave en el desarrollo de este trabajo.

A los docentes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica por compartir sus saberes con pasión y compromiso, y por dejar una huella indeleble en mi formación.

A mis compañeros de estudio, con quienes compartí no solo clases y trabajos, sino también sueños, desafíos y aprendizajes.

Finalmente, gracias a todas las personas que, de una u otra manera, aportaron a este camino. Este logro también es de ustedes.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema	12
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1. Problema General	14
1.2.2. Problemas Específicos	14
1.3. Justificación	14
1.4. Objetivos	15
1.4.1. Objetivo General	15
1.4.2. Objetivos Específicos	15
1.5. Importancia	15
1.6. Limitaciones	16



1.7. Hipótesis.....	16
1.7.1. Hipótesis General	16
1.7.2. Hipótesis Específicas	16
1.8. Operacionalización de variables.....	16

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.....	18
2.1.1. A nivel internacional	18
2.1.2. A nivel Nacional.....	20
2.1.3. A nivel local	22
2.2. Marco teórico.....	23
2.2.1. Mantenimiento	23
2.2.2. Metodología AMEF	23
2.2.3. Tipo de AMEF (análisis de modos y efecto de fallas).....	26
2.2.4. Implementación de AMEF	26
2.2.5. Establecer el grado de severidad.....	29
2.2.6. Establecer el grado de ocurrencia	30
2.2.7. Establecer el grado de detección.....	31
2.2.8. Tabular los números de prioridad de riesgo. NPR.....	32
2.2.9. Grúa articulada	32
2.2.10. Curva P – F.....	33
2.2.11. Indicadores de mantenimiento	33



2.2.12. Disponibilidad.....	34
2.3. Marco conceptual	34
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA	
3.1. Método de investigación.....	35
3.1.1. Tipo de investigación	35
3.1.2. Nivel de investigación	35
3.2. Ámbito de investigación.....	35
3.3. Población y muestra	36
3.3.1. Población	36
3.3.2. Muestra	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de información.....	37
3.4.1. Técnicas.....	37
3.4.2. Instrumentos	37
3.5. Recogida de datos	37

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación	38
4.2. Análisis e interpretación.....	38
4.2.1. Cálculo de disponibilidad	40
4.2.2. Análisis de modos y efecto de fallas de la grúa articulada	47
4.2.3. Determinación de nueva disponibilidad de la grúa articulada	62



4.3. Discusión	65
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	71
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	72
Anexo 2. Instrumentos.....	73



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	17
Tabla 2. Horas detenidas y numero de paradas de la grúa articulada desde Setiembre 2024 – Febrero 2025.....	39
Tabla 3. Tiempo de evaluación de la grúa articulada desde Setiembre 2024 – Febrero 2025.....	41
Tabla 4. Tiempo de operación de una grúa articulada comprendida desde Setiembre 2024 – Febrero 2025.....	42
Tabla 5. Tiempo medio entre fallas de grúa articulada.....	43
Tabla 6. Tiempo medio de reparaciones de grúa articulada.....	44
Tabla 7. Disponibilidad de grúa articulada	45
Tabla 8. Componentes de una grúa articulada	47
Tabla 9. Severidad de la grúa articulada.....	50
Tabla 10. Ocurrencia de la grúa articulada	53
Tabla 11. Detección de grúa articulada.....	56
Tabla 12. Numero de prioridad de riesgo	58
Tabla 13. Nivel de criticidad según el numero de prioridad de riesgo (NPR)	60
Tabla 14. Subsistemas con nivel de criticidad medio.....	61
Tabla 15. Mantenimiento preventivo de grúa articulada.....	61
Tabla 16. Horas detenidas y paradas que se debieron dar entre los meses de Setiembre 2024 – Febrero 2025.....	62
Tabla 17. Nuevos indicadores de MTBF y MTTR según mantenimiento preventivo	63
Tabla 18. Comparación de disponibilidad real y nueva	63



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de metodología AMEF	25
Figura 2. Metodología AMEF	28
Figura 3. Tabla para calificación de criterio de severidad	29
Figura 4. Tabla para calificación de criterio de ocurrencia	30
Figura 5. Tabla para calificación de criterio de detección	31
Figura 6. Grúa articulada	32
Figura 7. Curva P – F	33
Figura 8. Ciudad de Antauta donde se encuentra ubica la empresa Corporación Ramis	36
Figura 9. Gráfica de horas detenidas desde Setiembre 2024 – Febrero 2025 de una grúa articulada.....	39
Figura 10. Gráfica de Número de paradas desde Setiembre 2024 – Febrero 2025 de una grúa articulada.....	40
Figura 11. Gráfico de disponibilidad de grúa articulada	46
Figura 12. Cuadro de criterio de severidad	49
Figura 13. Cuadro de criterio de ocurrencia	52
Figura 14. Cuadro de criterio de detección.....	55
Figura 15. Gráfico de cantidad de subsistemas según el nivel de criticidad.....	60
Figura 16. Grafica comparativa de la disponibilidad de la grúa articulada.....	64



RESUMEN

La grúa articulada se utiliza principalmente para levantar y transportar cargas, si esta falla en el trabajo las consecuencias pueden ser graves como daños de materiales, accidentes de personal. Para mejorar problemas mencionados se requiere un mantenimiento para asegurar su funcionamiento seguro y eficiente así como para prolongar su vida útil y costos innecesarios; por ende, el propósito de la presente tesis es la aplicación de la metodología de análisis de modos y efecto de fallas para mejorar disponibilidad de una grúa articulada de la empresa corporación Ramis de Antauta; como metodología se aplicó el análisis de modos y efecto de fallas (AMEF) considerando los indicadores de mantenimiento, se obtiene el numero prioritario de riesgos (NPR) de acuerdo a la evaluación se plantea mantenimiento preventivo. Se llega a las siguientes conclusiones: Al realizar la determinación de los indicadores de mantenimiento de la grúa articulada en un periodo de 6 meses comprendido entre los meses de Setiembre del 2024 a Febrero del 2025. Se observa una disponibilidad promedio de 97%. Se realizó la aplicación de la metodología de análisis de modos y efecto de fallas de cada uno de los subsistemas de la grúa articulada, determinando el nuero de prioridad de riesgos, resultando 4 componentes con nivel de criticidad medio de 144

Palabras claves: Metodología, fallas, efectos, disponibilidad, grúa articulada



ABSTRACT

The articulated crane is mainly used to lift and transport loads, if it fails in operation the consequences can be serious such as material damage, personnel accidents. In order to improve the above difficulties, it is needed to maintain to ensure safe and effective operation, as well as extend the life of useful use and reduce unnecessary costs; Therefore, the purpose of this thesis is to use the means of analysis and methodology to analyze the effects to improve the available company cranes of the joints of RAMIS -DE -TEUTIAN; Failure and effect analysis (FMEA) have been used as a method, taking into account the service index, the priority risk number (PRN) is obtained according to the evaluation, preventive maintenance is proposed. The following conclusions are reached: When determining the maintenance indicators of the articulated crane in a period of 6 months between the months of September 2024 to February 2025. An average availability of 97% is observed. The failure mode and effect analysis methodology were applied to each of the articulated crane subsystems, determining the risk priority number, resulting in four components with an average criticality level of 144.

Keywords: Methodology, failures, effects, availability, articulated crane



INTRODUCCIÓN

Las grúas hidráulicas articuladas son equipos montados sobre camiones que operan mediante sistemas hidráulicos, permitiendo levantar y mover cargas pesadas con seguridad. Su estructura cuenta con un brazo articulado equipado con gancho, polea y pinza conectados al cable del winche. Los trabajos que realiza una grúa son: levantamiento de cargas, carga y descarga de materiales, montaje de estructuras, izaje de postes de electrificación, mantenimiento de equipos, construcción de infraestructuras, manejo de contenedores, levantamiento de maquinaria y trabajos en espacios confinados

El mantenimiento de grúas hidráulicas es crucial para asegurar su funcionamiento seguro y eficiente, prevenir fallas, prolongar su vida útil y cumpliendo con las normas de seguridad. Como inspecciones visuales, prueba de sistemas, lubricación, cambios de aceite y filtros y ajustes de componentes que forman la estructura de la grúa y camión

En el campo de mantenimiento de maquinarias la metodología de análisis de modos y efecto de fallas (AMEF) es una herramienta importante que accede nivelar de forma proactiva los posibles fallos en una grúa, sus causas y efectos, para así poder implementar medidas preventivas y correctivas que mejorar su fiabilidad, seguridad y disponibilidad por ende el interés de la realización de este trabajo de investigación es Aplicación de la metodología de análisis de modos y efecto de fallas para mejorar disponibilidad de una grúa articulada de la empresa corporación Ramis de Antauta.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

A nivel global, Aguirre (2019) destaca la relevancia de la metodología FMEA en el contexto de los sistemas de mantenimiento implementados en Colombia, especialmente por su contribución al aumento de la disponibilidad operativa. Esta metodología ofrece una guía estructurada para monitorear y evaluar el estado de los equipos o sistemas, basándose en el nivel de riesgo asociado a posibles fallas. En esencia, se trata de un análisis que identifica los modos de fallo dentro de un proceso productivo, así como las consecuencias que estos pueden generar. Bajo este enfoque, los riesgos se clasifican en tres categorías: los de menor impacto, que generan pérdidas funcionales parciales y requieren poco tiempo y recursos para solucionarse; los riesgos intermedios, que también afectan parcialmente el sistema, pero demandan mayor inversión en tiempo y costos; y los de alto impacto, que provocan una detención total del sistema, con consecuencias económicas significativas. Por tanto, se reconoce que el FMEA es una herramienta clave para analizar los procesos productivos y promover mejoras que minimicen las pérdidas.

