



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
Y CORRECTIVO DE LAS GRUAS TIPOS PUENTES DE 5, 10, 60 Y 100  
TONELADAS EN LA EMPRESA COSTEL C.A.**

**Autores:** Herdé, Armando  
Zarate, Jorge

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**Y CORRECTIVO DE LAS GRUAS TIPOS PUENTES DE 5, 10, 60 Y 100**  
**TONELADAS EN LA EMPRESA COSTEL C.A.**

**Trabajo de Grado para optar al Título de**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autores:** Herdé, Armando

C.I: 19.796.479

Zarate, Jorge

C.I: 26.389.075

**Tutor Académico:** Ing. Gina De Marco

C.I: 9.090.618

**San Diego, Abril 2021**



**FI-I-008-2020-3CR (TG)**

Valencia, 22 de marzo de 2021

Ciudadanos:  
HERDÉ ARMANDO  
C.I. 19.796.479  
ZARATE JORGE  
C.I 26.389.075  
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N.º **03-2021** de fecha **20-01-2021** aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LAS GRUAS TIPOS PUENTES DE 5, 10, 60 Y 100 TONELADAS EN LA EMPRESA COSTEL C.A.** Presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Se ratifica la designación de la Ing. Gina De Marco C.I: 7.090.618 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.**  
Decano

C.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ing. Gina de Marco, portadora de la cédula de identidad N°9.090.618 , en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Herdó Armando, portador de la cédula de identidad N°19.796.479 y Zarate Jorge , portador de la cédula de identidad N°26.389.075, titulado **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LAS GRUAS TIPOS PUENTES DE 5, 10, 60 Y 100 TONELADAS EN LA EMPRESA COSTEL C.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los quince (15) días del mes de abril del año dos mil veintiunos.

---

**Ing. Gina de Marco**

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios y a mis Santos por haberme ayudado durante estos años a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez, el sacrificio fue grande, pero siempre me dieron la fuerza necesaria para continuar y lograrlo, este triunfo también es suyo.

Quiero agradecer enormemente, a todas las personas que aportaron un granito de arena para poder alcanzar esta meta, por sus buenos sentimientos y sus más sinceros deseos de apoyarme hasta en el más pequeño detalle. Estas personas fueron:

Mis padres, Rosa de Herdé y Armando Herdé por darme la vida y su apoyo incondicional.

Mi primo Edduin Herdé por confiar en mí y apoyarme a culminar mi carrera universitaria.

Paola Montiel por abrirme las puertas de su casa y lograr cumplir esta meta.

Mis hermanos, por todo el apoyo que me brindaron, por sus consejos, por enorgullecerse de mí ante cada logro alcanzado y por ser mis incondicionales conmigo.

La Universidad José Antonio Páez, por darnos la oportunidad de una formación profesional.

Mi amigo y compañero de tesis Jorge Zarate, te estimo como un hermano, tu ayuda ha sido fundamental, este proyecto no fue fácil pero siempre te mantuviste constante con el apoyo en este trabajo de grado. Gracias.

Muy especialmente a mi tutora y profesora, la Ing. Gina de Marcos, por su guía, su apoyo y sus conocimientos, pues a pesar de tener una agenda tan ocupada, invirtió su tiempo y atención en nosotros, muchas gracias.

A Sergio Colmenares, de la empresa Costel que nos brindó el apoyo para realizar nuestro trabajo de grado.

Armando M. Herdé L

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de grado está dedicado en primer lugar a Dios y a mis Santos, por haberme dado fortaleza, sabiduría, paciencia, cuidarme, protegerme e iluminarme en todo momento y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido el soporte de mi vida.

A mis padres por ser los principales motores de mis sueños, gracias a ellos por siempre confiar en mí, creer en mí, gracias a mi madre por siempre acompañarme en cada una de las agotadoras y largas noches de estudio, donde su compañía era para mí como agua en el desierto, gracias a mi padre por siempre desear lo mejor para mí y luchar para que lo tuviera, gracias por cada palmada en la espalda y por cada palabra que fueron mi guía en el transcurso de la carrera, y de mi vida.

Edduin Herdé esto también es para ti, lo logre gracias a ti gracias por tus consejos, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, gracias por estar siempre dispuestos a ayudarme y apoyarme y más cuando más lo necesite, por brindarme tu amistad tu cariño, tu apoyo incondicional y sobre todo por creer en mí.

Armando M. Herdé L

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios, por permitirme llegar a donde estoy hoy por darme fortaleza para recorrer todo este camino y superar todos los obstáculos.

A mis padres Jorge Zarate e Iliana Galicia, por ser mis pilares y mi apoyo incondicional quienes en cada paso están presente, por creer en mí y quienes son los que me dan la fuerza para continuar y seguir adelante.

A mi abuela ANA CECILIA, es quien está allí incondicional me motiva y me sostiene para salir adelante, Gracias infinitas por todo el amor que me das.

A mis hermanas Yoliana Zarate y Zailimar Zarate, gracias por todo el apoyo, ayuda, cariño, por siempre estar allí para mí y acompañarme en este largo camino, mis dos impulsos diarios.

A Caroní Sánchez Y Armando Medina, gracias por todo el apoyo incondicional que me dieron durante toda esta etapa, por ser dos seres tan bellas personas y con grandes corazones infinitas gracias.

A Armando Miguel Herdó, mi amigo y compañero de carrera por creer en mí y estar allí en todos los momentos y permitir que esto fuera posible y lo lográramos.

A mi tutora, ING Gina de marcos, por su tiempo, dedicación, por lo consejo, por la ayuda y las correcciones para que todo esto sea posible gracias

A mis amigos Verona, Jenny, Gabriela, maría, Andreina, Génesis, Samir, Andrés, Luis, Wilmer, Raúl, Ander, Giorgio, fénix, Daniela gracias por estar presente en esta etapa y ser de ella una de las mejores

A Sergio Colmenares, por permitirnos llevar a cabo este trabajo dentro de las instalaciones de Costel y brindarnos todo el apoyo posible

A todos mis amigos familiares que estuvieron pendiente durante toda esta trayectoria y crecimiento profesional que me alentaban ayudaban y creían en mí gracias.

Zarate Galicia Jorge Luis

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de grado está dedicado en primer lugar a Dios, por haberme dado fortaleza sabiduría y paciencia y llegar hasta aquí mostrándome su infinito amor

A mis padres, quienes son los que hicieron que esto también fuera posible, gracias por sus consejos, por su apoyo por estar siempre y nunca soltarme, por ser los mejores padres los amo

A mis hermanas y Caroní Sánchez, por ser quienes en todo momento me ayudan están allí y son incondicionales para conmigo, por demostrarme su cariño y que puedo contar con ustedes en todo momento.

Zarate Galicia Jorge Luis

## ÍNDICE

Contenido	PP.
<b>Agradecimientos</b> .....	V
<b>Dedicatorias</b> .....	VI
<b>Índice De Cuadros</b> .....	XI
<b>Índice De Figuras</b> .....	XII
<b>Índice De Gráficos</b> .....	XIII
<b>Índice De Tablas</b> .....	XIV
<b>Resumen</b> .....	XV
<b>Introducción</b> .....	1
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	3
1.1 Planteamiento Del Problema.....	3
1.2 Formulación Del Problema.....	10
1.3 Objetivos De La Investigación.....	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 Justificación.....	10
1.5 Alcance.....	11
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Bases Teóricas.....	15
2.2.1 mantenimiento.....	15
2.2.2 objetivo Del Mantenimiento.....	17
2.2.3 Funciones Del Mantenimiento .....	17
2.2.4 Mantenimiento Predictivo.....	18
2.2.5 Mantenimiento Preventivo.....	19
2.2.6 Mantenimiento Cíclico.....	20
2.2.7 Mantenimiento Según Condición Y Predictivo.....	20
2.2.8 Mantenimiento Correctivo.....	21
2.2.9 Sistema De Mantenimiento.....	22
2.2.10 Planificación Y Programación Del Mantenimiento.....	22
2.2.11 Necesidades de elaborar un plan de mantenimiento preventivo	23
2.2.12 Costos Asociados Al Mantenimiento.....	23
2.2.13 Establecimiento De Un Plan De Mantenimiento.....	24
2.2.14 Tpm- Mantenimiento Productivo Total.....	25
2.2.15 Análisis De Modos Y Efectos De Fallas (Amfe) .....	28

2.2.16 Tipos De Amfe.....	30
2.2.17 Beneficios Del Amfe.....	30
2.2.18 Cuando Se Debe Implementar El Amfe.....	30
2.2.19 Procedimiento Para Realizar El Amfe De Un Proceso Amfe..	31
2.2.20 Norma Covenin 3174 (2000) .....	32
2.2.21 Norma Covenin 3049 (1993) .....	32
2.2.22 Norma Covenin 2500-93. ....	32
2.2.23 ISO 9000.....	32
2.2.24 CICLO PHVA.....	33
2.3 Bases Legales.....	34
2.4 Definición De Términos.....	36

### **III MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Tipo De Investigación.....	39
3.2 Diseño De La Investigación.....	40
3.3 Nivel De La Investigación.....	40
3.4 Población Y Muestra.....	41
3.5 Técnicas De Recolección De Datos.....	42
3.6 Técnicas De Análisis De Datos.....	44
3.7 Fases Metodológicas.....	45

### **IV RESULTADO**

4.1 FASE I. Diagnóstico de la situación actual de las condiciones de las grúas tipo puente dentro de las instalaciones en la empresa Costel C.A.	47
4.2 FASE II. Determinación los ajustes necesarios para la aplicabilidad de los mantenimientos preventivos y correctivos en las grúas	64
4.3 FASE III. Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en las grúas tipo puente dentro de la empresa Costel C.A.	78
4.4 FASE IV. Evaluar la propuesta de un programa diseñado bajo un enfoque técnico, operativo, social, económico, ambiental y social.	111
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>115</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>117</b>
<b>BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>118</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADROS</b>		<b>Pág.</b>
<b>1</b>	Formato De Las Órdenes De Trabajo De Mantenimiento Correctivo Equipos.....	<b>9</b>
<b>2</b>	Costo Proyectado.....	<b>9</b>
<b>3</b>	Datos de maquinaria de grúa tipo puente 5 ton .....	<b>48</b>
<b>4</b>	Datos de maquinaria de grúa tipo puente 10 ton .....	<b>49</b>
<b>5</b>	Datos de maquinaria de grúa tipo puente 60 ton .....	<b>50</b>
<b>6</b>	Datos de maquinaria de grúa tipo puente 100 ton .....	<b>51</b>
<b>7</b>	Cuadro de Fallas .....	<b>64</b>
<b>8</b>	Cuadro resumen de la grúa 5 ton .....	<b>66</b>
<b>9</b>	Cuadro de indicador de ocurrencia para el amfe grúa 5 ton ...	<b>66</b>
<b>10</b>	Cuadro de indicador de gravedad para el amfe grúa 5 ton ...	<b>66</b>
<b>11</b>	Cuadro de porcentaje de riesgo grúa 5 ton ...	<b>68</b>
<b>12</b>	Cuadro resumen de la grúa de 10.....	<b>69</b>
<b>13</b>	Cuadro de indicador de gravedad para el amfe grúa 10 ton ...	<b>69</b>
<b>14</b>	Cuadro de indicador de ocurrencia para el amfe grúa 10 ton ...	<b>69</b>
<b>15</b>	Cuadro de indicador de detención para el amfe grúa 10 ton ...	<b>70</b>
<b>16</b>	Porcentaje de riesgo de la grúa puente 10 ton.....	<b>71</b>
<b>17</b>	Cuadro resumen de la grúa de 60.....	<b>72</b>
<b>18</b>	Cuadro de indicador de ocurrencia para el amfe grúa 60.....	<b>72</b>
<b>19</b>	Cuadro de indicador de gravedad para el amfe grúa 60 ton ...	<b>73</b>
<b>20</b>	Cuadro de indicador de tensión para el amfe grúa 60 ton ...	<b>73</b>
<b>21</b>	Porcentaje de riesgos de la grua 60 ton ...	<b>75</b>
<b>22</b>	Cuadro resumen de la grúa 100 .....	<b>75</b>
<b>23</b>	Cuadro de indicador de ocurrencia para el amfe grúa 100 ton	<b>75</b>
<b>24</b>	Cuadro de indicador de gravedad para el amfe grúa100 ton	<b>76</b>
<b>25</b>	Cuadro de indicador de detención para el amfe grúa 100 ton	<b>76</b>
<b>26</b>	Porcentaje de riesgo de la grúa de 100.....	<b>78</b>
<b>27</b>	colores de la señalización de las grúas tipo puente .....	<b>103</b>
<b>28</b>	Costo de la grúa tipo puente.....	<b>113</b>
<b>29</b>	Beneficios de la propuesta de la grúa tipo puente .....	<b>114</b>

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>FIGURA</b>		<b>pág.</b>
<b>1</b>	Grúa tipo puente 5 tonelada .....	<b>4</b>
<b>2</b>	Grúa tipo puente 10 tonelada .....	<b>5</b>
<b>3</b>	Grúa tipo puente 60 tonelada .....	<b>5</b>
<b>4</b>	Grúa tipo puente 100 tonelada .....	<b>6</b>
<b>5</b>	Parada no programada.....	<b>8</b>
<b>6</b>	Mantenimiento y tipo de mantenimiento	<b>18</b>
<b>7</b>	Estructura de la grúas tipo puente.....	<b>86</b>
<b>8</b>	Estructura de la grúas tipo puente.....	<b>87</b>
<b>9</b>	Testero de la grúas tipo puente.....	<b>89</b>
<b>10</b>	Testero de la grúas tipo puente.....	<b>90</b>
<b>11</b>	Carro de la grúas tipo puente .....	<b>92</b>
<b>12</b>	Carro de la grúas tipo puente .....	<b>93</b>
<b>13</b>	Ganchos de la grúas tipo puente .....	<b>95</b>
<b>14</b>	Ganchos de la grúas tipo puente .....	<b>96</b>
<b>15</b>	Instalación eléctrica de la grúas tipo puente .....	<b>98</b>
<b>16</b>	Controles de la grúas tipo puente.....	<b>99</b>
<b>17</b>	Código de señales de la grúas tipo puente.....	<b>101</b>
<b>18</b>	Señalización tipo panel de la grúas tipo puente.....	<b>102</b>
<b>19</b>	Señalización tipo panel de la grúas tipo puente.....	<b>103</b>
<b>20</b>	Equipo de protección de los trabajadores de las grúas tipo puente .....	<b>104</b>
<b>21</b>	Equipos de protección de los trabajadores de la grúa.....	<b>105</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICOS</b>		<b>pág.</b>
<b>1</b>	Método de Pareto.....	<b>8</b>
<b>2</b>	Matriz de Riesgo de la Grúa puente 5 ton.....	<b>68</b>
<b>3</b>	Matriz de Riesgo de la Grúa puente 10 ton.....	<b>71</b>
<b>4</b>	Matriz de Riesgo de la Grúa puente 60 ton.....	<b>74</b>
<b>5</b>		<b>71</b>
<b>6</b>	Matriz de Riesgo de la Grúa puente 10 ton	<b>74</b>
<b>7</b>	Gráfico de porcentaje de riesgo de la grúa tipo puente 10 ton	<b>75</b>
<b>8</b>		<b>79</b>
<b>9</b>	Matriz de Riesgo de la Grúa puente 60 ton	<b>82</b>
<b>10</b>	Gráfico de porcentaje de riesgo de la grúa tipo puente 60 ton	<b>83</b>
<b>11</b>		
<b>12</b>	Matriz de Riesgo de la Grúa puente 100 ton	<b>90</b>
<b>13</b>	Gráfico de porcentaje de riesgo de la grúa tipo puente 100 ton	<b>91</b>