En el ámbito nacional, Ypanaqué, Chucuya y Esquivel (2017) analizan la disponibilidad operativa de una grúa con capacidad de 50 toneladas, pieza clave dentro del proceso productivo de la empresa estudiada. Para llevar a cabo dicha evaluación, es indispensable contar con un mecanismo que permita identificar los factores críticos que podrían generar fallos o interrupciones en el funcionamiento de la grúa. En este contexto, resulta provechoso el uso de una matriz con fichas de registro de datos que facilite el seguimiento detallado. Asimismo, se destaca la relevancia de establecer un sistema de mantenimiento organizado, apoyado en metodologías reconocidas como el FMEA o el mantenimiento preventivo, dado que depender exclusivamente de intervenciones correctivas no garantiza la prevención de fallas futuras ni la reducción efectiva de riesgos. Otro aspecto relevante es la necesidad de reducir los elevados costos asociados a las reparaciones de estos equipos, lo que justifica que las inversiones en este ámbito se planifiquen con una visión de mediano y largo plazo.

En el sector automotriz de la región de Puno, es común que el mantenimiento correctivo no se lleve a cabo de manera oportuna, ya que muchas veces los vehículos son atendidos solo cuando ya presentan fallos evidentes. Esta práctica genera no solo interrupciones en las operaciones, sino también un impacto negativo en la productividad y un incremento considerable en los costos.

Por ello se propone como se puede determinar la influencia de la metodología AMEF en la disponibilidad

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿De que manera se puede aplicar la metodología análisis de modo y efecto de fallas para mejorar la disponibilidad de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta, 2024?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1: ¿Cómo se puede determinar el estado de la grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta?

P.E.2: ¿De que manera se puede desarrollar la metodología análisis de modo y efecto de fallas en la disponibilidad de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta?

P.E.3: ¿Cómo se puede determinar la disponibilidad y costo de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta?

1.3. Justificación

Este estudio se enfocará en un análisis detallado de la metodología AMEF, abordando tanto los procedimientos para su implementación como los criterios fundamentales que permiten mejorar la disponibilidad operativa y sus distintas dimensiones. En este sentido, la investigación se sustenta en una base teórica sólida que respalda su enfoque y relevancia.

La investigación tiene como propósito principal optimizar la disponibilidad de las grúas, un aspecto que incide directamente en las condiciones operativas de la empresa analizada, al formar parte esencial de su contexto real. Por ello, se

respalda en una justificación práctica que evidencia la necesidad de intervenir en esta problemática concreta.

Este trabajo tiene el potencial de convertirse en una referencia fundamental para futuras investigaciones vinculadas a la disponibilidad operativa y al uso de la metodología AMEF, considerando que se trata de una problemática común que impacta a numerosas empresas. Además, es un tema recurrente dentro de los procesos de mejora abordados en las distintas ramas de la ingeniería.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

Aplicar la metodología análisis de modo y efecto de fallas para mejorar la disponibilidad de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta, 2024

1.4.2. *Objetivos Específicos*

O.E.1: Determinar el estado de la grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta

O.E.2: Desarrollar la metodología análisis de modo y efecto de fallas en la disponibilidad de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta

O.E.3: Determinar la disponibilidad y costo de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta

1.5. Importancia

La importancia de este trabajo de investigación es mejorar la disponibilidad de la grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta mediante el



análisis de modos y efecto de fallas. Esto reducirá costos innecesarios de mantenimiento

1.6. Limitaciones

Una de las limitaciones es que no se pudo realizar el análisis de modos y efecto de fallas en un periodo de tiempo mayor

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis General

Si aplica la metodología análisis de modo y efecto de fallas, entonces se podrá evaluar la disponibilidad de la grúa articulada

1.7.2. Hipótesis Específicas

H.E.1: Si se determina el estado de la grúa articulada se podrá aplicar la metodología análisis de modo y efecto de fallas

H.E.2: Si se aplica la metodología análisis de modo y efecto de fallas entonces se podrá conocer la disponibilidad grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta

H.E.3: Si se determina la disponibilidad de la grúa entonces se podrá dar soluciones para su mejora

1.8. Operacionalización de variables



Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Índice
Variable independiente			
Análisis de modos y efecto de fallas (AMEF)	NPR (Numero de prioridad de riesgo)	Severidad	Aceptable
		Ocurrencia	Inaceptable
		Detección	
	Número de paradas	Horas	Horas
Variable dependiente			
Disponibilidad de grúa articulada	Disponibilidad	MTBF (Tiempo medio entre fallas)	Horas
		MTTR (Tiempo medio de reparaciones)	Horas

Nota. Propia



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *A nivel internacional*

(Macias, 2017). En su tesis de grado titulada “Análisis de modo y efecto de falla de los procesos de producción de la empresa Mecanizados Vallejo Vargas CÍA. LTDA.” el autor aborda cómo la aplicación del AMEF influye claramente en el desempeño productivo de la organización.” Después de analizar la situación con metodología AMEF y por la falta de datos históricos es evidente la recurrencia de errores en el proceso de producción, porque en vez de existir una mejora se evidencia un empeoramiento con el tiempo

(Barreto y otros, 2018). En su tesis de grado “Aplicación de metodología de AMEF en mantenimiento de prensa hidráulica para ensamble de ejes pesados en Zoficol”. Con la metodología del AMEF se puede realizar el mejoramiento continuo de la planta mediante la planeación, programación, ejecución y control; Se lleva a cabo un análisis enfocado en identificar fallas emergentes que pueden ser corregidas a tiempo, lo que permite añadir valor al servicio de mantenimiento

ofrecido. Esta estrategia contribuye significativamente a disminuir los costos asociados a paradas imprevistas, la adquisición no planificada de repuestos, la pérdida de producción y otros eventos no deseados que afectan la eficiencia operativa.

(Villate, 2022). En su tesis de grado titulada "Efectividades y seguridades de 2 Sistemas de Gestión del Riesgo Clínico (Modo a prueba de fallas y errores - AMFE y Método de mejora continuo de la calidad - MMCC) en la prevención de eventos adversos en pacientes hospitalizados: El autor examina comparativamente la eficiencia de ambos enfoques para reducir incidentes reportables dentro del entorno hospitalario." El autor llegó a los siguientes resultados: se sugiere que los sistemas de gestión de riesgos clínicos (SGRC) pueden tener un impacto positivo en disminución de los eventos reportables en la atención médica. Sin embargo, debido a la baja calidad de evidencia disponible, no es posible la determinación con certeza de la efectividad y seguridad de este sistema. Por lo que se necesita más información y/o investigaciones con metodologías más rigurosas para una adecuada evaluación del impacto de los SGRC en seguridad del paciente y determinar su factibilidad, sostenibilidad y costos a largo plazo.

(Maya, 2018). En su tesis de grado "Aplicación de RCM como estrategias de implementaciones de los mantenimientos predictivos para la metodología TPM". Para la construcción de la matriz de criticidad de los equipos se considera premisas y valoraciones del área de mantenimiento, evaluando desde diferentes puntos de perspectivas como son la seguridad, la calidad, el impacto ambiental, entre otros aspectos

(Astudillo & Criollo, 2022). En su estudio “Análisis del modo y efecto de fallo (AMEF) para la empresa Tedasa S.A.”. El autor concluye que logro formar las situaciones donde existen 33 vehículos, Según análisis de NPR, 7 de ellos tienen un nivel medio y los restantes un nivel bajo.

2.1.2. A nivel Nacional

(Vasquez, 2021). En su investigación “Impacto de la aplicación de la metodología AMEF en la mejora de la disponibilidad operativa de las grúas telescópicas modelo R9130-2 en la empresa Cosmos S.A.” El autor concluye que hubo una mejora significativa de la disponibilidad de la maquinaria después de la implementación de ciertas medidas o pruebas. La disponibilidad promedio antes de la prueba fue de 87.5% y después de la prueba fue de 96.7%. Además hubo mejoras en otros indicadores como el tiempo promedio entre fallas que aumento de 34.10 horas a 102.91 horas y el tiempo promedio de reparaciones se redujo de 4.85 horas a 2.75 horas.

(Peña, 2020). En su tesis de grado titulada “Mejora de los procesos productivos mediante la aplicación combinada del balanceo de línea y el análisis modal de fallos y efectos (AMEF) para potenciar la productividad en el sector manufacturero.” el autor seleccionó 37 estudios pertinentes, tras revisar un total de 100 trabajos, basándose en criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Los resultados evidencian que la aplicación conjunta del estudio de modos y efectos de fallas (AMEF) y el balanceo de línea contribuyó significativamente a mejorar el proceso productivo y a elevar los niveles de productividad en las industrias donde estas metodologías fueron implementadas.

(Ruiz, 2023). En su tesis de grado “Evaluación de la disponibilidad operativa de la excavadora hidráulica modelo 320D2L mediante la aplicación de la metodología AMEF en el consorcio vial Rutas de Ayacucho – SACYR.” El autor concluye que una solución razonable sería la configuración de parámetros de mantenimiento según recomendaciones del fabricante para un óptimo funcionamiento. Se realiza la evaluación de las maquinarias considerando que no existe fallas de NPR inaceptables. Finalmente, a la disponibilidad considerando el mantenimiento preventivo es de 69% anual; se observa un incremento del 8% respecto al escenario real

(Mosquera, 2022). En su tesis de grado titulada “Diseño de un plan de mantenimiento basado en la metodología AMEF para mejorar la disponibilidad mecánica del scoop R1600H en la unidad minera Andahuaylas”, el autor concluye que la aplicación de la metodología AMEF permitió diseñar un plan de mantenimiento efectivo, logrando aumentar la disponibilidad mecánica del equipo del 82% al 91%.

(Pezo, 2023). En la tesis de grado titulada “Aplicación de las metodologías Lean Manufacturing 5S y AMEF para optimizar el proceso de despacho de planchas y perfiles en una empresa distribuidora de acero en Lima, 2021.” se aborda cómo la integración de ambas metodologías contribuyó a optimizar el proceso de despacho, mejorando la eficiencia operativa dentro de la organización. Para un mayor análisis se utilizaron los instrumentos de gestión como el diagrama de Pareto e ishikawa donde la más alta puntuación de 50 se obtuvo en la ubicación de material seguidamente en espacio de almacén con una puntuación de 42 y finalmente desorden de material con una puntuación de 38; al implementar AMEF se obtuvieron mejoras en productividad, eficacia y eficiencia de la empresa

2.1.3. A nivel local

(Huarcaya, 2023). En su tesis de grado "Optimización de la gestión de mantenimiento mediante la aplicación de la metodología AMEF en la Municipalidad Provincial de Puno, año 2022". Para el estudio se considera una población de 30 equipos de la municipalidad; para la recopilación de los datos se manejó una ficha técnica como instrumento y la observación directa. Finalmente se obtuvo una disponibilidad mensual de equipos de 92% considerando que cada turno tiene 10 horas programadas.

(Chino, 2018). En su tesis de grado titulada "Evaluación de la criticidad de los equipos en la planta del centro de inspección técnica vehicular AZPER Perú SAC en Juliaca y diseño de un plan de mantenimiento fundamentado en la confiabilidad.", El autor lleva a cabo un análisis exhaustivo del estado operativo de los equipos, con el propósito de determinar cuáles son los componentes de mayor criticidad. Con base en esta evaluación, se diseña un plan de mantenimiento preventivo enfocado en optimizar la disponibilidad y la confiabilidad de la planta. Es importante mencionar que esta instalación está situada en el distrito de Juliaca, a una altitud de 3,825 msnm.

(Yana, 2023). En la tesis de grado titulada "Elaboración de un plan de mantenimiento orientado a la confiabilidad para asegurar la disponibilidad de motorreductores SEW de 5.5 a 45 kW en el área de chancado de la Unidad Minera San Rafael.", Los equipos presentaron un nivel bajo de disponibilidad, alcanzando solo un 96.77%, debido a constantes fallas y paradas por trabajos de mantenimiento. Sin embargo, tras la implementación de un plan de mantenimiento fundado en la confiabilidad (RCM), que incluyó 45 actividades preventivas, se logró incrementar la disponibilidad operativa al 98.45% en el periodo siguiente.

(Pacori & Mamani, 2018). En la tesis de grado titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos e instalaciones en la planta de producción de la empresa Ladrillera El Diamante S.A.C., ubicada en Arequipa.”, el autor concluye que para lograr una disponibilidad del 96% es fundamental asegurar la ejecución efectiva del plan de mantenimiento preventivo, especialmente enfocado en los equipos considerados más críticos dentro del proceso productivo.

(Huarilloclla, 2023). En la tesis de grado titulada “Desarrollo e implementación de un catálogo de fallas para optimizar el mantenimiento preventivo de equipos pesados en el proyecto de exploración subterránea de la Unidad Minera Yanacocha – 2020.”, se recomienda la creación de un catálogo de fallas como medida para mejorar la confiabilidad de los componentes, logrando un incremento del 4.6%. Además, se reportaron beneficios económicos significativos, con un ahorro del 1.025% en un periodo de ocho meses, y una disminución del 4% en la cantidad de órdenes de mantenimiento emitidas.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Mantenimiento

El objetivo principal es asegurar que las máquinas y equipos se conserven en condición óptima de funcionamiento, permitiendo así la prestación eficiente de un servicio de calidad. (Astudillo & Criollo, 2022)

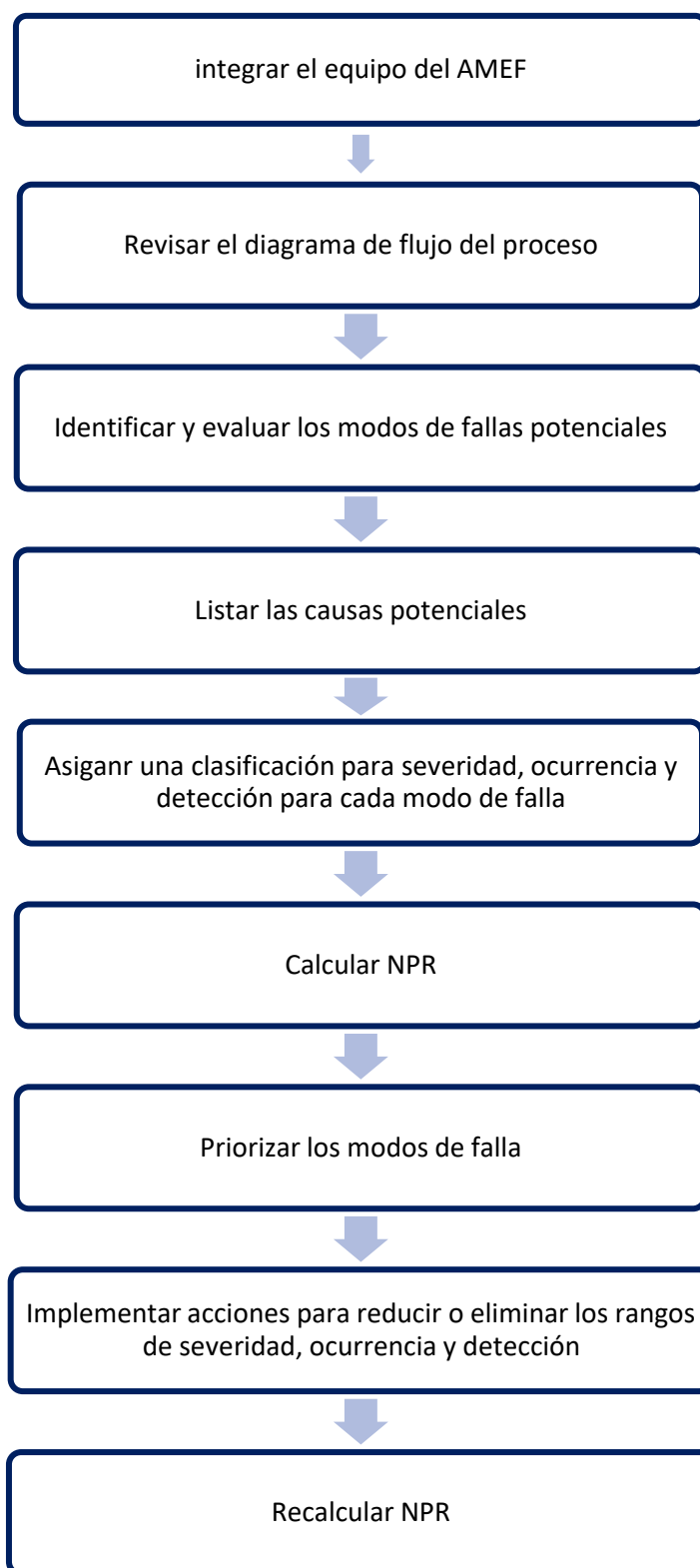
2.2.2. Metodología AMEF

La metodología de análisis de modo y efecto de fallas es una técnica que advierte posibles fallos con el fin de prevenir. (Campos y otros, 2023)



(Campos y otros, 2023). Asimismo, esta metodología permite la detección de fallas en diversos procesos para asegurar la calidad mediante un análisis sistemático, se considera un método analítico. Sus objetivos principales son los siguientes:

- Evaluar el efecto de cada modo de falla en el proceso o sistema
- Determinar la probabilidad de ocurrencia de cada modo de falla
- Establecer prioridades para implementación de acciones correctivas y preventivas.
- Identificar los modos de falla potenciales en un proceso o sistema

Figura 1*Diagrama de flujo de metodología AMEF**Nota.* (Perez y otros, 2020)

2.2.3. Tipo de AMEF (análisis de modos y efecto de fallas)

Esta metodología es adaptable a distintos tipos de procesos y sectores, ya que su aplicación sigue un enfoque uniforme independientemente de la variante analizada. Su fundamento radica en identificar, cuantificar y calificar los efectos generados por las fallas, con el objetivo de establecer prioridades en las acciones correctivas o preventivas a implementar.

- Producto: Al realizar el AMEF a un producto sirve para prevenir posibles fallos que se dan en el diseño
- Procesos: el propósito de la realización de un AMEF dentro de un proceso es detectar y/o prevenir posibles fallas
- Sistemas: Cuando el AMEF es aplicado al sistema ayuda a prevenir posibles fallos al sistema.

2.2.4. Implementación de AMEF

Fase 1: Determinación del objetivo y alcance del AMEF

Para ello se tiene que tener claro el objetivo y alcance del análisis, se debe contar con una información completa detallada del historial de fallas, funcionamiento de software requisitos de sistema. Asimismo, se debe identificar el proceso que será evaluado.

Fase 2: Conformación de un equipo multidisciplinario

La conformación de un equipo de trabajo multidisciplinario resulta clave para realizar un análisis eficaz mediante la metodología AMEF. Este grupo debe incluir especialistas en AMEF, desarrolladores de software, ingenieros de sistemas y usuarios finales. La combinación de distintas áreas de conocimiento y puntos de

vista facilita la detección de posibles fallas desde múltiples enfoques, garantizando una evaluación integral de todos los aspectos del sistema de software.

Fase 3: Identificaciones de modos de fallo

El propósito de esta fase es la identificación de modos de fallos potenciales en el sistema del software; se debe realizar una evaluación minuciosa de toda la documentación y el reporte de las fallas. El equipo debe tener como meta identificar todas las maneras posibles de fallo desde un error hasta un fallo de interacción

Fase 4: Determinación de efectos y causas de los fallos

En esta fase se determinan las causas y efectos de cada falla que se identificó anteriormente; el equipo debe de identificar que fallos pueden afectar al sistema o tener causas subyacentes, todo ello mediante el uso de herramientas como el análisis de causas

Fase 5: Evaluaciones de la severidad, ocurrencia y detección de fallos

Una vez identificado el modo de fallo se evalúa según términos de severidad, ocurrencia y detección en donde el criterio de severidad mide el impacto de la falla, el criterio de ocurrencia mide la posibilidad de que ocurra la falla y el criterio de detección es la capacidad para identificar la falla antes de que ocurra estos, se evalúan dentro de un rango del 1 al 10 son utilizados para establecer el número de prioridad de riesgo.