## ÍNDICE DE TABLA

<b>TABLA</b>		<b>pág.</b>
<b>1</b>	Fallas más frecuentes en las grúas tipo puente.....	7
<b>2</b>	Representación porcentual de las fallas más frecuentes en las grúas tipo puente.....	7
<b>3</b>	Checklist de la grúa tipo puente de 5 toneladas.....	52
<b>4</b>	Checklist de la grúa tipo puente de 10 toneladas .....	55
<b>5</b>	Checklist de la grúa tipo puente de 60 toneladas.....	58
<b>6</b>	Checklist de la grúa tipo puente de 100 toneladas .....	61
<b>7</b>	Análisis de modo de fallos y sus efectos (amfe) de la grúa tipo puente 5 tonelada .....	67
<b>8</b>	Análisis de modo de fallos y sus efectos (amfe) de la grúa tipo puente 10 tonelada .....	70
<b>9</b>	Análisis de modo de fallos y sus efectos (amfe) de la grúa tipo puente 60 tonelada .....	73
<b>10</b>	Análisis de modo de fallos y sus efectos (amfe) de la grúa tipo puente 100 tonelada .....	77
<b>11</b>	crograma de mantenimiento.....	111



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
Y CORRECTIVO DE LAS GRUAS TIPOS PUENTES DE 5, 10, 60 Y 100  
TONELADAS EN LA EMPRESA COSTEL C.A.**

**Autores:** Herdé, Armando

Zarate, Jorge

**Tutor:** Ing. Gina de Marco

**Fecha:** Abril, 2021

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de las grúas tipos puentes de 5, 10, 60 y 100 toneladas en la empresa Costel C.A., ha tenido como objetivo el logro de la optimización del funcionamiento de las grúas tipo puente, en el cual se ha prevenido los desgastes prematuros y su durabilidad en la producción dentro de la misma. La investigación se desarrolló en la empresa Costel, esta empresa, se ha dedicado a la reparación y el mantenimiento de transformadores eléctricos y todo el ramo conexo eléctrico Industrial desde hace 55 años, estaba al servicio de grandes empresas que la han hecho pionera en la reparación y el mantenimiento eléctrico de transformadores hasta 100 MVAS, por lo cual, se ha venido afianzando en el mercado donde ha ocupado gran parte del mercado nacional. Se evidenció que, en la empresa, no existió una planificación del mantenimiento preventivo, además, no se ha realizado un análisis del registro de fallas de las grúas tipo puente, por lo tanto, no han poseído un manual o procedimiento establecido para el mantenimiento preventivo, ya que este se realizaba cuando se presentaba la falla de la grúa y se procedía a su reparación. Para el logro del objetivo propuesto en esta investigación, se realizó un diagnóstico de la situación actual, donde se obtuvo toda la información necesaria para detectar el problema el cual se encontraba el estado de las grúas. Ante esta problemática, se propuso un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, bajo la metodología de proyecto factible respaldado con un diseño de campo y un nivel de la investigación descriptiva y dio soporte teórico que ha sustentado esta investigación, asimismo las técnicas e instrumentos de recolección de datos se basó en la observación directa, la revisión documental y los instrumentos para cumplir con los objetivos trazados. Finalmente, se construirá un programa de mantenimiento preventivo que dé a conocer las posibles soluciones más viables para la empresa; garantizando así una propuesta donde se especificarán los beneficios que se obtendrán y se calculará la razón costo beneficio

**Descriptor:** Mantenimiento, grúas tipo puente, preventivo, correctivo, programa.

## INTRODUCCIÓN

La grúa ha sido, es y será una máquina imprescindible en la carga y transporte de material pesado, es importante conocer el proceso de evolución que ha tenido a lo largo de su vida, desde sus inicios. Las primeras grúas de las que se tiene constancia fueron inventadas y por supuesto usadas en la antigua Grecia para la construcción de edificios de altura considerable, eran accionadas por animales y personas. A través de la historia la grúa ha ido evolucionando desde los romanos hasta la revolución industrial ampliando y modificando la capacidad de diversas máquinas.

Las grúas industriales son utilizadas en construcción y otras industrias que requieren levantar y mover verticalmente artículos pesados y/o de gran volumen. Debido a su uso, es necesario realizar un mantenimiento e inspecciones periódicas para que estén siempre en óptimas condiciones, sean seguras y no afecten el rendimiento. Un mantenimiento periódico de las grúas ayuda a aumentar el nivel de eficiencia, sobre todo cuando se deben hacer varias tareas por día, como en los sitios de construcción, donde es necesario llevar a cabo las tareas de manera rápida y efectiva para reducir el tiempo y ahorrar dinero.

Costel es una empresa dedicada a la Reparación, el Mantenimiento y Fabricación de Transformadores Eléctricos esta asume el compromiso y el control de mantener la calidad de todos sus procedimientos brindando de manera continua la eficiencia del sistema de gestión de calidad, a pesar de esto, ellos no cuentan con un manual de procedimiento para realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de las grúas tipo puente, además, ya que se realizan paradas no programadas y esto afecta la actividad de la empresa.

En tal sentido, se evidencia la necesidad con el plan de mantenimiento preventivo es buscar el aumento de la mantenibilidad de los activos generando registros en cada intervención realizada, manejando un control periódico para futuras inspecciones

anticipándose a posibles fallas. Del mismo modo, la presente investigación se desglosará de la siguiente manera:

En el **Capítulo I: El Problema**, se planteó el problema para el desarrollo de la presente investigación, así como los objetivos y la justificación del estudio describiendo la actual problemática en las grúas tipo puente en la empresa COSTEL C.A.

En el **Capítulo II: Marco Teórico**, se tomó en consideración los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que sirvieron de aportes, así como la definición de los términos básicos que fundamentan la presente investigación.

En el **Capítulo III: Marco Metodológico**, se hizo mención de la metodología utilizada en la investigación, destacando el tipo y diseño de la investigación, las estrategias, la población, la muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como las fases metodológicas.

En el **Capítulo IV: Resultados**, este último capítulo, presenta los resultados obtenidos del plan de mejora, esbozado en cuatro fases: diagnóstico de la situación actual de las condiciones de las grúas tipo puente dentro de las instalaciones en la empresa Costel C.A, determinación los ajustes necesarios para la aplicabilidad de los mantenimientos preventivos y correctivos en las grúas tipo puente , elaboración de una propuesta de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en las grúas tipo puente dentro de la empresa Costel C.A., evaluar la propuesta de un programa diseñado bajo un enfoque técnico, operativo, económico, ambiental y social. Finalmente, se dan las conclusiones y sugerencias obtenidas en la investigación.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1 Planteamiento del Problema

El mantenimiento industrial a nivel global dentro de las organizaciones, suele llevarse a cabo con la finalidad de preservar y conservar la vida útil de los equipos y maquinarias, además, ésta puede inducir de manera directa a disminuir los costos de una forma general, por tal motivo, el mantenimiento se puede definir, como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene cómo se restablece a un estado en él cual, puede realizar funciones designadas y es un factor importante en la calidad de los productos, actualmente, esto se ha convertido en una necesidad para las empresas u organizaciones.

Sarmiento, M. (2009:78), agrega que:

*“en la actualidad, a nivel mundial, las empresas sufren constantes cambios dentro y fuera de la misma, con relación a la forma de alcanzar metas, lo que obliga a estas a ser más ágiles; proyectando sus procesos productivos a la calidad socio industrial, con la finalidad de garantizar su durabilidad en el futuro”.*

Desde este punto de vista, las organizaciones requieren contar con elementos que se encuentren en óptimo funcionamiento, a fin de que se garantice el cumplimiento de las tareas, motivando a los gerentes o empresarios a analizar la importancia del mantenimiento y la actualización de las maquinarias.

Las grúas a nivel global, se han posicionado como una maquinaria de gran importancia en las empresas, gracias a su versatilidad y funcionalidad ya que estas les permiten acelerar el transporte de cargas de manera más eficiente y segura, es por ello que su mantenimiento es primordial para así generar un óptimo rendimiento de las actividades. Actualmente, existen distintos tipos de grúas, por ello, las técnicas de mantenimiento se adecuan a cada empresa.

En Venezuela, la empresa Costel, es una empresa dedicada a la Reparación, el Mantenimiento y Fabricación de Transformadores Eléctricos, vinculada a todo el ramo

Eléctrico Industrial. Desde entonces se ha venido afianzando en el mercado ocupando actualmente gran parte del Mercado Nacional. La empresa Costel, tiene 55 años al servicio de grandes empresas que la han hecho pionera en la Reparación, el Mantenimiento y la Fabricación de Transformadores Eléctricos hasta 100 MVA. Su política está fundamentada en la calidad y el control de las diferentes etapas del funcionamiento de los transformadores, manteniendo los requisitos del producto y la satisfacción del cliente, asumiendo el compromiso de cumplir con los requisitos de mejorar continuamente la eficiencia del sistema de gestión de calidad.

En Costel, el uso de las grúas es vital para el funcionamiento de reparación de los transformadores eléctricos, ya que estas facilitan el transporte y manejo de los mismos; estas son destinadas a subir y distribuir las cargas en los espacios acondicionados para su mantenimiento y reparación; así, poder brindar a los clientes un servicio de calidad, es por ello que dentro de la empresa el óptimo funcionamiento es de suma importancia aquí se pueden observar las grúas empleadas para realizar el manejo de los diferentes tipos de transformadores dentro de la empresa (Ver figura 1,2,3 y 4).



**Figura 1:** Grúas De Puente 5 Ton  
FUENTE: Herdó A, Zarate J (2021)



**Figura 2:** Grúas De Puente 10 Ton  
FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)



**Figura 3:** Grúas De Puente De 60 Ton  
FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)



**Figura 4:** Grúas De Punte 100 Ton  
FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

A pesar que la empresa Costel ha mantenido desde sus inicios un control de calidad y satisfacci3n al cliente, se pudo evidenciar por medio de la observaci3n, algunas debilidades tales como: no poseen un cronograma de mantenimiento preventivo, no existe un registro del mantenimiento preventivo ni correctivo, las paradas no son programadas al momento de realizar el mantenimiento de las grúas tipos puentes de 5, 10, 60, y 100 toneladas, Por lo tanto, no cuentan con procedimientos de mantenimiento preventivo establecidos, ya que este se realiza cuando se presentan las fallas y se procede a su reparaci3n (Ver Tabla 1 y 2 ).

Además, no hay una continuidad constante del chequeo de la hoja de proceso, puesto que el mantenimiento no es preventivo sino correctivo; no posee un stop para el reemplazo de la pieza de las grúas, además, no realizan la observaci3n peri3dica de las grúas, solamente hacen mantenimiento correctivo. Sumado a esto, la certificaci3n reglamentaria para su operatividad de las grúas se encuentra vencida.

**Tabla 1:** Fallas Más Frecuentes De Las Grúas Tipo Punte

Falla	Frecuencia De Fallas	Porcentaje %	% Acumulado	Zona	
Lubricación hidráulica	5	10%	10,00%	A	78,00%
Tablero de control	4	8%	18,00%	A	
Gancho grúa 10	4	8%	26,00%	A	
caja de motor	3	6%	32,00%	A	
Ganchos grúa 5	3	6%	38,00%	A	
Ruido y vibraciones	3	6%	44,00%	A	
Cable de alimentación eléctrica	3	6%	50,00%	A	
Polea de avance	3	6%	56,00%	A	
Frenos mecánicos	3	6%	62,00%	A	
Desgaste de rodamiento	2	4%	66,00%	A	
Baja de viscosidad	2	4%	70,00%	A	
sistema eléctrico	2	4%	74,00%	A	
Engranaje dañado	2	4%	78,00%	A	
Reductor de motor	2	4%	82,00%	B	16,00%
Poleas de ascenso y descenso	2	4%	86,00%	B	
Desgaste abrasivo	2	4%	90,00%	B	
Líneas de contacto	2	4%	94,00%	B	
La fractura del cable	2	4%	98,00%	C	
Pintura	1	2%	100%	C	6,00%
	50	100%			100%

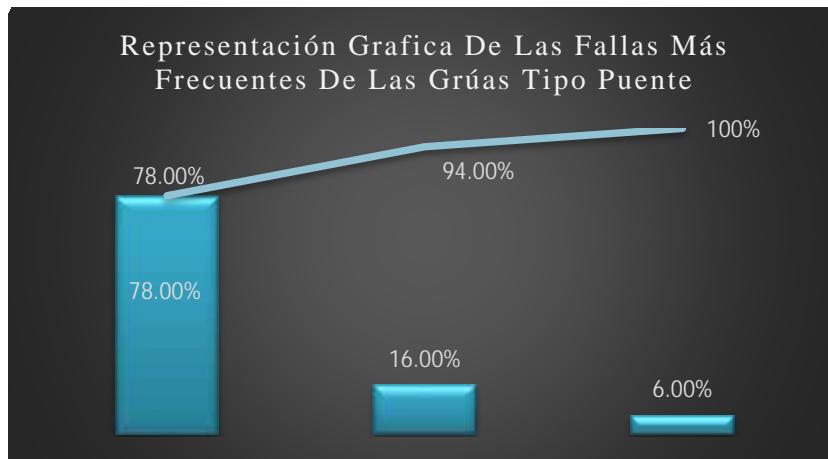
FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

**Tabla 2:** Representación Porcentual De Las Fallas Más Frecuentes De Las Grúas Tipo Punte

N° De Fallas	% Fallas	% Fallas Acumulado	% Frecuencia Falla	
13	68%	68%	78,00%	78,00%
4	21%	89%	16,00%	94,00%
2	11%	100%	6,00%	100%
19	100%		100%	

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

En los datos obtenidos en las tablas 1 y 2, se puede evidenciar las fallas más frecuentes en las grúas tipo puente. Por lo cual, surge la necesidad de proponer un plan mantenimiento total preventivo y correctivo (Ver Gráfico 1).



**Gráfico 1: Método de Pareto**  
FUENTE: Herdéz A, Zarate J (2021)

Se puede observar en la imagen una parada no programada, ya que la máquina se puso en marcha de manera intempestiva, motivado a una falla en los cables de alimentación eléctrica como resultado de unos apagones (blackouts) (Ver figura 5).



**Figura 5: Parada No Programada**  
FUENTE: Herdéz A, Zarate J (2021)

En el Cuadro 1 se observan sus respectivos datos, los cuales representan el formato de las órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo de los equipos durante el período en estudio (Ver cuadro1).

**Cuadro 1: Formato De Las Órdenes De Trabajo De Mantenimiento Correctivo Equipos**

NOMBRE DE LA MAQUINARIA	CÓDIGO	UBICACIÓN	BREVE DESCRIPCIÓN	FECHA	COSTO PROYECTADO	COSTO REAL
GRUA DE 5 TON	GR - 07	ARMADO	reparación y lubricación de los engranajes	02-07-2019	1.200 \$	1.600 \$
GRUA DE 10 TON	GR - 05	ARMADO	revisar y ajustar manualmente las conexiones tornillería y terminales de los accesorios del tablero eléctrico	12-06-2019	1.400 \$	1.800 \$
GRUA DE 60 TON	GR - 02	FOSA	cambio de los dientes del trinquete y punta y agujero de la palanca	22-08-2019	1.700 \$	2.000 \$
GRUA DE 100 TON	GR - 01	FOSA	reparación del gancho de carga engrase rodamiento axial y de poleas	20-09-2019	1700 \$	2.400 \$

FUENTE: Herdó A, Zarate J (2021)

En el cuadro 2 se representa el costo proyectado y el costo real como resultado del mantenimiento correctivo a las grúas de puente, vislumbrando los gastos de dichas reparaciones según el precio de los repuestos adquiridos para el efectuar su arreglo de las maquinarias (Ver cuadro 2).