Fase 6: Priorización de los fallos

Una vez determinado el número de procedencia de riesgo se prioriza el componente de mayor riesgo, ya que se evalúa según riesgo alto, medio y bajo, se

debe dar mayor enfoque a los componentes de mayor riesgo para dar una solución que disminuya.

Fase 7: implementaciones de medidas correctivas y preventivas

Se deben implementar o desarrollar medidas correctivas y preventivas para cada falla prioritaria; estas deben de estar diseñados para eliminar o disminuir el riesgo de cada falla, es importante la asignación de responsabilidad, formar fechas de realización y definición de recursos necesarios para estas medidas.

Fase 8: Revisión y Seguimiento

Por último, se debe monitorear las medidas que han sido implementadas para una evaluación de su efectividad, el cual implica el recalcular de número de prioridad de riesgo después de que se implementó la acción correctivas y preventivas para su verificación de la disminución de riesgos

Figura 2

Metodología AMEF



Nota. (Astudillo & Criollo, 2022)

2.2.5. Establecer el grado de severidad

Para establecer el nivel de gravedad de una falla, es fundamental evaluar el impacto que esta puede tener en el cliente. Para ello, se maneja una escala del 1 al 10, donde el valor '1' representa un efecto insignificante o nulo, mientras que el '10' corresponde a una consecuencia crítica o severa.

Figura 3

Tabla para calificación de criterio de severidad

Severidad		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido (proceso)
10	Crítico Peligroso: Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	Crítico Peligroso: Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	Muy Alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado y una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	Ninguno	Ningún efecto.

Nota. <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

2.2.6. Establecer el grado de ocurrencia

Analizar la periodicidad con la que se presenta la causa raíz de una posible falla es un paso fundamental en el proceso de evaluación. Para ello, se maneja una escala del 1 al 10, en la que el valor '1' indica una ocurrencia muy poco probable, mientras que el '10' señala una alta posibilidad de que el evento se repita.

Figura 4

Tabla para calificación de criterio de ocurrencia

Detección			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	no hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

Nota. <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

2.2.7. Establecer el grado de detección

Se procederá a evaluar la probabilidad de detectar un posible modo de falla antes de que este afecte al cliente. En esta escala, una puntuación de '1' indica una alta capacidad de localización, la puntuación de '10' refleja una baja probabilidad de identificar el fallo a tiempo.

Figura 5

Tabla para calificación de criterio de detección

Detección			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	no hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

Nota. <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

2.2.8. Tabular los números de prioridad de riesgo. NPR

Al combinar los valores de frecuencia, gravedad y capacidad de detección, se obtiene un indicador que permite clasificar los distintos problemas según su nivel de riesgo. Este sistema facilita establecer un orden de atención, con el objetivo de identificar los modos de falla más críticos y enfocar los esfuerzos en su pronta resolución.

$$NPR = Severidad * Ocurrencia * detección$$

2.2.9. Grúa articulada

Una grúa articulada, también conocida como grúa de pluma articulada o grúa hidráulica articulada, es un tipo de grúa montada en camión que utiliza un brazo articulado para levantar y manipular cargas pesadas. A diferencia de las grúas telescópicas, el brazo de una grúa articulada se dobla y se extiende como un dedo, lo que le permite maniobrar en espacios reducidos y acceder a lugares de difícil acceso (Vogler, 2024)

Figura 6

Grúa articulada



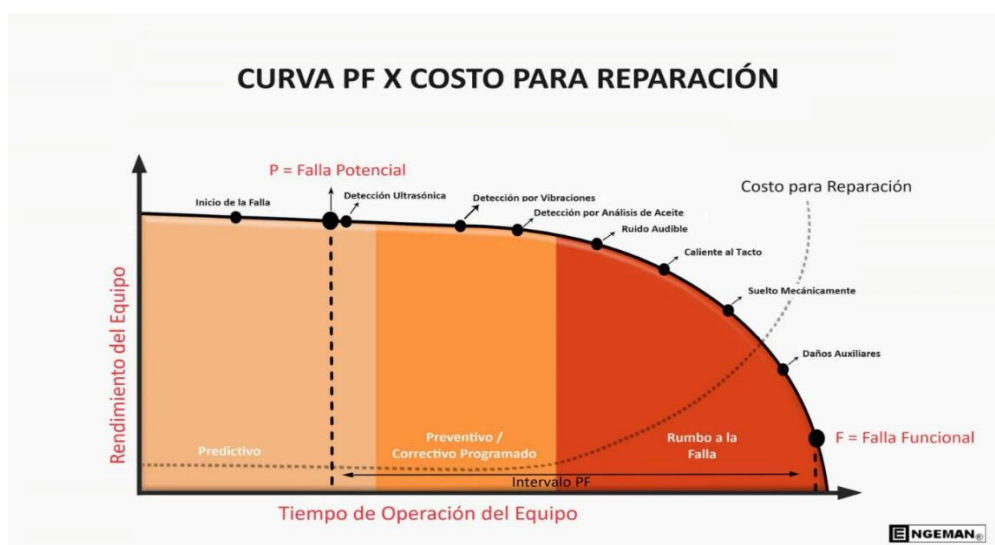
Nota. Propia

2.2.10. Curva P – F

La Curva PF o Curva de Falla Potencial es una herramienta vinculada al RCM que permite visualizar gráficamente la probabilidad de falla de un sistema o componente a lo largo del tiempo.

Figura 7.

Curva P – F



Nota. <https://blog.engeman.com/es/curva-pf/>

2.2.11. Indicadores de mantenimiento

Tiempo medio entre fallas (MTBF)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de paradas}}$$

Tiempo medio de reparaciones (MTTR)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de paradas}}{\text{Numero de paradas}}$$

2.2.12. Disponibilidad

Se refiere a la medida en que un sistema está disponible y listo para su uso.

Se tiene la siguiente formula:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

Donde:

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio de reparacion

2.3. Marco conceptual

- **Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF):** Se trata de una herramienta orientada a la gestión de la calidad y el control de riesgos, cuyo propósito es detectar, analizar y reducir los posibles fallos dentro de un proceso, sistema o producto, anticipándose a sus consecuencias y mejorando su fiabilidad.

- **Disponibilidad:** Capacidad de un sistema, proceso o equipo para funcionar correctamente y cumplir con sus requisitos cuando se necesita



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

3.1.1. *Tipo de investigación*

La investigación tecnológica tiene como objetivo emplear el conocimiento científico para ofrecer soluciones a diversas problemáticas, generando beneficios concretos para la sociedad. Esta se desarrolla principalmente en dos niveles: la etapa experimental y la fase de aplicación práctica." (Espinoza, 2014

3.1.2. *Nivel de investigación*

El nivel es aplicada, porque se aplica la metodología del análisis de modos y efecto de fallas (AMEF) que permitirá incrementar la disponibilidad mecánica de la grúa articulada de la empresa corporación ramis de antauta

3.2. Ámbito de investigación

se desarrolla en la empresa Corporación Ramis, ubicado en la ciudad de Antauta

Figura 8

Ciudad de Antauta donde se encuentra ubicada la empresa Corporación Ramis



Nota. <https://maps.google.com>

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

De acuerdo con Arias (2006), la población se entiende como un grupo, ya sea infinito o finito, conformado por elementos que comparten determinadas particularidades, y sobre los cuales se proyectarán los resultados y conclusiones del estudio realizado.

Conformado por las maquinarias existentes en la empresa Corporación Ramis de Antauta

3.3.2. Muestra

Hernández y colaboradores (2014) definen la muestra como un segmento de la población del cual se obtiene la información necesaria para el estudio, y destacan



la importancia de que este subgrupo refleje adecuadamente las características del total, garantizando así la representatividad de los datos recopilados.

En la presente tesis la muestra es la grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta

3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de información

3.4.1. Técnicas

La técnica utilizada es el análisis de modos de falla y efectos críticos: Esta técnica se utiliza para identificar los modos de fallas más críticos y evaluar su impacto en la seguridad y disponibilidad

3.4.2. Instrumentos

Hoja de trabajo de AMEF: Se trata de un instrumento utilizado para recolectar y examinar información relacionada con los posibles modos de falla que pueden presentarse en un sistema o producto, permitiendo anticipar y gestionar riesgos de manera efectiva.

3.5. Recogida de datos

Se realiza una selección de datos de las fallas de la grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta en un periodo de 6 meses; para establecer la disponibilidad de la maquinaria. Para el análisis de modos y efecto de fallas se realizó el análisis de los componentes de la grúa para determinar el número de prioridad de riesgo de acuerdo a los criterios de severidad, ocurrencia y detección. Resultando 5 componentes y/o subsistemas con nivel de criticidad medio para mejorar la disponibilidad se plantea un mantenimiento preventivo con ello se calcula la nueva disponibilidad mejorando en un 5%



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación

En el siguiente capítulo se desarrolla el análisis de modos y efectos de fallas de la grúa articulada en un periodo comprendido de Setiembre 2024 – Febrero 2025 para determinar los subsistemas más críticos, se propone mantenimiento preventivo para mejora de disponibilidad

4.2. Análisis e interpretación

A continuación, se presenta las paradas de la grúa articulada comprendida entre los meses de Setiembre del 2024 a Febrero del 2025. Según análisis de fallas y/o reportes de la grúa articulada

Tabla 2

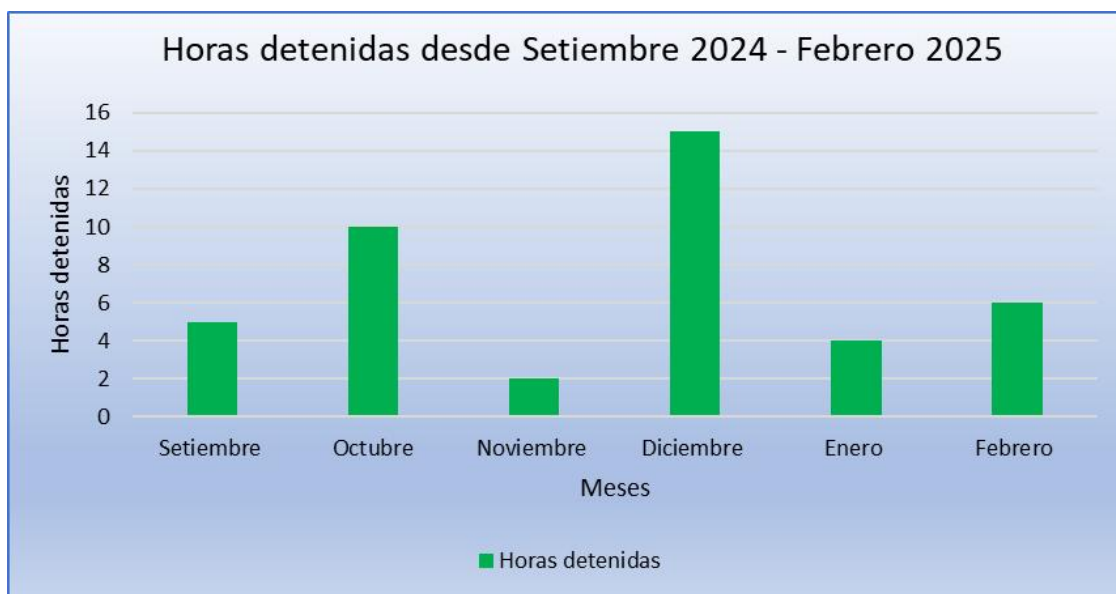
Horas detenidas y numero de paradas de la grúa articulada desde Setiembre 2024 – Febrero 2025

Mes	Horas detenidas	Paradas
Setiembre	5	1
Octubre	10	2
Noviembre	2	1
Diciembre	15	2
Enero	4	1
Febrero	6	1

Nota. Elaboración propia según reportes

Figura 9

Gráfica de horas detenidas desde Setiembre 2024 – Febrero 2025 de una grúa articulada



Nota. Elaboración propia

Interpretación de datos:

En el gráfico anterior se observó las horas detenidas que se dieron entre los meses de Setiembre 2024 – Febrero 2025, donde en el mes de Diciembre se observó que se tuvo mayor tiempo de horas detenidas de la grúa articulada y en el mes de Noviembre un menor numero

Figura 10.

Gráfica de Número de paradas desde Setiembre 2024 – Febrero 2025 de una grúa articulada



Nota. Elaboración propia

Interpretación de datos

En el grafico se observo el numero de paradas que ha tenido la grúa articulada entre los meses de Setiembre 2024 a Febrero 2025, donde Octubre y Diciembre se observa mayor numero de parada que los demás meses.

4.2.1. Cálculo de disponibilidad

Tiempo medio entre fallas

Se establece el tiempo de medio entre fallas de la siguiente ecuación

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de paradas}}$$

Para el cálculo del tiempo de operación, primero se determina el tiempo de evaluación; la grúa articulada trabaja de Lunes a Domingo 8 horas diarias; se procede a determinar el tiempo de operación en un periodo comprendido desde Setiembre 2024 – Febrero 2025

**Tabla 3.***Tiempo de evaluación de la grúa articulada desde Setiembre 2024 – Febrero 2025*

Mes	Días	Días no laborados	Días trabajados	Horas diarias	Horas trabajadas
Setiembre	30	0	30	8	240
Octubre	31	1	30	8	240
Noviembre	30	0	30	8	240
Diciembre	31	2	29	8	232
Enero	31	1	30	8	240
Febrero	28	0	28	8	224

Nota. Elaboración propia**Interpretación de datos:**

Tabla 3. se observa en la primera columna se encuentra los meses que se tomaron en cuenta para la evaluación; en la segunda columna se observa los días de cada mes; en la tercera columna se observa los días que no laborados; en la cuarta columna se observa los días que se trabajaron; en la quinta columna se observa las horas diarias de trabajo de la grúa articulada; finalmente en la sexta columna se observa horas trabajadas durante cada mes

Tabla 4

*Tiempo de operación de una grúa articulada comprendida desde Setiembre 2024
– Febrero 2025*

Mes	Tiempo de evaluación (horas)	Tiempo de paradas (horas)	Tiempo de operación (horas)
Setiembre	240	5	235
Octubre	240	10	230
Noviembre	240	2	238
Diciembre	232	15	217
Enero	240	4	236
Febrero	224	6	218

Nota. Elaboración propia

Interpretación de datos

En la tabla 4. Se observa lo siguiente: En la primera columna se encuentran los meses que se evaluó; en la segunda columna se observa las horas de trabajo que se realizó en los diferentes meses; en la tercera columna se observa el tiempo de paradas de la grúa articulada cada mes; finalmente en la cuarta columna se observa el tiempo de operación de la grúa articulada cada mes, es decir el tiempo de evaluación menos el tiempo de paradas.

Tabla 5*Tiempo medio entre fallas de grúa articulada*

Mes	Tiempo de operación (horas)	Número de paradas	Tiempo medio entre fallas (MTBF)
Setiembre	235	1	235
Octubre	230	2	115
Noviembre	238	1	238
Diciembre	217	2	108.5
Enero	236	1	236
Febrero	218	1	218

Nota: Elaboración propia**Interpretación de datos:**

Tabla 5. Se observa lo siguiente: En la primera columna se encuentran los meses que se evaluó; en la segunda columna se observa el tiempo de operación de la grúa articulada; en la tercera columna se observa el numero de paradas de cada mes; finalmente en la cuarta columna se observa el tiempo medio entre fallas (MTBF) que se obtuvo del tiempo de operación entre el numero de paradas de la grúa articulada

Tiempo medio de reparaciones

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de paradas}}{\text{Numero de paradas}}$$

Tabla 6*Tiempo medio de reparaciones de grúa articulada*

Mes	Tiempo de paradas (horas)	Paradas	MTTR
Setiembre	5	1	5
Octubre	10	2	5
Noviembre	2	1	2
Diciembre	15	2	7.5
Enero	4	1	4
Febrero	6	1	6

Nota: Propia**Interpretación de datos**

Tabla 6. Se observó lo siguiente: En la primera columna se encuentran los meses que se evaluó; en la segunda columna se observa el tiempo de paradas de la grúa articulada; en la tercera columna se observa el número de paradas de cada mes; finalmente en la cuarta columna se observa el tiempo medio de reparaciones (MTTR) que se obtuvo del tiempo de paradas entre el número de paradas de la grúa articulada

Disponibilidad

Se determina de la siguiente ecuación:

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Tabla 7*Disponibilidad de grúa articulada*

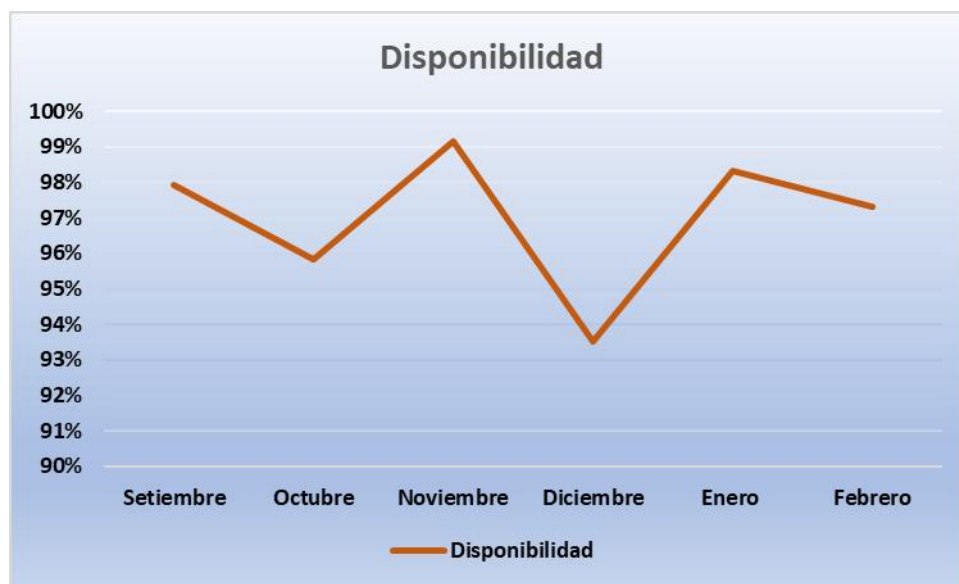
Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Setiembre	235	5	98%
Octubre	115	5	96%
Noviembre	238	2	99%
Diciembre	108.5	7.5	94%
Enero	236	4	98%
Febrero	218	6	97%

*Nota. Propia***Interpretación de datos**

Tabla 7. Se observa lo siguiente: En la primera columna se encuentran los meses que se evaluó; en la segunda columna se observa el tiempo medio entre fallas (MTBF) de cada mes; en la tercera columna se observa el tiempo medio de reparaciones (MTTR) de cada mes; finalmente en la cuarta columna se obtuvo la disponibilidad de la grúa de cada mes según la ecuación

Figura 11.

Gráfico de disponibilidad de grúa articulada



Nota. Propia

Interpretación de datos

Figura 6. Se observa la curva de disponibilidad de acuerdo a cada mes; donde se tiene mas disponibilidad en el mes de Noviembre y menor disponibilidad en el mes de Diciembre

4.2.2. Análisis de modos y efecto de fallas de la grúa articulada

A continuación, se observa los componentes de la grúa articulada para establecer el número de prioridad de riesgo

Tabla 8

Componentes de una grúa articulada

Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS
1	Motor	Filtro de aire
		Filtro de combustible
		Filtro de aceite
		Líquido de refrigeración
		Aceite del motor
		Inyectores
		Bomba de inyección
		Soporte de motor
2	Sistema de transmisión	Caja de cambios
		Disco de embrague
		Plato presor
		Collarín
		Árbol de transmisión
		Crucetas
		Reten de piñón de ataque
		Corona
3	Sistema de frenos	Rodamientos
		Zapatillas
		Tambores
		Compresor de aire
		Tanque de aire
		Cámara de frenos
		Mangueras y cañerías

		Batería	
		Alternador	
4	Sistema eléctrico	Motor de arranque	
		Relay y fusibles	
		Faros principales y auxiliares	
		Amortiguadores	
5	Sistema de suspensión	Muelles	
		Barras	
		Rotulas	
Grúa			
6	Sistema de brazos	Brazo principal	
		Brazo extendibles	
7	Estabilizadores	Estabilizadores	
8	Sistema hidráulico	Bomba	
		Cilindros	
		Válvula	
9	winche	Cable	
		Engranaje	
		Motor	

Nota. Elaboración propia

Criterio de severidad

Figura 12

Cuadro de criterio de severidad

Severidad		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido (proceso)
10	Critico Peligroso: Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	Critico Peligroso: Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	Muy Alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado y una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	Ninguno	Ningún efecto.