**Cuadro 2: Costo Proyectado**

CÓDIGO	COSTO PROYECTADO	COSTO REAL	% REAL VS % PLANTEADO 2019
GR -07	1.200 \$	1.600 \$	133,33 %
GR -05	1.400 \$	1.800 \$	128,57 %
GR -02	1.700 \$	2.000 \$	141,18 %
GR -01	1.700 \$	2.400 \$	175,00 %
Total	6.000 \$	7.800 \$	130,00 %

FUENTE: Herdó A, Zarate J (2021)

## **1.2 Formulación del Problema**

¿De qué manera se puede mejorar el funcionamiento de las grúas tipo puente de 5, 10, 60 y 100 toneladas dentro de la empresa Costel C.A.?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de las grúas tipo puente de 5, 10, 60 y 100 toneladas dentro de la Empresa Costel C.A.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual de las condiciones de las grúas tipo puente dentro de las instalaciones en la empresa Costel C.A.
- Determinar los ajustes necesarios para la aplicabilidad de los mantenimientos preventivos y correctivos en las grúas
- Elaborar una propuesta de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en las grúas tipo puente dentro de la empresa Costel C.A.
- Evaluar la propuesta de un programa diseñado bajo un enfoque técnico, operativo, económico, ambiental y social.

## **1.4 Justificación de la investigación**

En la actualidad, poseer un programa de mantenimiento es de vital importancia para las actividades de la empresa, sin embargo, en Costel, no cuenta con un programa de mantenimiento de las grúas tipo puente y aunado a esto, no disponen de un manual de procedimiento para la realización de chequeos oportuno y así evitar la parada no programada de las grúas ya que las reparaciones se realizan cuando surge una falla.

Con base en estas consideraciones, el trabajo de investigación actual se fundamenta en un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de las grúas tipos puentes de 5, 10, 60 y 100 toneladas en la empresa Costel c.a. cuyo objetivo es dar aporte ofreciendo como beneficio que la empresa obtenga un mayor rendimiento de las grúas tipo puente alargando su vida útil, por lo tanto, se busca garantizar una durabilidad y buen funcionamiento, previniendo los

degastes prematuros para mitigar los efectos negativos que afectan directamente al procesos.

Mediante la implementación de esta propuesta se generan diversos beneficios que aportaran soluciones y alternativas importantes para la empresa, como lo son el ahorro de tiempo y dinero, ya que se evitaran paradas no programadas, permitirán contar con máquinas operativas facilitando el mejoramiento de los niveles productivos y generara confianza en los trabajadores y así disminuir los posibles accidentes otorgando seguridad y confianza en el ambiente laboral. Para los investigadores del trabajo ha ofrecido un mayor grado de conocimientos y herramientas vitales para el desarrollo en el campo laboral y sustentar bases en sus potencialidades profesionales.

### **1.5 Alcance**

La presente investigación tiene como finalidad, la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que se llevara a cabo en la Empresa Costel C.A., para las maquinarias como son las grúas y así resaltar la importancia de la durabilidad de los mismos , proponer medidas preventivas mediante la elaboración o implementación de herramientas que ayude en el proceso de mantenimiento, esta elaboración del programa se desarrollara en el periodo 2020-2021 en un lapso estipulado de 6 meses.

Este programa de mantenimiento además dentro de la empresa busca hacer una herramienta que mejore la calidad, durabilidad y proporcione el mejor uso de las grúas dentro de la empresa.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

El marco teórico es la parte fundamental de toda investigación, en ella se identifica las fuentes primarias y secundarias sobre las cuales se sustenta la investigación y el diseño del estudio; además, amplía la descripción del problema e integra la teoría con la investigación y los factores que se estudian, constituyendo la presentación de postulados de distintos teóricos para sustentar los diferentes aspectos investigativos relacionados con el proyecto basados una revisión bibliográfica de la cual se adquirió información vinculada con el tema principal de la investigación. según Sabino, C. (2008), "Se trata de integrar al problema dentro de un ámbito donde éste cobre sentido, incorporando los conocimientos previos relativos al mismo y ordenándolos de modo tal que resulten útil a nuestra tarea". (p. 87).

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Después de haber hecho varias revisiones documentales de investigaciones, trabajos de pregrado y post grado, revistas, entre otros inherentes al tema mantenimiento preventivo y correctivo, se puede hacer referencia a ciertas investigaciones de interés para el tema en estudio:

Ramos, J (2017) Realizo Una Investigación Para Optar El Título Profesional De Ingeniero Mecánico De La Universidad Nacional De Trujillo, Trujillo – Perú titulado: **Aumento De La Disponibilidad Mediante La Implementación De Un Plan De Mantenimiento Preventivo A Las Maquinarias De La Empresa Atlanta Metal Drill S.A.C.** "El presente trabajo de investigación, describe la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos críticos que intervienen en el proceso de producción de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C, garantizando un aumento de la disponibilidad operacional de los equipos del taller de maestranza de la empresa, de una manera eficiente y segura. Para cumplir dicho objetivo fue necesario la recopilación de información de historiales de los tiempos de fallas de todas las

maquinas del área de maestranza, siendo un total de 23 máquinas con la que dispone la empresa tales como tornos, fresadoras, mandriladora, máquinas de soldar, compresoras, puentes grúa y taladros. Las máquinas en estudio se sometieron a un análisis de criticidad, resultando cuatro máquinas críticas debido a su mayor incidencia de fallas: fresadora torno paralelo torno vertical y mandriladora. Luego se procedió a realizar el cálculo de indicadores de mantenimiento, obteniendo una baja disponibilidad, pero después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, se logró aumentar la disponibilidad de las máquinas críticas en más de un 10%, es decir, el torno paralelo de 83.33 % a 93.84%; la fresadora de 84.72% a 94.79% y la mandriladora de 86.97 a 96.96, mejorando de esta manera el rendimiento de la maquinaria. Mediante el desarrollo de la metodología para el plan de mantenimiento preventivo a lo largo del desarrollo de la tesis se determinaron los siguientes puntos básicos tales como: Indicadores de mantenimiento, Comparación de indicadores de mantenimiento, Evaluación económica para determinar que el desarrollo de esta tesis a través del plan de mantenimiento preventivo es realmente factible.

Del mismo modo, González, J (2016), realizó su trabajo de grado titulado **“Propuesta de Mantenimiento Preventivo y Planificado para la Línea de Producción en la Empresa Latercer S.A.C”** para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. El autor citado plantea como objetivo general una propuesta de mantenimiento preventivo y planificado con la finalidad de lograr la máxima eficiencia de las máquinas, optimizando la producción con el adecuado mantenimiento que se les realice, además de un correcto mantenimiento preventivo que reduce las paradas no planificadas que conllevan a la pérdidas de tiempo, reduce materia prima que se malogra por estas paradas, elevando de este modo el nivel de competitividad al ser más continuo su proceso donde la empresa se ve beneficiada del aumento de su producción.

González, también menciona que el equivalente en el proceso actual por semana de ladrillo del tipo estándar es 410,557 millares por semana, con la propuesta planteada la cantidad de ladrillos llegó a 459,824 millares marcando una diferencia de 49,266

millares por semana, dependiendo del ladrillo a producir teniendo un aumento en la producción por cada tipo de ladrillo a un promedio de 12 %. Esta investigación tiene relación con la de los autores, puesto que se centra en el estudio enmarcado en el diseño de un manual de mantenimiento que permitirá la optimización del funcionamiento de las grúas tipo puente y la disponibilidad de las maquinarias en la aplicación de estrategias que permitan manejarlas de una forma eficiente y continua.

La presente investigación está vinculada con nuestro objeto de estudio debido a la importancia que existen en la implementación de una propuesta de mantenimiento, en ella se evidencia la necesidad de su elaboración reduciendo las paradas no planificadas que conllevan a la pérdida de tiempo

Por último, Yépez, H. (2016) desarrollo un trabajo especial de grado para optar por el título de ingeniero mecánico de la universidad José Antonio Páez, titulado: **“Rediseño del plan de mantenimiento preventivo de una línea de envasado de la empresa C.A Venezolana de pinturas”** el objetivo de este trabajo consiste en la adopción de un programa de mantenimiento preventivo de los equipos en la industria, es una estrategia clave para mejorar la competitividad de las empresas y también para alcanzar objetivos que de otro modo serían difíciles de conseguir al cliente, seguridad y normativas vigentes aplicables), sin embargo no todas las empresas cuentan con este servicio como es el caso de la empresa de Venezolana de Pinturas C.A.

Es por esto que la presente investigación realiza el rediseño ya que fue necesario diagnosticar la situación del mantenimiento de los equipos de la línea de envasado y analizar las causas que generan contratiempos en la ejecución del mantenimiento preventivo de los mismos. Seguidamente establecer cuál es la etapa de mayor importancia y cuáles son los equipos involucrados considerados como críticos.

Esta investigación tiene una relación con la desarrollada por los investigadores, porque en ella se exponen una serie de elementos significativos en cuanto a la visión factible de los cambios necesarios que debe establecer un programa de mantenimiento a las grúas tipo puente, sustentada en las diferentes concepciones y en la aplicabilidad

de un mantenimiento preventivo y correctivo para optimizar la vida útil de las maquinarias específicamente en nuestro objeto de estudio las grúas tipo puente.

Esta investigación se relaciona con nuestro objeto de estudio puesto que, en él, se evidencia la necesidad de la elaboración e implementación de un programa de mantenimiento para las maquinarias de tipo preventivo y correctivo.

En cada uno de los estudios citados, expresa la importancia de la elaboración y la implementación de un manual o programa de mantenimiento preventivo y correctivo, considerar las competencias, adecuada a las necesidades del contexto, debe estar en constante perfeccionamiento, a través de estrategias o acciones dirigidas a sus resultados a largo plazo para ser mucho más eficaces, demostrando los aspectos claves de la calidad y excelencia.

## **2.2 Bases Teóricas:**

Rojas (citado por Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, 2009), explica el desarrollo de las perspectivas teóricas como la relación de varias fases importantes como la recopilación, análisis de conceptos teóricos, revisión de investigaciones y antecedentes que guarden relación con el tema, a fin de enmarcar el planteamiento del problema con sustentos teóricos y de esta manera contribuir con el desarrollo de la investigación a través del marco teórico.

### **2.2.1 Mantenimiento**

Duffua y Raouf (2000) el mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa.

Suárez, (2007) lo define como el conjunto de acciones que permite mantener o restablecer un sistema productivo a un estado específico de operación, para que pueda cumplir un servicio determinado. Igualmente, García (2009), señala que mantenimiento: “se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante

mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” (p.1). Con respecto a mantenimiento, Penkova (2007) señala:

El mantenimiento consiste en una serie de actividades con cuya ejecución se logra alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones preserva sus funciones y afecta todos los aspectos de una organización: disponibilidad y costos, seguridad, integridad ambiental, eficiencia energética y calidad de productos. Entonces, el objetivo de mantenimiento de máquinas y equipos, se puede definir cómo conseguir como definir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y que las mantiene. (p.669).

Es por ello que, se entiende por mantenimiento a un conjunto de actividades necesarias que se encarga de conservar y controlar el buen estado de las instalaciones de toda clase, como podrían ser las funciones productivas y las de servicio. Con el objetivo de ofrecer una seguridad de funcionamiento al costo mínimo. Considerando la anterior definición mencionamos las distintas actividades relacionadas al mantenimiento:

- La prevención y corrección de averías.
- Evaluación y cuantificación del estado de las instalaciones.
- Considerar aspectos económicos (costos).

Es importante entender que el mantenimiento empieza desde el proyecto de diseño de las máquinas, para lograr de esta manera un mantenimiento de forma adecuada, es necesario empezar desde las especificaciones técnicas como los planos, normas, tolerancias y documentos técnicos que nos proporcionan los proveedores.

Toda esta información se debe sintetizar en el conjunto de actividades que realizará el personal de mantenimiento, para el cuidado y buen funcionamiento de los equipos en el futuro. (Gamarra T, J. (2004)

### **2.2.2 Objetivo del mantenimiento**

- Mejorar continuamente los equipos hasta su más alto nivel operativo, mediante el incremento de la disponibilidad, efectividad y confiabilidad.
- Aprovechar al máximo los componentes de los equipos, para disminuir los costos de mantenimiento.
- Garantizar el buen funcionamiento de los equipos, para aumentar la producción.
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Maximizar el beneficio global.

### **2.2.3 Funciones del Mantenimiento**

#### **Funciones Primarias:**

- Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, entre otros.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Nuevas instalaciones de equipos y edificios.
- Desarrollo de programas de mantenimiento.
- Selección y entrenamiento del personal.

#### **Funciones Secundarias:**

- Asesorar la compra de nuevos equipos.
- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros.
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección.

#### **Actividades y responsabilidades del mantenimiento**

- Máxima seguridad.
- Mantener al equipo con su mejor eficiencia de operación.
- Reducir al mínimo el tiempo de paro.
- Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.
- Investigar las causas y remedios de los paros de emergencia.
- Planear y coordinar la distribución del trabajo acorde con la fuerza laboral disponible.
- Preparar anualmente un presupuesto, con justificación adecuada que cubra el costo de mantenimiento (ver figura 3).



**Figura 6:** Mantenimiento Y Tipo De Mantenimiento  
 FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

#### 2.2.4 Mantenimiento predictivo

Según Nava A (2006) el mantenimiento predictivo es el que busca conocer el estado y operatividad de los equipos mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, entre otras) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

### **Ventajas**

- Da más continuidad en la operación. Puesto a que, si en la primera revisión se detecta algún cambio necesario, se programa otra pequeña pausa para instalarlo, se puede mantener una continuidad entre revisiones.
- Más confiabilidad. Al utilizar aparatos y personal calificado, los resultados deben ser más exactos.
- Requiere menos personal. Esto genera una disminución en el costo de personal y en los procesos de contratación, aunque luego veremos una desventaja sobre ello.
- Los repuestos duran más. Como las revisiones son en base a resultados, y no a percepción, se busca que los repuestos duren exactamente el tiempo que debe ser.

### **Desventajas**

- Siempre que hay un daño, necesita programación. Si al dueño le urge que se repare, es posible que tenga que esperar hasta la fecha que se defina como segunda revisión, por lo que las urgencias también deben darse mediante programaciones.
- Requiere equipos especiales y costosos. Al buscarse medir todo con precisión, los equipos y aparatos suelen ser de alto costo, por lo que necesitan buscarse las mejores opciones para adquirirse.

### **2.2.5 Mantenimiento preventivo**

Son actividades planificadas en cuanto a inspección, detección y prevención de fallas, cuyo objetivo es mantener los equipos bajo condiciones específicas de operación (estándar de funcionamiento). Se ejecuta a frecuencias dinámicas, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, las condiciones operacionales, y la historia de falla de los equipos. (Suárez. 2007)

### **Ventajas**

- Bajo costo en relación con el mantenimiento predictivo.
- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.

- Reduce la probabilidad de paros imprevistos.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.

### **Desventajas**

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.

### **2.2.6 Mantenimiento Cíclico**

El mantenimiento cíclico de mantención, es la forma más básica de realizar mantenimiento preventivo, ya que las intervenciones se ejecutan de manera establecida según fechas (calendario) o según edad (horas de operación), siendo esta última una forma algo más evolucionada que la primera. Más allá de las intervenciones de carácter rutinario, esta forma de mantención tiene sentido solo durante la fase de desgaste del equipo, ya que, para el resto de las etapas, es necesario diagnosticar para decidir la conveniencia de intervenir, en cuyo caso estaríamos en presencia de una mantención preventiva según condición o del tipo predictiva.

### **2.2.7 Mantenimiento Según Condición y Predictivo**

Según Navas A (2006) El mantenimiento basado en condición (CBM), consiste en el control de los activos industriales a través del monitoreo de parámetros representativos del rendimiento o condición de un equipo. Esta estrategia supone la definición de un rango aceptable de operación para cada parámetro observado y el monitoreo de su valor instantáneo o periódico según sea necesario. El mantenimiento se realiza cuando una variable de control presenta valores que exceden los límites aceptables de operación y no necesariamente en respuesta a una detención o falla verificada en el equipo.

Un aspecto importante es que se puedan definir distintos estados de rendimiento dentro del rango aceptable de operación, lo que permite realizar un seguimiento y predecir la condición segura del equipo.

En este caso, se estaría en presencia del Mantenimiento Predictivo, ya que a diferencia de la "Según Condición", en que la intervención se realiza cuando se alcanza un nivel crítico establecido, en la predictiva, a través del comportamiento de una variable en el tiempo es posible modelar y predecir la condición futura y así decidir el tiempo para la intervención.

### **2.2.8 Mantenimiento Correctivo**

Son actividades que se realizan después de la ocurrencia de una falla. El objetivo de este tipo de mantenimiento consiste en restablecer las condiciones operativas de un determinado equipo una vez ocurrida la falla, esto por medio de restauración o reemplazo de componentes o partes de equipos ya sea debido al desgaste, daños o roturas de éstos. (Suárez. 2007)

#### **Ventajas**

- Una mayor duración tanto de los equipos como de las instalaciones.
- Una reducción en los costos de reparaciones.
- Lograr uniformidad en cuanto a la carga de trabajo para el personal encargado del mantenimiento se refiere, esto gracias a la programación de actividades.
- La confiabilidad que se logra en todo el personal al saber que se encuentran laborando en las mejores condiciones de seguridad posible.

#### **Desventajas**

- Es común que algunas fallas sean originadas al momento de la ejecución, ocasionando con ello que éste sea más tardado.

- Un precio de reparación que puede ser muy elevado, lo que a su vez podría afectar al momento de comprar los repuestos cuando sean necesarios.
- Resulta imposible garantizar el tiempo que se demorará el proceso de reparación de las fallas.

### **2.2.9 Sistema de Mantenimiento**

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. Los sistemas de mantenimiento también contribuyen en el logro de las metas al incrementar las utilidades y la satisfacción del cliente. Estas se logran reduciendo el mínimo el tiempo muerto de la planta, mejorando la utilidad, incrementando la productividad y entregando oportunamente los pedidos a los clientes.

El Objetivo del mantenimiento es asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

- Garantía de la disponibilidad y confiabilidad planeada.
- Satisfacción de todos los requisitos de calidad.
- Maximizar el beneficio global.
- Adecuada disponibilidad de equipos e instalaciones al costo más conveniente.

### **2.2.10 Planificación y Programación del Mantenimiento**

Es el diseño de programas de actividades de mantenimiento, distribuidas en el tiempo, donde la frecuencia puede ser conocida o desconocidas, los recursos asignados dependiendo de la situación actual y contexto de los equipos y permite mantener los equipos en operación para cumplir con las metas de producción preestablecidas por la organización. El inicio de mantenimiento es la planificación, donde se prepara la ejecución de los trabajos, consiguiendo la participación de todos los recursos y resolviendo todos los problemas que puedan afectar su eficiente ejecución.

### **2.2.11 Necesidades de elaborar un plan de mantenimiento preventivo**

La fiabilidad y la disponibilidad de una empresa dependen del diseño y la calidad de su montaje, en el cual influyen las técnicas utilizadas para su ejecución. Dependen de la forma y buenas costumbres del personal de producción, el personal que opera en las instalaciones y por último dependen del mantenimiento que se realice.

Normalmente se presta mucha importancia al mantenimiento de los equipos principales, haciendo a un lado el mantenimiento de los equipos auxiliares; esto representa un grave error pues uno de esos equipos al presentar una falla puede parar la producción de la empresa y ocasionar un daño en un equipo más costoso. Conviene entonces prestar atención también a aquellos equipos capaces de provocar fallos críticos.

### **2.2.12 Costos asociados al mantenimiento**

Neto (2008): "La misión del mantenimiento es implementar y mejorar en forma continua la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras y así generar beneficios en costos.

- **Mano de Obra:** Utilizada en el equipo de trabajo y en la ejecución del plan de mantenimiento. Toda mano de obra debe estar asegurada, como lo dispone la ley.
- **Maquinaria o Equipos:** Bienes y actividades empleadas en forma directa en la ejecución del plan de mantenimiento.
- **Materiales:** Incluye las partes, equipos, lubricantes, herramientas, repuestos, entre otros.
- **Tiempo de Indisponibilidad Operacional:** Periodo inactivo de producción mientras se realiza el trabajo de mantenimiento al equipo.
- **Gastos Generales:** Servicios, logística, talleres, capacitación etc.
- **Costos indirectos:** Equipos suplementarios para garantizar la ejecución de mantenimiento.

**La falta de mantenimiento o un mal mantenimiento genera pérdidas, algunas de ellas son:**

- **Incremento de la Inversión:** Debido al incorrecto mantenimiento de los equipos su vida útil se reduce y por ende el retorno de su inversión se extiende.
- **Pérdidas de Calidad:** Ocurren cuando el equipo no tiene un mantenimiento adecuado. Cuando se cambia el esquema de mantenimiento de un equipo, deben evaluarse los cambios de la calidad que esa modificación significara.
- **Costos de Capital:** Con un mal mantenimiento se presentarán más fallas intempestivas que ocasionarán sobrecostos en el sistema productivo.
- **Pérdidas de Energía:** Un equipo mal mantenido puede llegar a consumir más energía que el mismo equipo con un adecuado mantenimiento.
- **Ambiente Laboral:** Generar un espacio agradable de trabajo es importante para obtener un buen desempeño laboral. Dentro de las funciones básicas del mantenimiento se encuentra la limpieza y el cuidado de los equipos.

### **2.2.13 Establecimiento de un plan de mantenimiento**

Para lograr satisfactoriamente establecer el plan se deben seguir cuidadosamente los pasos a continuación:

1. Clasificación e identificación de equipos.
2. Disponer de una lista donde se especifique de forma detallada los equipos por su número de identificación, ubicación y clasificación.
3. Recopilar información. Se agrupa toda la información necesaria para realizar el mantenimiento del equipo. Las condiciones de trabajo, diseño, recomendaciones del fabricante.

4. Seleccionar la política de mantenimiento.

#### **2.2.14 TPM- mantenimiento productivo total**

Se define como el conjunto de técnicas que garantizan a las máquinas y organizaciones su continuo funcionamiento en un proceso de producción que consta de evolución para la mejora continua incluyendo a todas las partes de la organización.

##### **Mantenimiento productivo total:**

Mantenimiento productivo total: T=todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa p= se puede asociar a un término con una visión más amplia como el perfeccionamiento M= realizar actividades de dirección y transformación de la empresa. Según autor María Fernanda Rojas Rangel (2011), Bucaramanga, los Conceptos del mantenimiento productivo total se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial. Este es un sistema para el control de equipos en las plantas con un nivel de automatización importante.

Mantenimiento productivo total es un sistema japonés de mantenimiento industrial perfeccionado por la cultura japonesa y creada por la cultura norteamericana. Nace del concepto de mantenimiento preventivo creado por los Estados Unidos. (Kauro, 2002, p.48) Según Abel David Arriaza Rivera Guatemala (2015). El TPM es un sistema de gestión que permite evitar todo tipo de pérdidas en el periodo de vida de un sistema productivo, es decir, que reduce de manera significativa los tiempos de muda que se generan por una mala gestión de mantenimiento.

Este sistema permite aumentar la eficacia e involucra a todo el personal desde los operadores de la maquinaria hasta la alta dirección de la empresa en el mantenimiento efectivo de la maquinaria, orientando el liderazgo de cada colaborador en las actividades de cada día. Este sistema de gestión se desarrolló con el fin de mejorar productos y servicios, además de contar con un sistema de producción más eficiente, desarrollando la interacción del operario en funciones de mantenimiento básico. (Tavares, 2000, p.99).

Es una nueva filosofía para la producción y el mantenimiento. Para el éxito de TPM es importante el compromiso de la alta dirección en el proyecto para llegar a los niveles operativos y lograr el mismo compromiso con el proyecto. Se habla acerca de la importancia de la seguridad industrial que es un objetivo de implementar la metodología de las 9S, logrando con ellos cero accidentes por falta de precaución.

Es importante el trabajo en equipo para que el proyecto de implementación pueda ser realizado eficientemente.

**Pilares del TPM:**

1. Mejoras enfocadas.
2. Mantenimiento autónomo.
3. Mantenimiento planificado.
4. Mantenimiento de la calidad.
5. Mantenimiento temprano.
6. Mantenimiento de las áreas administrativas.
7. Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento.
8. Seguridad, higiene y medio ambiente.

El TPM es una práctica con perfil humano, favoreciendo la compatibilidad entre recursos humanos y mantenimiento. Además, utiliza acciones correctivas, modificativas, y preventivas en la mayoría de los casos

Ventajas del TPM

**Mayor eficiencia.**

Esto tiene que ver con el propósito de este sistema de trabajo, ya que si se implementa de manera correcta es posible tener las cadenas de producción moviéndose de manera constante, ya que no hay que preocuparse de que se pierda tiempo porque un aparato dejó de funcionar o porque una descompostura creó un efecto domino que detuvo a toda una industria. De esta forma se cumplen los plazos, los clientes quedan satisfechos y se genera mayor confiabilidad.

### **Más ganancias.**

Con un rendimiento mejorado, la manufactura de los artículos se vuelve más eficiente porque sus costos disminuyen, y con los mismos o más artículos fabricados se tiene una mayor rentabilidad en el mercado. Además, los retrasos y las pérdidas monetarias que éstos podrían generar desaparecen, y para lograr esto no se compromete la calidad en ningún momento.

### **Integración del personal.**

Este programa deja que las personas más cercanas a las máquinas, y, por lo tanto, quienes las conocen mejor, sean los encargados de su mantenimiento para que su desempeño no sea afectado por algún imprevisto. Los operadores son los responsables, por lo que su papel en todos los procesos de una industria se vuelve más relevante.

### **Concentración en otras tareas.**

Cuando se tiene a los trabajadores adecuados y en grupos pequeños vigilando que la maquinaria funcione como debe, las personas que antes se dedicaban a mantener los equipos, pueden enfocarse en otras actividades igual de importantes y aumentar su rendimiento.

### **Menos errores o problemas.**

Uno de sus objetivos principales es mantener todo funcionando óptimamente, de modo que la productividad puede incrementarse. Por esta razón se basa en cuidados planeados y programados para que las cosas no se tengan que reparar cuando ya estén rotas, y se prevengan problemas con el conocimiento de todos. En este sentido, se utilizan muchos factores para saber cuándo es el momento indicado para realmente atender una máquina en particular. Van desde en análisis de un historial de fallos previos o hasta el monitoreo constante para ubicar errores a tiempo.

### **Entorno más seguro.**

En un lugar donde la maquinaria prácticamente no se averiará, existe menos probabilidad de sufrir algún accidente relacionado dicha situación. Esto se debe a que cada pieza de una industria es cuidada por los expertos en su área, por lo que se tiene un ambiente más ordenado y seguro.

### **Personal más capacitado.**

La participación de los empleados en este programa es fundamental para que todo salga bien, y por esta razón es que a los encargados de los equipos se les capacita en todos los aspectos de las herramientas que usan, desde cada una de sus partes, hasta las bases para identificar un comportamiento defectuoso.

### **Desventajas del TPM:**

#### **Resistencia al cambio.**

Al principio, uno de sus mayores dificultades es la aceptación que tienen los trabajadores con esta metodología, ya que al largo plazo esto significaría más responsabilidades para ellos.

#### **Implementación abrumadora.**

Así como es un sistema que ofrece muchos beneficios a quien lo use, también requiera una cantidad considerable de esfuerzo para aplicarse. Esto se debe a toda la capacitación que van a necesitar los empleados, el tiempo que se va a necesitar y además, los costos iniciales, que no cualquier empresa podrá asumir, de modo que a pesar de ser la opción que alguien necesita, tiene una barrera de entrada muy grande. Provechoso para ellos en el futuro, se tiene que considerar el proceso de adaptación de varios a estas modificaciones.

### **2.2.15 Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF)**

Con respecto a la metodología de análisis de modos de fallos y sus efectos, González (2003) expresa lo siguiente:

El análisis de los modos de fallos en mantenimiento para evitar errores en las fases o procesos preventivos o correctivos se identifica con el denominado AMEF (failure modes and effects analysis), que, a su vez, se fundamenta en los estudios de árboles de fallos y modos y repercusiones de éstos. Como se desarrolla en las técnicas organizativas de mantenimiento denominadas RCM, este análisis trata de evitar fallos acaecidos en nuestros procesos de mantenimiento, revisando de forma metodológica y sistemática los mismos y la experiencia acumulada. Es un medio esencial para lograr

bucles de calidad, tanto a nivel de ingeniería de mantenimiento como de la propia ejecución o producción de mantenimiento. (p.203).

La metodología del AMEF, permite analizar las fallas que presentan los equipos dentro de un sistema productivo además de la determinación de las causas de fallos y las diferentes consecuencias y efectos, este medio permite definir medidas preventivas y correctivas con la finalidad de evitar que se repitan los fallos funcionales y contribuir a incrementar satisfacción del cliente y reducir los costos asociados a los fallos funcionales. Para su desarrollo es necesario cuantificar y calificar las consecuencias y efectos ocasionados por los fallos funcionales esto permitirá establecer prioridades de acuerdo a los niveles de riesgo que tienen en sus repercusiones.

Por otra parte, sobre la definición exacta de la metodología “AMFE” Análisis Modal de Fallas y Efectos Escalante (2008), expresa lo siguiente:

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos es un método dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, que, mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo... (p.4).La metodología es de máxima utilidad para la mejora continua de los procesos actuales, a través del análisis sistemático y metodológico se pueden evidenciar los puntos aspectos de mejora denominado los modos de fallo y con ello sus parámetros de evaluación denominados ocurrencia, detección y severidad.

**Objetivos del AMEF:**

- Asegurar la calidad y satisfacer al cliente.
- Diagnosticar los modos de fallos potenciales dentro de un sistema productivo.
- Introducir en las organizaciones la filosofía de prevención.
- Priorizar los modos de fallos que representan mayor impacto en los criterios de disponibilidad, seguridad, calidad, producción, entre otros.

- Tomar acciones preventivas y/o correctivas y documentarlas, con la finalidad de minimizar o eliminar las causas de fallo del proceso.

#### **2.2.16 Tipos de AMEF**

Se pueden distinguir dos tipos de AMEF de acuerdo al marco de gestión de proceso principalmente porque existe una correlación significativa entre ellos, los AMEF de diseño y proceso siguen uno al otro en una secuencia lógica, por ejemplo, en la elaboración de los AMEF de diseños se pueden identificar deficiencias del proceso que inciden directamente como la causa de un modo de fallo de un equipo, esta deficiencia es identificada como un modo de falla del proceso a través de un AMEF.