Nota: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

En la figura N° 12, Criterio de severidad que se mide la gravedad del efecto de la falla sobre la seguridad, operación, calidad o cumplimiento normativo.

Escala: 1 (sin efecto) a 10 (catastrófico)

Tabla 9

Severidad de la grúa articulada

N°	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	Severidad
1	Motor	Filtro de aire	6
		Filtro de combustible	6
		Filtro de aceite	6
		Líquido de refrigeración	1
		Aceite del motor	4
		Inyectores	1
		Bomba de inyección	1
		Soporte de motor	5
2	Sistema de transmisión	Caja de cambios	3
		Disco de embrague	1
		Plato presor	1
		Collarín	1
		Árbol de transmisión	5
		Crucetas	2
		Reten de piñón de ataque	1
		Corona	1
3	Sistema de frenos	Rodamientos	1
		Zapatillas	6
		Tambores	6
		Compresor de aire	8
		Tanque de aire	4
		Cámara de frenos	6
4	Sistema eléctrico	Mangueras y cañerías	6
		Batería	1
		Alternador	1
		Motor de arranque	3
		Relay y fusibles	2

		Faros principales y	
		auxiliares	6
5	Sistema de suspensión	Amortiguadores	2
		Muelles	1
		Barras	2
		Rotulas	4
		Grúa	
6	Sistema de brazos	Brazo principal	2
		Brazo extendibles	2
7	Estabilizadores	Estabilizadores	1
8	Sistema hidráulico	Bomba	6
		Cilindros	6
		Válvula	6
9	winche	Cable	1
		Engranaje	1
		Motor	1

Nota: Elaboración propia

Interpretación de datos

En la tabla N° 9, se observa el criterio de severidad de cada componente de la grúa articulada, la puntuación o ponderación se da de acuerdo a los criterios descritos en la Figura N° 12. La puntuación de los criterios de severidad se estableció de acuerdo con las escalas recomendadas por la metodología AMEF de la norma AIAG-VDA (2019), adaptadas al contexto operativo del equipo analizado.

Criterio de ocurrencia

Figura 13

Cuadro de criterio de ocurrencia

Ocurrencia (Probabilidad de que pase)				
ASQ (American Society for Quality)				
Clasificación	Ocurrencia	Descripción	Frecuencia	Cpk (índice de capacidad real)
10	Muy Alta	La falla del proceso es casi inevitable	1 en 2	0.33
9			1 en 3	0.51
8	Alta	Procesos similares han presentado fallas	1 en 8	0.67
7			1 en 20	
6	Moderada	Muy pocas fallas ocasionales asociadas a procesos similares	1 en 80	0.83
5			1 en 400	1.00
4			1 en 2,000	1.17
3	Baja	Pocas fallas asociadas con procesos similares	1 en 15,000	1.33
2			1 en 150,000	1.5
1	Remota	Falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos casi idénticos	< 1 en 1,500,000	> 1.67

Nota. <https://leansolutions.com/lean-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

En la figura N° 13. Criterio de ocurrencia que evalúa la probabilidad de que la causa de la falla ocurra.

Escala: 1 (muy improbable) a 10 (muy frecuente)

Tabla 10

Ocurrencia de la grúa articulada

N°	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	Severidad	Ocurrencia
1	Motor	Filtro de aire	6	8
		Filtro de combustible	6	8
		Filtro de aceite	6	8
		Líquido de refrigeración	1	2
		Aceite del motor	4	9
		Inyectores	1	2
		Bomba de inyección	1	2
		Soporte de motor	5	2
2	Sistema de transmisión	Caja de cambios	3	3
		Disco de embrague	1	3
		Plato presor	1	3
		Collarín	1	3
		Árbol de transmisión	5	3
		Crucetas	2	3
		Reten de piñón de ataque	1	2
		Corona	1	2
3	Sistema de frenos	Rodamientos	1	2
		Zapatillas	6	5
		Tambores	6	5
		Compresor de aire	8	5
		Tanque de aire	4	1
		Cámara de frenos	6	5
4	Sistema eléctrico	Mangueras y cañerías	6	2
		Batería	1	2
		Alternador	1	3
		Motor de arranque	3	3
		Relay y fusibles	2	4

		Faros principales y		
		auxiliares	6	4
5	Sistema de suspensión	Amortiguadores	2	2
		Muelles	1	2
		Barras	2	2
		Rotulas	4	2
Grúa				
6	Sistema de brazos	Brazo principal	2	3
		Brazo extendibles	2	3
7	Estabilizadores	Estabilizadores	1	3
8	Sistema hidráulico	Bomba	6	5
		Cilindros	6	5
		Válvula	6	5
9	winche	Cable	1	2
		Engranaje	1	2
		Motor	1	1

Nota. Elaboración propia

Interpretación de datos

En la tabla N° 10, se observa el criterio de severidad y ocurrencia de cada componente de la grúa articulada, la puntuación o ponderación se da de acuerdo a los criterios descritos en la Figura N° 13. La puntuación de los criterios de ocurrencia se estableció de acuerdo con las escalas recomendadas por la metodología AMEF de la norma AIAG-VDA (2019), adaptadas al contexto operativo del equipo analizado

Criterio de detección

Figura 14

Cuadro de criterio de detección

Detección			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	no hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

Nota. <https://leansolutions.co/conceptos-lean/leanf-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

En la figura N° 14. Criterio de detección que indica la capacidad del sistema actual para detectar la falla o su causa antes de que llegue al usuario o produzca el efecto.

Escala: 1 (detección casi segura) a 10 (sin detección)

Tabla 11

Detección de grúa articulada

N°	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	Severidad	Ocurrencia	Detección
1	Motor	Filtro de aire	6	8	3
		Filtro de combustible	6	8	3
		Filtro de aceite	6	8	3
		Líquido de refrigeración	1	2	1
		Aceite del motor	4	9	4
		Inyectores	1	2	2
		Bomba de inyección	1	2	2
		Soporte de motor	5	2	1
2	Sistema de transmisión	Caja de cambios	3	3	1
		Disco de embrague	1	3	3
		Plato presor	1	3	3
		Collarín	1	3	3
		Árbol de transmisión	5	3	2
		Crucetas	2	3	2
		Reten de piñón de ataque	1	2	3
		Corona	1	2	2
3	Sistema de frenos	Rodamientos	1	2	2
		Zapatillas	6	5	2
		Tambores	6	5	2
		Compresor de aire	8	5	2
		Tanque de aire	4	1	2
		Cámara de frenos	6	5	2
4	Sistema eléctrico	Mangueras y cañerías	6	2	2
		Batería	1	2	1
		Alternador	1	3	1
		Motor de arranque	3	3	1
		Relay y fusibles	2	4	5

		Faros principales y auxiliares	6	4	1
		Amortiguadores	2	2	3
5	Sistema de suspensión	Muelles	1	2	2
		Barras	2	2	2
		Rotulas	4	2	3
Grúa					
6	Sistema de brazos	Brazo principal	2	3	2
		Brazo extendibles	2	3	2
7	Estabilizadores	Estabilizadores	1	3	2
8	Sistema hidráulico	Bomba	6	5	3
		Cilindros	6	5	3
		Válvula	6	5	3
9	winche	Cable	1	2	1
		Engranaje	1	2	3
		Motor	1	1	3

Nota: Elaboración propia

Interpretación de datos

En la tabla N° 11, se observa el criterio de severidad, ocurrencia y detección de cada componente de la grúa articulada, la puntuación o ponderación se da de acuerdo a los criterios descritos en la Figura N° 14. La puntuación de los criterios de detección se estableció de acuerdo con las escalas recomendadas por la metodología AMEF de la norma AIAG-VDA (2019), adaptadas al contexto operativo del equipo analizado

Tabla 12.

Numero de prioridad de riesgo

N°	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
1	Motor	Filtro de aire	6	8	3	144
		Filtro de combustible	6	8	3	144
		Filtro de aceite	6	8	3	144
		Líquido de refrigeración	1	2	1	2
		Aceite del motor	4	9	4	144
		Inyectores	1	2	2	4
		Bomba de inyección	1	2	2	4
		Soporte de motor	5	2	1	10
2	Sistema de transmisión	Caja de cambios	3	3	1	9
		Disco de embrague	1	3	3	9
		Plato presor	1	3	3	9
		Collarín	1	3	3	9
		Árbol de transmisión	5	3	2	30
		Crucetas	2	3	2	12
		Reten de piñón de ataque	1	2	3	6
		Corona	1	2	2	4
3	Sistema de frenos	Rodamientos	1	2	2	4
		Zapatillas	6	5	2	60
		Tambores	6	5	2	60
		Compresor de aire	8	5	2	80
		Tanque de aire	4	1	2	8
		Cámara de frenos	6	5	2	60
4	Sistema eléctrico	Mangueras y cañerías	6	2	2	24
		Batería	1	2	1	2
		Alternador	1	3	1	3
		Motor de arranque	3	3	1	9
		Relay y fusibles	2	4	5	40

		Faros principales y auxiliares	6	4	1	24
5	Sistema de suspensión	Amortiguadores	2	2	3	12
		Muelles	1	2	2	4
		Barras	2	2	2	8
		Rotulas	4	2	3	24
Grúa						
6	Sistema de brazos	Brazo principal	2	3	2	12
		Brazo extendibles	2	3	2	12
7	Estabilizadores	Estabilizadores	1	3	2	6
8	Sistema hidráulico	Bomba	6	5	3	90
		Cilindros	6	5	3	90
		Válvula	6	5	3	90
9	winche	Cable	1	2	1	2
		Engranaje	1	2	3	6
		Motor	1	1	3	3

Nota: Elaboración propia

Interpretación de datos

En la tabla N° 12, se observa cada criterio como severidad, ocurrencia y detección son estos datos se calcula el numero prioritario de riesgo de cada subsistema de la grúa articulada.

De acuerdo a lo obtenido se evalúa cual componente tiene mayor nivel de criticidad, según la tabla N° 13

Tabla 13

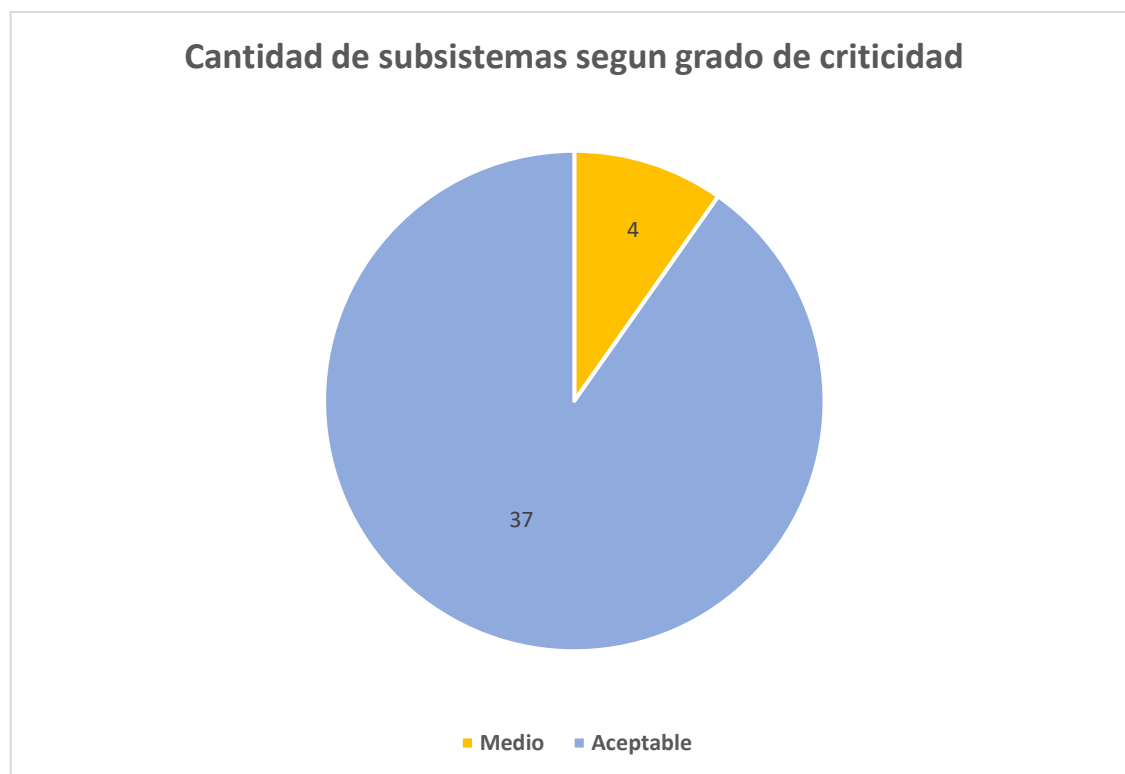
Nivel de criticidad según el número de prioridad de riesgo (NPR)

>	200	Inaceptable
200	125	Medio
125	<	Aceptable

Nota: (Mosquera, 2022)

Figura 15.

Gráfico de cantidad de subsistemas según el nivel de criticidad



Nota. Elaboración propia

Interpretación de datos

En la figura N° 15, se observa que 37 subsistemas tienen un nivel de criticidad aceptable y 4 subsistemas tiene un nivel de criticidad medio

Tabla 14*Subsistemas con nivel de criticidad medio*

N°	Subsistema	NPR	Nivel de criticidad
1	Filtro de aire	144	medio
2	Filtro de combustible	144	medio
3	Filtro de aceite	144	medio
4	Aceite del motor	144	medio

Nota. Elaboración propia**Interpretación de datos**

En la tabla N° 14, se observa los subsistemas que tienen un nivel de criticidad medio para poder proponer un plan de mantenimiento que ayuda a la mejora de estos subsistemas

Tabla 15*Mantenimiento preventivo de grúa articulada*

Tipo	Descripción	Tiempo (horas)	Tiempo requerido (horas)
A	Inspeccionar y cambiar de ser necesario	120 h	1
B	Inspeccionar y cambiar de ser necesario	120 h	2
C	Inspeccionar y cambiar de ser necesario el filtro de aceite hidráulico y filtro de aceite de transmisión	120 h	2
D	Revisar nivel de aceite y completar en caso de ser necesario	8h	1
	Realizar cambio de aceite y filtro de motor	120 h	2

Nota: Manual de mantenimiento de gruas, s.f.**Interpretación de datos**

En la tabla N° 15, se observa el mantenimiento preventivo para la grúa articulada

4.2.3. Determinación de nueva disponibilidad de la grúa articulada

A continuación de acuerdo al mantenimiento preventivo que se propone se estima las horas detenidas y número de paradas que se debieron dar entre los meses de Setiembre 2024 – Febrero 2025.

Tabla 16

Horas detenidas y paradas que se debieron dar entre los meses de Setiembre 2024 – Febrero 2025

Mes	Horas detenidas	Paradas
Setiembre	3	2
Octubre	2	1
Noviembre	2	1
Diciembre	3	2
Enero	3	2
Febrero	6	1

Nota. Elaboración propia

Interpretación de datos

En la tabla N° 16, se observa que de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo la grúa articulada debió tener las siguientes horas detenidas y numero de paradas comprendidas desde Setiembre 2024 – Febrero 2025

Tabla 17*Nuevos indicadores de MTBF y MTTR según mantenimiento preventivo*

Mes	Tiempo de evaluación (horas)	Tiempo de paradas (horas)	Tiempo de operación (horas)	Número de paradas	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Tiempo medio de reparaciones (MTTR)
Setiembre	240	3	237	2	117.5	1.5
Octubre	240	2	238	1	230	2
Noviembre	240	2	238	1	238	2
Diciembre	232	3	229	2	108.5	1.5
Enero	240	3	237	2	118	1.5
Febrero	224	6	218	1	218	6

Nota. Elaboración propia**Interpretación de datos**

En la tabla N° 17, se observa los nuevos indicadores de tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparaciones de acuerdo al mantenimiento preventivo propuesto de grúa articulada

Tabla 18*Comparación de disponibilidad real y nueva*

Mes	Disponibilidad		Mejora de disponibilidad
	Real	Nueva	
Setiembre	98%	99%	1%
Octubre	96%	99%	3%
Noviembre	99%	99%	0%
Diciembre	94%	99%	5%
Enero	98%	99%	1%
Febrero	97%	97%	0%

Nota. Propia

Interpretación de datos

En la tabla N° 18, se observa la comparación de disponibilidad real de la grúa articulada y disponibilidad nueva según el mantenimiento preventivo propuesto además se observa la mejora de disponibilidad por mes comprendida desde Setiembre 2024 a Febrero del 2025

Figura 16

Grafica comparativa de la disponibilidad de la grúa articulada



Nota: Propia

Interpretación de datos

En la Figura N° 16, se observa el grafico de barras donde en el mes de Noviembre se tiene mayor disponibilidad de la grúa articulada, también se observa la mejora de disponibilidad según mantenimiento preventivo propuesto que esta comprendido entre Noviembre 2024 - Febrero 2025



4.3. Discusión

Según resultados obtenidos de la presente investigación para la mejora de disponibilidad se debe realizar el análisis de modos y efecto de fallas detectando así los subsistemas críticos, para estos existen medidas como el mantenimiento preventivo que ayuda a la mejora de disponibilidad. Esto concuerda con la investigación realizada por Wireman (2010), la reducción de la ocurrencia de fallas mediante la implementación de mantenimiento preventivo y predictivo impacta positivamente en la disponibilidad operacional. La reducción del NPR tras la aplicación de acciones correctivas y preventivas respalda lo planteado por Ben-Daya et al. (2016), quienes destacan que el AMEF es una herramienta eficaz para la optimización de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo, especialmente en equipos críticos. La mejora observada en los índices de ocurrencia y detección confirma que la capacitación del operador y el fortalecimiento de los programas de inspección influyen positivamente en la confiabilidad del sistema, tal como indican Wireman (2010) y Mobley (2002).

CONCLUSIONES

PRIMERA: Al aplicar la metodología de análisis de modos y efecto de fallas se obtiene una mejora de la disponibilidad en un 5%

SEGUNDA: Luego del análisis de los indicadores de mantenimiento correspondientes a la grúa articulada, en el periodo de septiembre de 2024 a febrero de 2025, se registró una disponibilidad operativa media del 97%.

TERCERA: Se realizó la aplicación de la metodología de análisis de modos y efecto de fallas de cada uno de los subsistemas de la grúa articulada, determinando el número de prioridad de riesgos, resultando 4 componentes con nivel de criticidad medio de 144.

CUARTA: Para mejorar la disponibilidad se propone un plan de mantenimiento preventivo que se debe realizar a la grúa articulada, se procedió a realizar los cálculos correspondientes para determinar la disponibilidad nueva si se toma en cuenta el plan de mantenimiento preventivo. Finalmente se tiene una disponibilidad nueva promedio de 99% incrementando



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda elaborar un manual de usuario destinado a los operarios de mantenimiento, con el objetivo de que cuenten con una guía clara sobre las variables que deben tener en cuenta al momento de evaluar el estado de una máquina.