Para la investigación se analizarán y se levantarán AMEF de procesos, esto se refiere al análisis de modos y efectos de fallos potenciales de un proceso de fabricación, para asegurar su calidad de funcionamiento y de igual forma garantizar los requerimientos y especificaciones del producto exigidos por los clientes.

#### **2.2.17 Beneficios del AMEF**

Los beneficios de la implantación del AMEF en un sistema son:

- Identificar fallas o defectos antes de que estos ocurran.
- Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios.
- Conseguir procesos de desarrollo más cortos.
- Documentar los conocimientos sobre los procesos.
- Incrementar la satisfacción del cliente.
- Mantener el Know-How en la compañía.

Además de estudiar e identificar los posibles fallos que puedan comprometer la continuidad de una cadena de producción o de un negocio, mediante el AMEF lo que se hace es clasificar esos riesgos según su importancia.

#### **2.2.18 Cuando se debe implementar el AMEF:**

El AMEF es un procedimiento que enriquece a las organizaciones, de manera que considerar implementarlo no requiere de condiciones específicas de las operaciones.

Sin embargo, pueden detectarse situaciones en las cuales el AMEF es una herramienta vital de soporte, por ejemplo:

- Diseño de nuevos productos y/o servicios.
- Diseño de procesos.
- Programas de mantenimiento preventivo.
- Etapas de documentación de procesos y productos.
- Etapas de recopilación de información como recurso de formación.
- Por exigencia de los clientes.

El AMEF es por excelencia la metodología propuesta como mecanismo de acción preventivo en el diagnóstico y la implementación del Lean Manufacturing. Este se activa por medio de los indicadores cuando se requiere prevenir la generación de problemas.

#### **2.2.19 Procedimiento para realizar el AMEF de un proceso – AMEFP**

En primer lugar, debe considerarse que para desarrollar el AMEF se requiere de un trabajo previo de recolección de información; en este caso el proceso debe contar con documentación suficiente acerca de todos los elementos que lo componen. El AMEF es un procedimiento sistemático cuyos pasos se describen a continuación:

1. Desarrollar un mapa del proceso (Representación gráfica de las operaciones).
2. Formar un equipo de trabajo (Team Kaizen), documentar el proceso, el producto, etc.
3. Determinar los pasos críticos del proceso.
4. Determinar las fallas potenciales de cada paso del proceso, determinar sus efectos y evaluar su nivel de gravedad (severidad).
5. Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.
6. Indicar los controles (medidas de detección) que se tienen para detectar fallas y evaluarlas.
7. Obtener el número de prioridad de riesgo para cada falla y tomar decisiones.
8. Ejecutar acciones preventivas, correctivas o de mejora.

#### **2.2.20 Norma COVENIN 3174 (2000)**

Esta norma establece las condiciones mínimas para el establecimiento de un servicio de mantenimiento que asegure el cumplimiento de las funciones específicas para las cuales se han diseñado equipos de izamiento. Así mismo, contempla las pruebas que se le deben realizar a un equipo de izamiento.

#### **2.2.21 Norma COVENIN 3049 (1993).**

Esta norma establece el marco conceptual de la función de mantenimiento a fin de tender a la unificación de criterios y principios básicos de dicha función Su aplicación está dirigida a aquellos sistemas en operación sujetos a mantenimiento.

#### **2.2.22 Norma COVENIN 2500-93.**

Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria. Esta norma venezolana contempla un método cuantitativo, para la evaluación de sistemas de Mantenimiento en empresas manufactureras, para determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento mediante el análisis y calificación de los siguientes factores:

- Organización de la empresa.
- Organización de la función de Mantenimiento.
- Planificación, programación y control de las actividades de Mantenimiento. 4
- Competencia del personal.

#### **2.2.23 ISO 9000**

ISO 9000 es una de las normas más ampliamente reconocidas en el mundo. ISO 9000 es una norma de Gestión de Calidad que contiene las directrices que permiten aumentar la eficiencia de un negocio y la satisfacción del cliente. El objetivo de la ISO 9000 es implementar un sistema de gestión de calidad dentro de una organización, aumentar la productividad, reducir los costos innecesarios y garantizar la calidad de los procesos y productos.

#### **2.2.24 CICLO PHVA**

Es considerado como una metodología para la mejora continua de la gestión. Fue desarrollada por Walter Shewhart y nombrada como el ciclo Deming por los japoneses en 1950. En este estudio se asumen las siguientes consideraciones acerca de las actividades del ciclo PHVA, esta constituyen la guía o referencia para identificar las variables que constituyen la gestión de mantenimiento. En la actualidad, las empresas tienen que enfrentarse a un nivel tan alto de competencia que para poder crecer y desarrollarse, y a veces incluso para lograr su propia supervivencia, han de mejorar continuamente, evolucionar y renovarse de forma fluida y constante. UMNG (2019)

Las siglas del ciclo o fórmula PHVA forman un acrónimo compuesto por las iniciales de las palabras Planificar, Hacer Verificar y Actuar. Cada uno de estos 4 conceptos corresponde a una fase o etapa del ciclo:

##### **Planificar:**

En la etapa de planificación se establecen objetivos y se identifican los procesos necesarios para lograr unos determinados resultados de acuerdo a las políticas de la organización.

##### **Hacer:**

Consiste en la implementación de los cambios o acciones necesarias para lograr las mejoras planteadas.

##### **Verificar:**

Una vez se ha puesto en marcha el plan de mejoras, se establece un periodo de prueba para medir y valorar la efectividad de los cambios. Se trata de una fase de regulación y ajuste

##### **Actuar:**

Realizadas las mediciones, en el caso de que los resultados no se ajusten a las expectativas y objetivos predefinidos, se realizan las correcciones y modificaciones necesarias.

La principal característica de un ciclo PHVA es que no tiene un punto y final en el momento en que se obtenga un determinado resultado, sino que se crea una rueda continua en la que el ciclo se reinicia una y otra vez de manera periódica, generando de esta forma un proceso de mejora continua. Cada ciclo terminado, además de para conseguir mejoras hasta un cierto nivel en un determinado circuito o área de la empresa, debe servir también como fuente de aprendizaje para mejorar en cada paso y aprender de los errores. Esto significa que siempre se debe buscar la optimización de las acciones por medio del análisis de: indicadores, logros obtenidos y programas de mejora ya implementados.

Según García, S (2009-2012), “define el mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible en busca de la más alta disponibilidad con el máximo rendimiento”. El mantenimiento Preventivo y correctivo tiene como meta la maximización de los beneficios tales como: lograr la vida útil de las grúas tipo puente, menos accidentes, que los costos de las reparaciones sean menores y la empresa optimice su productividad

### **2.3 Bases legales**

#### **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)**

**Art. 87:** Toda persona tiene derecho al trabajo y el deber de trabajar. El Estado garantizará la adopción de las medidas necesarias a los fines de que toda persona pueda obtener ocupación productiva, que le proporcione una existencia digna y decorosa y le garantice el pleno ejercicio de este derecho. Es fin del Estado fomentar el empleo. La ley adoptará medidas tendentes a garantizar el ejercicio de los derechos laborales de los trabajadores y trabajadoras no dependientes. La libertad de trabajo no será sometida a otras restricciones que las que la ley establezca. Todo patrono o patrona garantizará a sus trabajadores o trabajadoras condiciones de seguridad, higiene y ambiente de trabajo adecuados. El Estado adoptará medidas y creará instituciones que permitan el control y la promoción de estas condiciones.

**Ley orgánica de prevención, condiciones y medio ambiente de trabajo  
(2005) LOPCYMAT**

**Art.1:** El objetivo de la presente Ley es garantizar a los trabajadores, permanentes y ocasionales, condiciones de seguridad, salud y bienestar en un medio ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio de sus facultades físicas y mentales.

**Art.70:** Definición de Enfermedad Ocupacional Se entiende por enfermedad ocupacional, los estados patológicos contraídos o agravados con ocasión del trabajo o exposición al medio en el que el trabajador o la trabajadora se encuentra obligado a trabajar, tales como los imputables a la acción de agentes físicos y mecánicos, condiciones disergonómicas, meteorológicas, agentes químicos, biológicos, factores psicosociales y emocionales, que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes. Se presumirá el carácter ocupacional de aquellos estados patológicos incluidos en la lista de enfermedades ocupacionales establecidas en las normas técnicas de la presente Ley, y las que en lo sucesivo se añadieren en revisiones periódicas realizadas por el Ministerio con competencia en materia de seguridad y salud en el trabajo conjuntamente con el Ministerio con competencia en materia de salud.

**Art.73:** De la Declaración El empleador o empleadora debe informar de la ocurrencia del accidente de trabajo de forma inmediata ante el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales, el Comité de Seguridad y Salud Laboral y el Sindicato. La declaración formal de los accidentes de trabajo y de las enfermedades ocupacionales deberá realizarse dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes a la ocurrencia del accidente o del diagnóstico de la enfermedad. El deber de informar y declarar los accidentes de trabajo o las enfermedades ocupacionales será regulado mediante las normas técnicas de la presente Ley.

**Art.74** Otros Sujetos que Podrán Notificar Sin perjuicio de la responsabilidad establecida en el artículo 73, podrán notificar al Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales la ocurrencia de un accidente de trabajo o una enfermedad ocupacional, el propio trabajador o trabajadora, sus familiares, el Comité de Seguridad

y Salud Laboral, otro trabajador o trabajadora, o el sindicato. El Instituto también podrá iniciar de oficio la investigación de los mismos.

**Art.76:** El Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales, previa investigación, mediante informe, calificará el origen del accidente de trabajo o de la enfermedad ocupacional. Dicho informe tendrá el carácter de documento público. Todo trabajador o trabajadora al que se la haya diagnosticado una enfermedad ocupacional, deberá acudir al Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales para que se realicen las evaluaciones necesarias para la comprobación, calificación y certificación del origen de la misma.

#### **2.4 Definición de términos:**

**Acción Correctiva:** De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 9000:2005, una acción correctiva es una acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

**Acción Preventiva:** De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 9000:2005, una acción preventiva es una acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.

**Calidad:** w Edwards Deming (1989), plantea que el control de calidad no se significaba alcanzar a la perfección, sino más bien conseguir una eficiente producción con la calidad y satisfacción con lo que desea obtener el mercado

**Confiabilidad:** La confiabilidad en una investigación cualitativa, según Guillermo Briones, se refiere al grado de confianza o seguridad con el cual se pueden aceptar los resultados obtenidos por un investigador basado en los procedimientos utilizados para efectuar su estudio bajo los regímenes y condiciones de explotación prescritos y durante el intervalo de tiempo requerido.

**Costos:** según Enrique c,(2018) el costo se define como la medición en términos monetarios, de la cantidad de recursos usados para algún propósito u objetivo, tal como un producto comercial ofrecido.

**Estrategia:** Chandler 1962 definió la estrategia como el elemento que determinaba las metas básicas de una empresa, a largo plazo, así como la adopción de cursos de acción y la asignación de los recursos necesarios para alcanzar estas metas.

**Falla:** Es un evento no previsible, inherente a los sistemas productivos que impide que se realice algún trabajo Según norma covenin 3049-93.

**Inventario:** según Díaz 1999 son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un momento dado, bien sea para la venta ordinaria del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización.

**Mantenibilidad:** Por su parte Antonio José Velázquez 2018 define que la Mantenibilidad representa la capacidad de un elemento, bajo determinadas condiciones de uso, para que su Mantenimiento sea realizado de una forma sencilla, eficaz y segura en otras palabras, representa la facilidad con que se pueden ejecutar las tareas de Mantenimiento sobre un elemento.

**Mantenimiento Preventivo Basado en Tiempo:** Estrategia de mantenimiento orientada a la restitución de condiciones normales de funcionamiento de un equipo producto de un deterioro, desgaste o degradación constante en el tiempo y que depende del tiempo de funcionamiento y de las condiciones ambientales y de operación.

**Máquina:** Julián Pérez Porto y María Merino (2012) una máquina es un aparato creado para aprovechar, regular o dirigir la acción de una fuerza. Estos dispositivos pueden recibir cierta forma de energía y transformarla en otra para generar un determinado efecto.

**Parada no planificada:** Según Amendola (2006); "Un proyecto de parada de planta es un plan de actividades tendientes a ejecutar trabajos que no pueden ser realizados durante la operación normal de la planta del establecido.

**Parada Planificada:** es aquella que se hace programada para evaluar el comportamiento de un equipo, se toman mediciones de tiempo y se chequean los resultados para mejorar el trabajo operativo.

**Riesgo:** Para el ingeniero ambiental Omar Darío Cardona (1995), el peligro es la probabilidad de exceder un valor de consecuencias ambientales, sociales o económicas en un lugar y periodo determinado de exposición al factor de peligro; y expone que el riesgo toma en cuenta tanto a la cantidad de personas afectadas, como el impacto en el área que afecte.

**Tiempo:** periodo determinado en el que se realizara la acción.

**TPM:** según Álvaro Palacio en 2013 define que es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Es considerado como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

**Vida útil:** Iris Barceló (2018) lo define como el tiempo que se usara el activo en la empresa.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En el presente capítulo se describen las características y metodología utilizadas en el desarrollo de la presente investigación, El fin esencial del marco metodológico es precisar, a través de un lenguaje claro y sencillo, los métodos, técnicas, estrategias, procedimientos e instrumentos utilizados por el investigador para lograr los objetivos, y serán justificado por el investigador sustentado por el criterio de autores de libros de metodología, por lo que es importante que se acompañen de citas parafraseadas o textual con sus correspondientes soportes de autor determinando el “cómo” se realizará el estudio, esta tarea consiste en hacer operativa los conceptos y elementos del problema que estudiamos.

Según Balestrini (2002) El Marco Metodológico es: El conjunto de procedimientos lógicos, tecno-operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados. (p.125). Al respecto Sabino (2008) dice: “En cuanto a los elementos que es necesario operacionalizar pueden dividirse en dos grandes campos que requieren un tratamiento diferenciado por su propia naturaleza: el universo y las variables” (p. 118).

#### **3.1. Tipo de Investigación:**

La UPEL (2002) define el proyecto factible como un estudio “que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” (p.7). La propuesta que lo define puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos, que sólo tienen sentido en el ámbito de sus necesidades.

De acuerdo con el problema y los objetivos que se plantea en el presente estudio de esta investigación este se es un proyecto factible ya que surge de una necesidad que existe en la empresa para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de la empresa y es necesaria la elaboración de una propuesta para presentar soluciones a la misma.

### **3.2 Diseño de la investigación.**

Según Arias (2012), la define como “aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios)” (p.31). el diseño de investigación aplicado es de campo, la cual dará lugar a una propuesta.

### **3.3 Nivel de la investigación:**

La investigación descriptiva se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Esta metodología se centra más en el “qué”, en lugar del “por qué” del sujeto de investigación. De acuerdo al nivel investigativo, se considera descriptiva; debido a que Balestrini (2002:75) puntualiza que, esta investigación “es aquella que puntualiza o esquematiza procesos de trabajo para su mejor o práctico entendimiento”. Se puede señalar que, el objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

Este trabajo de investigación es descriptivo ya que este tiene como propósito Recoger información pertinente sobre la factibilidad, posibilidad y condiciones favorables, para sus fines investigativos. En esta etapa también se debe determinar el problema, el objetivo y fines de la investigación; el investigador se debe poner en contacto directo con la realidad a investigarse y con las personas que están relacionadas con el lugar.

### **3.4 Población y Muestra:**

Las estadísticas de por sí no tienen sentido si no se consideran o se relacionan dentro del contexto con que se trabajan. Por lo tanto, es necesario entender los conceptos de población y de muestra para lograr comprender mejor su significado en la investigación educativa o social que se lleva a cabo.

Población es el conjunto sobre el que estamos interesados en obtener conclusiones y acerca de la cual queremos hacer inferencias. Normalmente es demasiado grande para poder abarcarlo. Según Arias (2006) define población o población objetivo a: un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas conclusiones de la investigación. Esta queda determinada por el problema y por los objetivos del estudio (p. 81). La población debe estar delimitada con claridad y precisión en el problema de investigación, interrogante y en el objetivo general del estudio En este sentido.

La población está fundamentada en un universo de cuatro (4) grúas; basada en un concepto de muestra al azar dado por Sabino, C. (2002:88), donde se contempla que “todos los integrantes de una población que pueden arrojar el mismo resultado tras el desarrollo investigativo, pueden ser elegido de manera al azar”

Muestra es la parte de la Población a la que tenemos acceso y sobre el que realmente hacemos las observaciones (mediciones). Debe ser “representativo” Formado por miembros “seleccionados” de la población. (Individuos o unidades de análisis). Según Arias (2006) define muestra como: un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible (2006, p. 83). La selección del tipo de muestra depende de los objetivos de la investigación, del tipo de hipótesis elaborada, las características de la población, además de los recursos y el tiempo de que se dispone.

En este contexto, Hernández, Fernández y Baptista. (2010) definen la muestra como un “subgrupo de la población en el que todos los elementos de esta tienen la misma posibilidad de ser elegidos” (p.176). Por ende, para este estudio la muestra será

la población en estudio comprendida en cuatro (4) grúas, tomando en cuenta dos criterios: que presenten fallas y tengan mal manejo de las mismas.

### **3.5 Técnicas de Recolección de Datos:**

En opinión de Rodríguez Peñuelas, (2008:10) las técnicas, son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, cuestionario, entrevistas, encuestas.

Aunque utilice métodos diferentes, su marco metodológico de recogida de datos se centra en la técnica de la observación y el éxito o fracaso de la investigación dependerá de cual empleó.

#### **Observación directa:**

En opinión de Sabino citado por Méndez (1998), la observación es una técnica antiquísima, cuyos primeros aportes sería imposible rastrear. A través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea, que luego organiza intelectualmente. La observación puede definirse, como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación. Arias (2012), la presenta como “una técnica que consiste en visualizar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (p.69).

La observación es directa cuando el investigador forma parte activa del grupo observado y asume sus comportamientos; recibe el nombre de observación participante. Cuando el observador no pertenece al grupo y sólo se hace presente con el propósito de obtener la información, la observación, recibe el nombre de no participante o simple.

Los autores realizaron una visita a la empresa en el que se desarrolla el hecho sin intervenir ni alterar el ambiente para verificar el mantenimiento y funcionamiento que se le ejerce a la maquina ya que los datos obtenidos a través de este método son reconocidos y representa la credibilidad en el área de la investigación, es decir,

debemos tener la intención de evaluar cuando observamos, analizando cada acción y cada reacción de las mismas.

### **La Revisión de Documentos:**

La revisión de los documentos puede efectuarse al comienzo de la investigación, y sirve de base para comparar las operaciones actuales. Al utilizar esta técnica se estudia toda aquella documentación recopilada sobre el área de estudio (libros, revistas, páginas web, formatos entre otros) que permitieron suministrar o conservar una información.

Es importante realizarla pues en ella puedo obtener conocimientos más amplios sobre el tema de estudio permitiendo identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad por otros autores y ayuda enriquece su vocabulario para interpretar la realidad sobre el tema de estudio.

### **Instrumentos Utilizados en la recolección de Datos.**

Arias (2012) explica que “un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato, que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p.68). De allí pues, en el presente trabajo especial de grado se aplica el cuestionario como instrumento de recolección de datos.

### **Checklist.**

La lista de chequeo, es definida por Arias, F. (2012) como “un instrumento en el que se indica la presencia o ausencia de un aspecto o conducta a ser observada” (p.70). De tal modo, que la misma permitirá registrar los datos observados necesarios que conlleva la evaluación de las condiciones del entorno de trabajo de la empresa Inversiones IPM C.A.

### **Registro fotográfico:**

Según Apa, (2010) “Son llamados fuentes documentales en la que pueden ubicarse de tres formas: Impresas, Audiovisuales y Electrónicas, dentro de la clasificación de las Impresas se encuentra los registros a través de las fotografías” (p.29); para tener un registro fotográfico de los equipos se llevará una cámara donde se vean las

instalaciones, las condiciones de trabajo, las máquinas y las condiciones es que se encuentran actualmente.

### **Ordenes de Producción.**

Según Montoyo A (2012) las ordenes de producción “Es el documento orden de garantía que se notificara la producción de bienes o servicios a través de un proceso de transformación, donde quedara constancia de la cantidad exacta a producir por pedido” (p.14), estas órdenes van a ser una especie de lista de chequeo que van a permitir verificar la producción, como ha disminuido.

### **Registros Documentales.**

Consiste en buscar información en artículos indexados, libros académicos y otros documentos para realizar el estado del arte frente a un tema, esto va a permitir obtener información en categorías o ejes y organizarla para cualquier búsqueda de material.

## **3.6 Técnicas de Análisis de Datos.**

### **Técnica de las 5M**

Este método proporciono al investigador una forma sistemática de enfocar y analizar las áreas del proceso productivo donde los errores se producen con mayor intensidad dentro de la estructura de la organización. Tomando en cuenta, un resumen de las fallas encontradas, donde se observa las causas que no son de conformidades, durante el proceso de la elaboración de envases de cuatro litros, siendo aplicado en la fase dos, por lo que se verifica todo lo relacionado con maquinarias, equipos, método de trabajo y mano de obra en sus actividades.

### **Matriz de ponderación Porcentual.**

El investigador considera la técnica de ponderación porcentual a través de la causa principal que se observó en la técnica de las 5M, que se realizara en la fase dos de la investigación, por lo que verifica el impacto del problema observando las causas principales y total de la importancia, validado en números del 1 al 10 para realizar una ponderación porcentual del peso de las fallas, esta técnica se aplicara para obtener un indicador en porcentaje en la falla encontrada.

### **Diagrama de Pareto**

Para esta investigación, se requiere analizar la priorización de los problemas encontrados, identificando los elementos con más peso o importancia con el otro, así como también la unificación de los criterios donde se permite la observación de la empresa en los componentes de un grupo de trabajo hacia un objetivo en común, de igual forma la necesidad de tomar la decisión basada en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas, por lo que para la fase dos, no requerimos cálculos ni técnicas sofisticadas, si no que observamos la comparación a través de la técnica de las 5M buscando las fallas más ocurrentes para priorizarlas. De tal forma, es necesario aplicar un diagrama de Pareto para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia que están disminuyendo la capacidad productiva de la Empresa Inversiones IPM C.A.

### **3.7 Fases Metodológicas de la Investigación:**

#### **Fase I. Diagnóstico de la situación actual de las condiciones de las grúas tipo puente dentro de las instalaciones en la empresa Costel C.A**

En esta fase, se procedió a aplicar la técnica de la observación directa, utilizando una Checklist por medio de la cual se aplicará el diagnóstico y el conocimiento del mantenimiento y funcionamiento que se le ejerce a la maquina ya que los datos obtenidos arrojaran unos resultados los cuales representa la condición de las grúas tipo puente que son el objeto de la investigación,

#### **Fase II. Determinación los ajustes necesarios para la aplicabilidad de los mantenimientos preventivos y correctivos en las grúas.**

Se determinaron las fallas existentes en los equipos de la Empresa mediante la aplicación de una lista de verificación para identificar la ubicación de la misma, las piezas que requieren atención de las maquinarias en estado de Dicho instrumento se elaboró en función de los aspectos a considerar para verificar la criticidad de una maquinaria. Se procesaron y presentaron los datos en un cuadro resumen.

Utilizando para ello el Diagrama de Pareto como herramientas de análisis de datos operacional.

### **Fase III. Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en las grúas tipo puente dentro de la empresa Costel C.A.**

En esta fase, se establecieron el plan de mantenimiento preventivo para las maquinarias que presentan criticidad. La fase del diseño de la propuesta, es definida por Dubs (2012), “es el producto final del procesamiento de los insumos obtenidos a través del diagnóstico o evaluación de necesidades, mediante entrevistas o la aplicación de instrumentos de discrepancias” (p.15).

### **Fase IV. Evaluar la propuesta de un programa diseñado bajo un enfoque técnico, operativo, social, económico, ambiental y social.**

La propuesta establecida se evaluó desde la perspectiva económica. La factibilidad económica según Blanco (2007), “refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos deben considerarse para establecer el costo del tiempo, de la realización y de adquisición de nuevos recursos” (p.29). Se levantó una tabla de presupuesto con los costos del plan de mantenimiento preventivo total además se revisará en el presupuesto de la empresa en cuanto a las partidas dirigidas al mantenimiento de la maquinaria. También se especificarán los beneficios que se obtendrán y se calculará la razón costo beneficio.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADO**

En este capítulo se exponen los resultados alcanzados del desarrollo de la investigación realizada empleando algunas técnicas e instrumentos de recolección de datos como la observación directa aplicando como instrumento un Checklist, para detectar las fallas existentes en los equipos de y la ubicación de la misma, además la revisión de documental sirve para la obtención de datos para la investigación.

También se hará uso de herramientas industriales para el análisis de los mismos, tal es el caso del Diagrama de Pareto y el AMEF con la finalidad de establecer los vínculos entre los indicios localizados y las posibles causas que generan las diferentes fallas localizadas.

Finalmente, se construirá un programa de mantenimiento preventivo que dé a conocer las posibles soluciones más viables para la empresa; garantizando así una propuesta donde se especificarán los beneficios que se obtendrán y se calculará la razón costo beneficio. A continuación, la presentación de los resultados obtenidos en cada una de las fases establecidas en el aspecto metodológico:

#### **4.1 Fase I. Diagnóstico de la situación actual de las condiciones de las grúas tipo puente dentro de las instalaciones en la empresa Costel C.A**



##### **4.1.1 Descripción de la empresa**

Grupo Costel nace de la integración de tres empresas del sector eléctrico que complementan sus especialidades. Durante más de 55 años han logrado fortalecer una organización única en nuestro país que brinda soluciones, preventivas y correctivas en nuestros talleres a motores, generadores, transformadores y subestaciones eléctricas. Nuestra experiencia se concentra en procurar a nuestros clientes la máxima operatividad de sus procesos a través de un equipo profesional que se apoya en las últimas tecnologías.

Nos comprometemos a la calidad y trabajamos bajo exigentes estándares que garantizan cada equipo que intervenimos. Este compromiso nos lleva a mantener la mente abierta y adaptarnos a los constantes avances en conocimientos, procedimientos y tecnologías que nuestro sector de servicios demanda y los mercados de cada uno de nuestros clientes.

Desde 1964 integramos nuestras habilidades técnicas con avanzadas tecnologías para fabricar, reparar y realizar labores de mantenimiento a transformadores eléctricos. Ofrecemos una completa gama de transformadores, certificados por la Norma Covenin ISO 9002, adaptados a las necesidades de la industria venezolana y todos sus sectores. (ver cuadro 3,4,5y6)

**Cuadro 3:** Datos De Maquinaria Grúa Tipo Puento 5 Ton

<b>Datos del equipo</b>			
<b>Realizado Por</b>	Armando Herd� Y Jorge Zarate	<b>Fecha</b>	10/12/2020
<b>Equipo:</b>	Grúa	<b>Código:</b>	Gr – 07
<b>Tipo:</b>	Puento	<b>Marca:</b>	Impsa
<b>Modelo:</b>	5 Toneladas	<b>Ubicación:</b>	Armado
		FOTO	
			

- Capacidad de elevación: 5t.
- Longitud del tramo: 7.5-28.5m.
- Altura de elevación: 6-18m.
- Velocidad de elevación: 0.3-8m/min.
- Velocidad de polipasto: 2-20m/min.
- Velocidad de grúa: 3- 20m/min.

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

**Cuadro 4: Datos De Maquinaria Grúa Tipo Puente 10 Ton**

<b>Datos del equipo</b>			
<b>Realizado Por:</b>	Armando Herd� Y Jorge Zarate	<b>Fecha</b>	10/12/2020
<b>Equipo:</b>	Grúas	<b>Código:</b>	Gr – 05
<b>Tipo</b>	Puente	<b>Marca:</b>	Impsa
<b>Modelo</b>	10 Toneladas	<b>Ubicación</b>	ARMADO
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacidad de elevación: 10t</li> <li>· Longitud del tramo: 10.5-31.5m</li> <li>· Altura de elevación: 6-24m</li> <li>· Velocidad de elevación: 0,2-11 m/min</li> <li>· Velocidad de polipasto: 2,4-32.9 m/min</li> <li>· Velocidad de grúa: 4,2-68.6m/min</li> </ul>		<b>FOTO</b>	
			

**FUENTE:** Herd  A, Zarate J (2021)

**Cuadro 5:** Datos De Maquinaria Grúa Tipo Puente 60 Ton

<b>Datos del equipo</b>			
<b>Realizado por :</b>	Armando Herdé Y Jorge Zarate	<b>Fecha</b>	10/12/2020
<b>Equipo:</b>	Grúas	<b>Código:</b>	Gr – 02
<b>Tipo</b>	Puente	<b>Marca:</b>	Impsa
<b>Modelo</b>	60 Toneladas	<b>Ubicación</b>	Fosa
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacidad de elevación: 60t</li> <li>· Longitud del tramo: 10.5-31.5m</li> <li>· Altura de elevación: 6-24m</li> <li>· Velocidad de elevación: 2,1-11,5m/min</li> <li>· Velocidad de polipasto: 2,7-30m/min</li> <li>· Velocidad de grúa: 4,2 35m/min</li> </ul>		<p><b>FOTO</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">  </div>	

**FUENTE:** Herdé A, Zarate J (2021)

**Cuadro 6:** Datos De Maquinaria Grúa Tipo Puente 100 Ton


<b>Datos del equipo</b>			
<b>Realizado Por</b>	Armando Herd� Y Jorge Zarate	<b>Fecha</b>	10/12/2020
<b>Equipo:</b>	Grúas	<b>Código:</b>	Gr – 01
<b>Tipo</b>	Puente	<b>Marca:</b>	Impsa
<b>Modelo</b>	100 Tonelada	<b>Ubicación</b>	Fosa
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacidad de elevación: 100t</li> <li>· Longitud del tramo: 10.5-31.5m</li> <li>· Altura de elevación: 6-24m</li> <li>· Velocidad de elevación: 7,2-13 m/min</li> <li>· Velocidad de polipasto: 3,4-35.9 m/min</li> <li>· Velocidad de grúa: 4,2-68.6m/min</li> </ul>		<b>FOTO</b>	
			

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

#### 4.1.2 El Checklist

el Checklist u hojas de verificación, realiza actividades repetitivas, para controlar el cumplimiento de un listado de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de manera sistemática. Se crea un Checklist para conocer y detectar por medio de este instrumento que tiene la finalidad verificar el funcionamiento de las grúas tipo puente y las posibles fallas presentes en cada una de ellas (Ver Tabla 3,4,5y6), (Ver Cuadros 7).