SEGUNDA: Se recomienda que para determinar la disponibilidad adecuada se debe analizar los reportes de fallas del equipo y/o maquinaria

TERCERA: Se recomienda implementar la metodología AMEF con el fin de identificar los componentes más críticos del sistema, lo que permitirá aplicar un mantenimiento adecuado y focalizado en los elementos que representan mayor riesgo operativo.

CUARTA: Se recomienda realizar un plan adecuado de mantenimiento predictivo y preventivo específico para cada equipo y/o maquinaria



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astudillo, R. A., & Criollo, S. G. (2022). *Análisis de régimen y efectos (AMEF) para Ecuador de la Universidad Politécnica de Slicano Politécnico*.
- AIAG, & VDA. (2019). *FMEA handbook: Failure Mode and Effects Analysis* (1st ed.). Automotive Industry Action Group
- Barreto, W., Molina, J., & Gonzalez, B. (2018). *El uso del método AMEF para mantener prensas hidráulicas para instalar ejes pesados en zoficol*. Universidad ECCI.
- Campos , T., Sanchez, L., Rodriguez, M. A., Castillo, D., Gutiérrez, E. M., & Valdéz, M. E. (2023). El uso del análisis del modo y el impacto de la falla de producción y su impacto en los costos de baja calidad en la luz. Conciencia tecnológica (66), 58-69. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94477589006>
- Chino, W. G. (2018). *Análisis basado en dispositivos importantes del Centro de Inspección Técnica Azper Perú SAC. Juliac y desarrollar un plan de servicio confiable*. Universidad Nacional Altiplano.
- Huarcaya, M. A. (2023). *Mejorar la gestión de servicios utilizando el método AMEF en la prefectura de Puno, Puno 2022*. Altiplano National University.
- Huarilloclla, W. (2023). *Introducción de una cartera para mejorar el mantenimiento de la prevención en equipos pesados del Proyecto de Inteligencia Underground Yanakoch - 2020*.



- Macias, M. d. (2017). *Análisis de modo y efecto de falla del proceso de producción de la empresa Mecanizados Vallejo Vargas CÍA. LTDA. y su incidencia en la productividad*. Universidad Tecnológica Indoamericana.
- Maya, J. A. (2018). *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM*. Universidad Nacional de Colombia.
- Mosquera, P. M. (2022). *Plan de mantenimiento mediante el análisis AMEF para incrementar la disponibilidad mecánica del scoop R1600H en la unidad minera Andaychagua*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Peña, W. F. (2020). *El proceso de producción optimiza el uso de la corriente y los métodos de equilibrio de AMEF para aumentar el rendimiento en la industria manufacturera*. Universidad privada del norte.
- Perez, L., Cruz, M. A., Luviano, D., & Rodriguez, L. A. (2020). Aplicación AMEF con MOORA para la evaluación de un caso. *Mundo Fesc*, 11(21), 27-36. <https://doi.org/ISSN 2216-0353, 2216-0388>
- Pezo, H. (2023). *Implementación del método y análisis de Lean Manution 5S en el camino y las consecuencias del fracaso (AMEF) para mejorar el transporte de hojas de acero y empresas de la compañía, Lima, 2021*. Universidad Católica Sapientiae.
- Ruiz, A. L. (2023). *Análisis de la presencia de 320D2L Excavadora hidráulica, utilizando el método AMMEFA en Consortia Road, ayakucho - sacyr*. Universidad Nacional Peru.



- Vasquez, B. S. (2021). *El impacto del método FMEA en la disponibilidad del modelo de grúa Télescópico R9130-2 Cosmos S.A. Universidad Northern.*
- Villate, S. L. (2022). *Efectividad y seguridad de dos Sistemas de Gestión del Riesgo Clínico (Modo a prueba de fallas y errores - AMFE y Método de mejoramiento continuo de la calidad - MMCC) para la prevención de eventos reportables en pacientes hospitalizados: una revisión sis. Universidad Nacional de Colombia.*
- Vogler, J. (6 de Noviembre de 2024). *Inspenet. AMEF: Principios básicos y aplicaciones avanzadas en la ingeniería: <https://inspenet.com/articulo/amef-principios-y-aplicaciones-avanzadas/>*
- Yana, S. W. (2023). *El plan de mantenimiento confiable para garantizar la disponibilidad del motor SW 5.5 - 45 kilovas en el área de la unidad minera de San Raphael. Andian Nestor Caereres Universidad Velásquez.*



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024

Problemas	Objetivos	Justificación	Hipótesis	Variables	Diseño Metodológico
Problema General: ¿De que manera se puede aplicar la metodología análisis de modo y efecto de fallas para mejorar la disponibilidad de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta, 2024? Problemas Específicos P.E.1: ¿Cómo se puede determinar el estado de la grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta? P.E.2: ¿De qué manera se puede desarrollar la metodología análisis de modo y efecto de fallas en la disponibilidad de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta? P.E.3: ¿Cómo se puede determinar la disponibilidad y costo de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta?	Objetivo General: Aplicar la metodología análisis de modo y efecto de fallas para mejorar la disponibilidad de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta, 2024 Objetivos Específicos O.E.1: Determinar el estado de la grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta O.E.2: Desarrollar la metodología análisis de modo y efecto de fallas en la disponibilidad de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta O.E.3: Determinar la disponibilidad y costo de una grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta	La presente investigación profundizará respecto a la teoría de la metodología AMEF, los pasos a seguir en la implementación y los lineamientos necesarios para impactar en el incremento de la disponibilidad y sus dimensiones, es por ello que se cuenta con justificación teórica. Se cuenta con un fin determinado que es la mejora de la disponibilidad de grúas, situación que afecta directamente a la realidad de la empresa en estudio, siendo parte de su realidad; es por esta razón que se cuenta con justificación práctica. El presente trabajo servirá de base y guía para el desarrollo de otras investigaciones relacionadas al tema de la disponibilidad y la metodología AMEF, dado que esta es una problemática que afecta a muchas empresas siendo un tema recurrente de mejora dentro de las carreras de ingeniería	Hipótesis General: Si aplica la metodología análisis de modos y efecto de fallas, entonces se podrá evaluar la disponibilidad de la grúa articulada Hipótesis Específicas H.E.1: Si se determina el estado de la grúa articulada se podrá aplicar la metodología análisis de modo y efecto de fallas H.E.2: Si se aplica la metodología análisis de modo y efecto de fallas entonces se podrá conocer la disponibilidad grúa articulada de la empresa Corporación Ramis de Antauta H.E.3: Si se determina la disponibilidad de la grúa entonces se podrá dar soluciones para su mejora	Variable independiente Análisis de modos y efecto de fallas (AMEF) Variable dependiente Disponibilidad	Tipo y nivel de investigación: El tipo de investigación es tecnológica El nivel de investigación es aplicativo



Anexo 2. Instrumento

CORPORACIÓN RAMIS S.A.C.			
 CORPORACIÓN RAMIS INGENIERÍA Y SERVICIOS GENERALES	CHECK LIST DE PRE-USO DE GRÚAS MÓVILES		 MINSEGUR-CERO ES POSIBLE
	CÓDIGO:	VERSIÓN: 02	
	Fecha:	PÁGINA: 1 DE 1	
Macro Proceso: SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIOAMBIENTE		Proceso: SEGURIDAD OCUPACIONAL	
Descripción del trabajo:			Fecha: / / 202__
Ubicación:			Hora:
Modelo de grúa:	Marca:	Capacidad:	
Placa del vehículo:	Usuario:		
CORRECTO ☒ INCORRECTO ☒ NO APLICA ☐			
Equipo Móvil		Equipo de Izaje	
1. Sistema de Luces		1. Sistema Hidráulico	
2. Cinturón de Seguridad		2. Cartilla de señales	
3. Combustible		3. Diagrama de cargas	
4. Niveles de aceite		4. Estabilizadores + apoyos	
5. Alarma de Retroceso		5. Pluma y Plumín	
6. Panel de instrumentos		6. Pines	
7. Espejos		7. Tornamesa	
8. Parabrisas		8. Gatos Hidráulicos	
9. Frenos		9. Indicadores de ángulo	
10. Dirección		10. Pasteca	
11. Neumáticos		11. Sistema de Bloqueo	
12. Fuga de fluidos		12. Estrobo, Eslinga y Grilletes	
13. Limpia Parabrisas		13. Ganchos / Seguro de gancho:	
14. Extintores		14. Válvula de Seguridad	
15. Orden y Limpieza		15. Conos para delimitación	
16. Conos de Seguridad 16 und.		16. Sogas para viento	
17. Sistema de comunicación		17. Escalera tipo tijera cod.01	
18. Tacos		18. Expansibles 16 und.	
19. Otros:		19. Otros:	
Conclusión: GRÚA APTA PARA SER OPERADA (SI) / (NO)		Justificación:	
Inspección realizada por:		Firma:	
Supervisor responsable del trabajo:		Firma:	



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 06/01/2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: <u>WANDER QUISPE RAMOS</u>	
Dirección: <u>Av. Independencia Mz A3 - 03</u>	
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: <u>45324450</u>	
Teléfono: <u>953739747</u>	email: <u>wanderqr94@gmail.com</u>
Nombres y Apellidos: _____	
Dirección: _____	
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____	
Teléfono: _____ email: _____	
Facultad y/o Escuela de Posgrado: <u>INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</u>	
Escuela Profesional o Mención: <u>INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA</u>	
Título o Grado Académico a optar: <u>INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA</u>	
Asesor: <u>Ing. ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN</u>	
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:	
Trabajo de Investigación ☐	Tesis ☒
Trabajo de Suficiencia Profesional ☐	Trabajo Académico ☐
Título: <u>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODO DE FALLAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA ARTICULADA DE LA EMPRESA CORPORACIÓN RAMIS DE ANTAUTA, 2024</u>	
Palabras claves, (3 a 5 términos): <u>Metodología, fallas, efectos, disponibilidad, grúa articulada.</u>	
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2} ?	
<u>1</u>	
¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.	
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.	



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☒ Sí autorizo
- ☐ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.



Internacional



Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18



Firma de Autor



huella digital

06 de ENERO del 2026

Fecha