**Tabla 3:** Checklist de la grúa tipo puente de 5 toneladas

	<b>Checklist</b>	Código F-Mto-01
	<b>Hoja de evaluación</b>	Fecha :
		Páginas 3

### ESPECIFICACIONES

<b>Nombre Del Equipo:</b>	Grúa	<b>Código:</b>	Gr – 07
<b>Tipo</b>	Puente	<b>Marca:</b>	Impsa
<b>Modelo</b>	05 Tonelada	<b>Ubicación</b>	Armado

### MANTENIMIENTO

<b>Periodicidad</b>	<b>Mensual</b>	X	<b>Trimestral</b>		<b>Anual</b>	
<b>Responsable</b>	Sergio A. Colmenares G		<b>Operarios</b>	Armando Herdé y Jorge zarate		

### ELEMENTOS PRINCIPALES

LIMPIAR			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se encuentra el área de trabajo 100% limpia?		X
Actividad 2	¿Existe en el área de trabajo recipientes para clasificar la basura para evitar la contaminación ambiental dentro del área de trabajo?		X
Actividad 3	¿Se encuentra las herramientas de trabajo 100% limpia?		X
CLASIFICACIÓN			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se observa los señalamientos bien identificados en las diferentes zonas y áreas de trabajo?	X	
Actividad 2	¿Se observa que los elementos y herramientas de trabajo de uso frecuente se encuentran bien ordenados y de fácil acceso?	X	
Actividad 3	Zona de trabajo establecida	X	
Actividad 4	Zona de higiene establecida	X	
Actividad 5	Zona de seguridad establecida	X	
Actividad 6	¿se Cuentas con una buena iluminación en el área de trabajo?		X

<b>TESTERA</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se realiza una revisión General de la testera?		X
Actividad 2	¿Se realiza una revisión para la comprobación funcionamiento de los motores?	X	
Actividad 3	Se realiza que la revisión estado de ejes, cojinetes, piñones y cadenas sea la adecuada?	X	
Actividad4	¿Se Verificar niveles de aceite y estado de grasas en los grupos reductores?		X
Actividad 5	¿Se realiza la revisión de los frenos minuciosamente?	X	
Actividad 6	¿Se observa vibraciones en el proceso de rodamiento de la testera?	X	
<b>CARRO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se realiza la revisión de los frenos minuciosamente?		X
Actividad 2	¿Se verifica que el estado de tambor de arrollamiento y poleas sea óptimo?	X	
Actividad 3	¿Se comprueba que la revisión de funcionamiento de motores es eficiente?		X
Actividad4	Comprobación de aceite o grasa en rodamientos y puntos de fricción	X	
Actividad 5	Comprobar estado de las ruedas del carro (pestañas, grietas, etc.)	X	
<b>GANCHO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se realiza la revisión visual del gancho de carga, cadena y accesorios?		X
Actividad 2	Comprobar estado y Engrase de la Guaya principal		X
Actividad 3	¿Se comprueba la Verificación estado de cables y guías tanto de control como de alimentación?	X	
Actividad4	¿Se comprueba que la realización del ajuste del freno y del bloqueo del tambor del cable de elevación principal es el apropiado?	X	
Actividad 5	¿Se evidencia que funcionamiento de motores de traslación y elevación está a tono?	X	
<b>TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se observa que la revisión visual del estado de la estructura externa del tablero (chapa, anclaje, puerta)?	X	


Actividad 2	¿Se comprueba que Lectura de voltaje de potencia y control es minuciosa?		X
Actividad 3	¿Se comprueba que el ajuste de conexiones eléctricas en todos los elementos es adecuado?	X	
Actividad4	¿Se comprueba que puntos calientes en elementos eléctricos por medio de pistola de temperatura son correctos?		X
Actividad 5	¿Se observa que la revisión del funcionamiento de luces piloto de señalización sea el correcto?		X
Actividad 6	¿Se observa que la revisión visual de tuberías de llegada a tablero correctamente instaladas es correcta?	X	
Actividad 7	¿Se observa que la revisión Limpieza general interna y externa del tablero es la adecuada?		X
Actividad 8	¿Se observa que la revisión de la Prueba de funcionamiento es acertada?	X	
<b>ESTRUCTURA</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se comprueba que la revisión las uniones de vigas (apriete tornillos, control de soldaduras, etc.) es la correcta?	X	
Actividad 2	¿Se comprueba que al inspeccionar los carriles de rodadura (alineación, desgaste, fijación a vigas) se encuentra en óptimas condiciones?	X	
Actividad 3	¿Se comprueba que al inspeccionar Pintura se encuentra en buen estado?	X	
Actividad4	¿Se observa que la revisión Pernos de Amarre es el adecuado?	X	
Actividad 5	¿Se observa que la revisión del Eje soporte Grúa es el correcto?	X	
Actividad 6	¿Se observa que las Barandas y Escaleras están en buen estado?	X	
<b>Porcentaje de Repuestas positiva</b>		64,10 %	
<b>Porcentaje de Respuestas negativa</b>		35,90 %	
<b>Cantidad de preguntas</b>		39	

<b>OBSERVACIONES</b>
----------------------

Después de haber realizado la observación directa por medio de la aplicación de un Checklist, se obtuvo un 35.90% de las respuestas negativas las cuales colocaron en evidencia las siguientes fallas: Bandas De Frenos, Tablero de control, caja de motor, Ganchos, Guaya principal, Lubricación hidráulica.
---

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

**Tabla 4:** Checklist de la grúa tipo puente de 10 toneladas

	<b>Checklist</b>	Código F-MTO-01
	<b>Hoja de evaluación</b>	Fecha :
		Páginas 3

### ESPECIFICACIONES

<b>Nombre Del Equipo</b>	GRUA	<b>Código:</b>	GR – 05
<b>Tipo</b>	Puente	<b>Marca:</b>	Impsa
<b>Modelo</b>	10 toneladas	<b>Ubicación</b>	ARMADO

### MANTENIMIENTO

<b>Periodicidad</b>	<b>Mensual</b>	X	<b>Trimestral</b>		<b>Anual</b>	
<b>Responsable</b>	Sergio A. Colmenares G		<b>Operarios</b>	Armando herdé y Jorge zarate		

### ELEMENTOS PRINCIPALES

LIMPIAR			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se encuentra el área de trabajo 100% limpia?		x
Actividad 2	¿Existe en el área de trabajo recipientes para clasificar la basura para evitar la contaminación ambiental dentro del área de trabajo?		x
Actividad 3	¿Se encuentra las herramientas de trabajo 100% limpia?		x
CLASIFICACIÓN			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se observa los señalamientos bien identificados en las diferentes zonas y áreas de trabajo?	X	
Actividad 2	¿Se observa que los elementos y herramientas de trabajo de uso frecuente se encuentran bien ordenados y de fácil acceso?	X	
Actividad 3	Zona de trabajo establecida	X	
Actividad 4	Zona de higiene establecida	X	
Actividad 5	Zona de seguridad establecida	X	
Actividad 6	¿se Cuentas con una buena iluminación en el área de trabajo?		x
TESTERA			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se realiza una revisión General de la testera?		X

Actividad 2	¿Se realiza una revisión para la comprobación funcionamiento de los motores?	X	
Actividad 3	Se realiza que la revisión estado de ejes, cojinetes, piñones y cadenas sea la adecuada?		X
Actividad4	¿Se Verificar niveles de aceite y estado de grasas en los grupos reductores?		X
Actividad 5	¿Se realiza la revisión de los frenos minuciosamente?	X	
Actividad 6	¿Se observa vibraciones en el proceso de rodamiento de la testera?	X	
<b>CARRO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se realiza la revisión de los frenos minuciosamente?		X
Actividad 2	¿Se verifica que el estado de tambor de arrollamiento y poleas sea óptimo?	X	
Actividad 3	¿Se comprueba que la revisión de funcionamiento de motores es eficiente?	X	
Actividad4	Comprobación de aceite o grasa en rodamientos y puntos de fricción	X	
Actividad 5	Comprobar estado de las ruedas del carro (pestañas, grietas, etc.)	X	
<b>GANCHO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se realiza la revisión visual del gancho de carga, cadena y accesorios?		X
Actividad 2	Comprobar estado y Engrase de la Guaya principal	X	
Actividad 3	¿Se comprueba la Verificación estado de cables y guías tanto de control como de alimentación?	X	
Actividad4	¿Se comprueba que la realización del ajuste del freno y del bloqueo del tambor del cable de elevación principal es el apropiado?	X	
Actividad 5	¿Se evidencia que funcionamiento de motores de traslación y elevación está a tono?		X
<b>TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se observa que la revisión visual del estado de la estructura externa del tablero (chapa, anclaje, puerta)?	X	
Actividad 2	¿Se comprueba que Lectura de voltaje de potencia y control es minuciosa?	X	
Actividad 3	¿Se comprueba que el ajuste de conexiones eléctricas en todos los elementos es adecuado?	X	
Actividad4	¿Se comprueba que puntos calientes en elementos eléctricos por medio de pistola de temperatura son correctos?	X	
Actividad 5	¿Se observa que la revisión del funcionamiento de luces piloto de señalización sea el correcto?		X
Actividad 6	¿Se observa que la revisión visual de tuberías de llegada a tablero correctamente instaladas es correcta?	X	


Actividad 7	¿Se observa que la revisión Limpieza general interna y externa del tablero es la adecuada?		x
Actividad 8	¿Se observa que la revisión de la Prueba de funcionamiento es acertada?	X	
<b>ESTRUCTURA</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se comprueba que la revisión las uniones de vigas (apriete tornillos, control de soldaduras, etc.) es la correcta?		x
Actividad 2	¿Se comprueba que al inspeccionar los carriles de rodadura (alineación, desgaste, fijación a vigas) se encuentra en óptimas condiciones?	X	
Actividad 3	¿Se comprueba que al inspeccionar Pintura se encuentra en buen estado?		X
Actividad 4	¿Se observa que la revisión Pernos de Amarre es el adecuado?	X	
Actividad 5	¿Se observa que la revisión del Eje soporte Grúa es el correcto?	X	
Actividad 6	¿Se observa que las Barandas y Escaleras están en buen estado?		X
<b>Porcentaje De Respuestas Positiva</b>		61,54%	
<b>Porcentaje De Respuestas Negativa</b>		38,46%	
<b>Cantidad De Preguntas</b>		39	

**OBSERVACIONES**

Dentro de la observación dada a esta grúa se evidenció que en el 38,46% las cuales son las respuestas Negativas ,se pudo detectar las fallas Desgaste de rodamiento, Baja de viscosidad, Pintura, Barandas y escaleras, ganchos y rectificación de discos.

**FUENTE:** Herd  A, Zarate J (2021)

**Tabla 5:** Checklist de la grúa tipo puente de 60 toneladas

	<b>Checklist</b>	<b>Código F-MTO-01</b>
	<b>Hoja de Evaluación</b>	Fecha :
		Páginas 3

### ESPECIFICACIONES

<b>Nombre Del Equipo</b>	Grúa	<b>Código:</b>	Gr – 02
<b>Tipo</b>	Puente	<b>Marca:</b>	Impsa
<b>Modelo</b>	60 Toneladas	<b>Ubicación</b>	Fosa

### MANTENIMIENTO

<b>Periodicidad</b>	<b>Mensual</b>	x	<b>Trimestral</b>		<b>Anual</b>	
<b>Responsable</b>	Sergio A. Colmenares G		<b>Operario</b>	Armando Herdé y Jorge Zarate		

### ELEMENTOS PRINCIPALES

LIMPIAR			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se encuentra el área de trabajo 100% limpia?		X
Actividad 2	¿Existe en el área de trabajo recipientes para clasificar la basura para evitar la contaminación ambiental dentro del área de trabajo?		X
Actividad 3	¿Se encuentra las herramientas de trabajo 100% limpia?		X
CLASIFICACIÓN			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se observa los señalamientos bien identificados en las diferentes zonas y áreas de trabajo?	X	
Actividad 2	¿Se observa que los elementos y herramientas de trabajo de uso frecuente se encuentran bien ordenados y de fácil acceso?	X	
Actividad 3	Zona de trabajo establecida	X	
Actividad 4	Zona de higiene establecida	X	
Actividad 5	Zona de seguridad establecida	X	
Actividad 6	¿se Cuentas con una buena iluminación en el área de trabajo?		X
TESTERA			
Asignaciones	Funciones	Si	No

Actividad 1	¿Se realiza una revisión General de la testera?		X
Actividad 2	¿Se realiza una revisión para la comprobación funcionamiento de los motores?	X	
Actividad 3	Se realiza que la revisión estado de ejes, cojinetes, piñones y cadenas sea la adecuada?		X
Actividad4	¿Se Verificar niveles de aceite y estado de grasas en los grupos reductores?		X
Actividad 5	¿Se realiza la revisión de los frenos minuciosamente?	X	
Actividad 6	¿Se observa vibraciones en el proceso de rodamiento de la testera?	X	
<b>CARRO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se realiza la revisión de los frenos minuciosamente?	X	
Actividad 2	¿Se verifica que el estado de tambor de arrollamiento y poleas sea óptimo?	X	
Actividad 3	¿Se comprueba que la revisión de funcionamiento de motores es eficiente?		X
Actividad4	Comprobación de aceite o grasa en rodamientos y puntos de fricción	X	
Actividad 5	Comprobar estado de las ruedas del carro (pestañas, grietas, etc.)		X
<b>GANCHO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se realiza la revisión visual del gancho de carga, cadena y accesorios?	X	
Actividad 2	Comprobar estado y Engrase de la Guaya principal		X
Actividad 3	¿Se comprueba la Verificación estado de cables y guías tanto de control como de alimentación?	X	
Actividad4	¿Se comprueba que la realización del ajuste del freno y del bloqueo del tambor del cable de elevación principal es el apropiado?		X
Actividad 5	¿Se evidencia que funcionamiento de motores de traslación y elevación está a tono?	X	
<b>TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se observa que la revisión visual del estado de la estructura externa del tablero (chapa, anclaje, puerta)?	X	


Actividad 2	¿Se comprueba que Lectura de voltaje de potencia y control es minuciosa?	X	
Actividad 3	¿Se comprueba que el ajuste de conexiones eléctricas en todos los elementos es adecuado?		X
Actividad4	¿Se comprueba que puntos calientes en elementos eléctricos por medio de pistola de temperatura son correctos?	X	
Actividad 5	¿Se observa que la revisión del funcionamiento de luces piloto de señalización sea el correcto?		X
Actividad 6	¿Se observa que la revisión visual de tuberías de llegada a tablero correctamente instaladas es correcta?	X	
Actividad 7	¿Se observa que la revisión Limpieza general interna y externa del tablero es la adecuada?		X
Actividad 8	¿Se observa que la revisión de la Prueba de funcionamiento es acertada?	X	
<b>ESTRUCTURA</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se comprueba que la revisión las uniones de vigas (apriete tornillos, control de soldaduras, etc.) es la correcta?		X
Actividad 2	¿Se comprueba que al inspeccionar los carriles de rodadura (alineación, desgaste, fijación a vigas) se encuentra en óptimas condiciones?	X	
Actividad 3	¿Se comprueba que al inspeccionar Pintura se encuentra en buen estado?		X
Actividad4	¿Se observa que la revisión Pernos de Amarre es el adecuado?	X	
Actividad 5	¿Se observa que la revisión del Eje soporte Grúa es el correcto?	X	
Actividad 6	¿Se observa que las Barandas y Escaleras están en buen estado?	X	
<b>Porcentaje de Repuestas positiva</b>		58,97%	
<b>Porcentaje de Respuestas negativa</b>		41,03%	
<b>Cantidad de preguntas</b>		39	

#### OBSERVACIONES

Ruido y vibraciones , Cable de alimentación eléctrica, engranaje dañado, reductor de motor,
poleas de ascenso Y descenso, pintura, barandas y escaleras, guaya principal,
lubricación hidráulica, tablero de control son las Fallas que se encuentran presentes
en esta grúa tipo puente las cuales están dentro del rango del 41,03% de Las respuestas Negativas del Checklist aplicado.

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

**Tabla 6:** Checklist de la grúa tipo puente de 100 toneladas

	<b>Checklist</b>	Código F-MTO-01
	<b>Hoja de evaluación</b>	Fecha :
		Páginas 3

**ESPECIFICACIONES**

<b>Nombre Del Equipo:</b>	Grúa	<b>Código:</b>	Gr – 01
<b>Tipo</b>	Puente	<b>Marca:</b>	Impsa
<b>Modelo</b>	100 Toneladas	<b>Ubicación</b>	FOSA

**MANTENIMIENTO**

Periodicidad	Mensual	X	Trimestral		Anual	
Responsable	Sergio A. Colmenares G.		Operario	Armando Herdé Y Jorge Zarate		

**ELEMENTOS PRINCIPALES**

<b>LIMPIAR</b>			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se encuentra el área de trabajo 100% limpia?		x
Actividad 2	¿Existe en el área de trabajo recipientes para clasificar la basura para evitar la contaminación ambiental dentro del área de trabajo?		X
Actividad 3	¿Se encuentra las herramientas de trabajo 100% limpia?		X
<b>CLASIFICACIÓN</b>			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se observa los señalamientos bien identificados en las diferentes zonas y áreas de trabajo?	X	
Actividad 2	¿Se observa que los elementos y herramientas de trabajo de uso frecuente se encuentran bien ordenados y de fácil acceso?	X	
Actividad 3	Zona de trabajo establecida	X	
Actividad4	Zona de higiene establecida	X	
Actividad 5	Zona de seguridad establecida	X	
Actividad 6	¿se Cuentas con una buena iluminación en el área de trabajo?		X
<b>TESTERA</b>			
Asignaciones	Funciones	Si	No
Actividad 1	¿Se realiza una revisión General de la testera?		X
Actividad 2	¿Se realiza una revisión para la comprobación funcionamiento de los motores?	X	

Actividad 3	Se realiza que la revisión estado de ejes, cojinetes, piñones y cadenas sea la adecuada?		X
Actividad4	¿Se Verificar niveles de aceite y estado de grasas en los grupos reductores?	X	
Actividad 5	¿Se realiza la revisión de los frenos minuciosamente?	X	
Actividad 6	¿Se observa vibraciones en el proceso de rodamiento de la testera?	X	
<b>CARRO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se realiza la revisión de los frenos minuciosamente?		X
Actividad 2	¿Se verifica que el estado de tambor de arrollamiento y poleas sea óptimo?		X
Actividad 3	¿Se comprueba que la revisión de funcionamiento de motores es eficiente?	X	
Actividad4	Comprobación de aceite o grasa en rodamientos y puntos de fricción		X
Actividad 5	Comprobar estado de las ruedas del carro (pestañas, grietas, etc.)		X
<b>GANCHO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se realiza la revisión visual del gancho de carga, cadena y accesorios?		X
Actividad 2	Comprobar estado y Engrase de la Guaya principal	X	
Actividad 3	¿Se comprueba la Verificación estado de cables y guías tanto de control como de alimentación?	X	
Actividad4	¿Se comprueba que la realización del ajuste del freno y del bloqueo del tambor del cable de elevación principal es el apropiado?		X
Actividad 5	¿Se evidencia que funcionamiento de motores de traslación y elevación está a tono?	X	
<b>TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se observa que la revisión visual del estado de la estructura externa del tablero (chapa, anclaje, puerta)?	X	
Actividad 2	¿Se comprueba que Lectura de voltaje de potencia y control es minuciosa?	X	
Actividad 3	¿Se comprueba que el ajuste de conexiones eléctricas en todos los elementos es adecuado?		X
Actividad4	¿Se comprueba que puntos calientes en elementos eléctricos por medio de pistola de temperatura son correctos?	X	

Actividad 5	¿Se observa que la revisión del funcionamiento de luces piloto de señalización sea el correcto?		X
Actividad 6	¿Se observa que la revisión visual de tuberías de llegada a tablero correctamente instaladas es correcta?	X	
Actividad 7	¿Se observa que la revisión Limpieza general interna y externa del tablero es la adecuada?		X
Actividad 8	¿Se observa que la revisión de la Prueba de funcionamiento es acertada?	X	
<b>ESTRUCTURA</b>			
Asignaciones	Funciones	<b>Si</b>	<b>No</b>
Actividad 1	¿Se comprueba que la revisión las uniones de vigas (apriete tornillos, control de soldaduras, etc.) es la correcta?	X	
Actividad 2	¿Se comprueba que al inspeccionar los carriles de rodadura (alineación, desgaste, fijación a vigas) se encuentra en óptimas condiciones?		X
Actividad 3	¿Se comprueba que al inspeccionar Pintura se encuentra en buen estado?		X
Actividad4	¿Se observa que la revisión Pernos de Amarre es el adecuado?	X	
*Actividad 5	¿Se observa que la revisión del Eje soporte Grúa es el correcto?		X
Actividad 6	¿Se observa que las Barandas y Escaleras están en buen estado?	X	
<b>Porcentaje de Repuestas positiva</b>		53,85%	
<b>Porcentaje de Respuestas negativa</b>		46,15%	
<b>Cantidad de preguntas</b>		39	

#### OBSERVACIONES

En la observación directa de esta grúa las respuestas negativas con el 46,15%, logro identificar cuáles eran las fallas y su ubicación las cuales son :pole de avance, frenos mecánicos, desgaste abrasivo, líneas de contacto La fractura del cable, gancho, vibración, poleas, baja de viscosidad.
--

**FUENTE:** Herd  A, Zarate J (2021).

**Cuadro 7:** Cuadros De Fallas

figura	Descripción
	<p>En la presente figura se puede evidenciar que el sistema de lubricación de esta pieza se encuentra con baja viscosidad y el motor pierde la presión crea desgaste en la pieza.</p>
	<p>En la figura se observa que en la continuidad eléctrica está mal ajustada causando una variación del voltaje en el tablero</p>
	<p>En esta representación gráfica se demuestra el desgaste de la rodadura presentando ruido y vibraciones como resultado del deterioro de la rodadura</p>
	<p>Por la falta de ajuste en la polea esto afecta el movimiento de la carga como se representa en la siguiente figura</p>
	<p>En esta grafica se representa el desgaste abrasivo causando la disminución del funcionamiento del engranaje</p>

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021).

#### **4.2 Fase II. los ajustes necesarios para la aplicabilidad de los mantenimientos preventivos y correctivos en las grúas**

Mediante la aplicabilidad del mantenimiento preventivo y correctivo se pretende alcanzar la confiabilidad deseable de las grúas tipo puente, aplicando las habilidades y destrezas necesarias que aporten los elementos mínimos indispensables para organizar y administrar la manera que se debe aplicar en el mantenimiento para las

grúas tipo puente; aumentando la productividad y disminuir al máximo los costos de mantenimiento correctivo los cuales podrán representar un alto costo para la empresa.

Por lo tanto, realizar los ajustes necesarios para el mantenimiento adecuado de cada grúa es de vital importancia, ya que dentro del mantenimiento toda Falla deja unas pistas que permiten encontrar su origen. Toda máquina tiene sus niveles normales de ruido, vibración y temperatura. Cuando se observe algún aumento anormal de estos niveles, se tienen los primeros indicios de que hay alguna falla, por lo tanto, antes de reemplazar una pieza que ha fallado se debe hacer un análisis minucioso con el fin de determinar la causa exacta y aplicar los correctivos que haya a lugar.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se puede señalar lo siguiente con la aplicabilidad de un mantenimiento preventivo y correctivo se puede lograr alcanzar una proporción equilibrada entre horas productivas de las grúas tipo puente entre las fallas y los tiempos de mantenimiento dentro de lo programado sin alterar la producción.

En este cuadro resumen de la grúa de 5 toneladas se representa el resultado de las repuestas negativas obtenidas en la aplicación del Checklist, donde se clasificaron las fallas con sus frecuencias. En este punto se encuentra también es el procedimiento del AMEF que se aplica en este trabajo de investigación ya que es un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un SISTEMA con el fin de priorizarlos y concentrar los recursos y así como también están presenten Una matriz de riesgos, La matriz de riesgo también se conoce como la "matriz de probabilidad de impacto" y es una herramienta útil que le permite determinar los riesgos a tomar

**Cuadro 8:** Cuadro Resumen De Grúa 5 Ton

Después de haber realizado la observación directa por medio de la aplicación de un Checklist, se obtuvo un 35.90% de las respuestas negativas las cuales se representan en tres aspectos parte de la grúa, fallas y frecuencia.	
fallas	frecuencias
Lubricación hidráulica	Cada 5 meses
Tablero de control	Cada 4 mese
caja de motor	Cada 3 mese
Ganchos	Cada 3 mese
Guaya principal	Cada 2 mese

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

**Cuadro 9:** Cuadro De Indicador De Ocurrencia Para El Amfe Grúa 5 Ton

Ocurrencia	
Criterio	Rango
Falla remota poca posibilidad	1
Frecuencia demasiado baja	2
Poco comunes	3
Baja Frecuencia	4
Frecuencia de vez en cuando	5
Frecuencia moderada	6
Común	7
Alta frecuencia	8
Muy alta frecuencia	9
Frecuencia máxima	10

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

**Cuadro 10:** Cuadro De Indicador De Gravedad Para El Amfe Grúa 5 Ton

GRAVEDAD	
Criterio	Rango
Ningún efecto detectable sobre el sistema	1
Baja severidad	2 3
Severidad Moderada	4 5 6
Severidad alta	7 8
Muy alta gravedad	9 10


FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

**Cuadro 11:** Cuadro De Indicador De Detención Para El Amfe Grúa 5 Ton

DETENCIÓN	
Criterio	Rango
Casi seguro de detección	1
Muy alta probabilidad de detección	2
Alta probabilidad de detección	3
moderadamente alta probabilidad de detección	4
Moderado una probabilidad de detección	5
Baja probabilidad de detención	6
Muy baja probabilidad de detección	7
Remota probabilidad de detección	8
Probabilidad muy remota detención	9
No hay detención	10

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

**Tabla 7:** Análisis De Modos De Fallo Y Sus Efectos (Amfe) De La Grúa Puentes 5 Ton

ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS (AMFE)							
Nombre Del Sistema (Título):		Grúa puente 5 toneladas					
Responsable (Dpto. / �rea)		Sergio A. Colmenares G					
Responsable De Amfe (Persona):		Armando herd� y Jorge zarate		Fecha	15/12/2020		
Función O Componente Del Servicio	Modo De Fallo	Causas	Efecto	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR Inicial
	Lubricación hidráulica	Aceite sucio	Obstruye que el aceite ingrese al sistema interno del motor por completo	3	5	8	120
	Tablero de control	Mal ajuste de la continuidad eléctrica.	La variación de voltaje en el tablero	7	4	5	140
	caja de motor	Desgaste en el Engranaje	Perdida de propiedades mecánicas	3	3	8	72
	Ganchos	Desgaste en los rodamientos	Aumento de temperatura	6	3	7	126
	Guaya principal	Deformaciones	Desgaste y fatiga del material de uno de los cables	7	2	7	98

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

$$NPR = GRAVEDAD \times OCURRECIA \times DETECCION$$

MATRIZ DE RIESGO											
GRAVEDAD	10	Green	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red	Red
	9	Green	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red	Red
	8	Green	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red	Red
	7	Green	Yellow	Yellow	Yellow	R2 R5	Grey	Grey	Red	Red	Red
	6	Green	Green	Yellow	Yellow	R4	Grey	Grey	Red	Red	Red
	5	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Red	Red	Red
	4	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
	3	Green	Green	Green	Green	Yellow	R3	R1	Grey	Grey	Red
	2	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
	1	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
PROBABILIDAD											

**Gráfico 2:** Matriz de Riesgo de la Grúa puente 5 ton

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

$$PROBABILIDAD = \frac{OCURRECIA + DETECCION}{2}$$

**Cuadro 11:** Porcentaje De Riesgo De La Grúa Puente 5 Ton

PORCENTAJE DE RIESGO		
Riesgo critico	0	0%
Alto riesgo	2	40%
Riesgo moderado	3	60%
Bajo riesgo	0	0%
	5	100%

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

**4.2.6** En este cuadro resumen de la grúa de 10 toneladas se representa el resultado de las repuestas negativas obtenidas en la aplicación del Checklist, donde se clasificaron las fallas con sus frecuencias. En este punto se encuentra también es el procedimiento del AMEF que se aplica en este trabajo de investigación ya que es un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un SISTEMA con el fin de priorizarlos y concentrar los recursos y así como también están presenten Una matriz de riesgos, La matriz de riesgo también se conoce como la

"matriz de probabilidad de impacto" y es una herramienta útil que le permite determinar los riesgos a tomar

**CUADRO 12:** Cuadro Resumen De La Grúa 10 Ton

Después de haber realizado la observación directa por medio de la aplicación de un Checklist, se obtuvo un 38,46% de las respuestas negativas las cuales se representan en tres aspectos parte de la grúa, fallas y frecuencia.	
fallas	frecuencias
Gancho	cada 4 meses
Desgaste de rodamiento	cada 2 meses
Baja de viscosidad	cada 2 meses
Pintura	cada 2 meses
Rectificación de disco	cada 1 meses

FUENTE: Herdó A, Zarate J (2021)

**CUADRO 13:** Cuadro De Indicador De GRAVEDAD Para El Amfe Grúa 10 Ton

GRAVEDAD	
Criterio	Rango
Ningún efecto detectable sobre el sistema	1
Baja severidad	2 3
Severidad Moderada	4 5 6
Severidad alta	7 8
Muy alta gravedad	9 10

FUENTE: Herdó A, Zarate J (2021)

**CUADRO 14:** Cuadro De Indicador De Ocurrencia Para El Amfe Grúa 10 Ton


Ocurrencia	
Criterio	Rango
Falla remota poca posibilidad	1
Frecuencia demasiado baja	2
Poco comunes	3
Baja Frecuencia	4
Frecuencia de vez en cuando	5
Frecuencia moderada	6
Común	7
Alta frecuencia	8
Muy alta frecuencia	9
Frecuencia máxima	10

FUENTE: Herdó A, Zarate J (2021)

**Cuadro 15:** Cuadro De Indicador De Detención Para El Amfe Grúa 10 Ton

DETENCIÓN	
Criterio	Rango
Casi seguro de detección	1
Muy alta probabilidad de detección	2
Alta probabilidad de detección	3
Moderadamente alta probabilidad detección	4
Moderado una probabilidad de detección	5
Baja probabilidad de detección	6
Muy baja probabilidad de detección	7
Remota probabilidad de detección	8
Probabilidad muy remota detección	9
No hay detección	10

**Tabla 8:** ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS (AMFE) De La Grúa Puento 10 Ton

ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS (AMFE)							
<b>Nombre Del Sistema (Título):</b>		Grúa puente 10 toneladas					
<b>Responsable (Dpto. / Área)</b>		Sergio A. Colmenares G					
<b>Responsable De AMFE (Persona):</b>		Armando Herdó y Jorge Zarate		Fecha	15/12/2020		
<b>Función O Componente Del Servicio</b>	<b>Modo De Fallo</b>	<b>Causa</b>	<b>Efecto</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Ocurrencia</b>	<b>Detección</b>	<b>NPR Inicial</b>
	Gancho	Falta de ajuste de las poleas	No sostiene correctamente la carga	6	4	7	168
	Desgaste de rodamiento	Desgaste de rodamiento	Perdida de material	4	2	6	43
	Baja de viscosidad	Baja de viscosidad	desgaste en los anillos de pistón	3	2	7	42
	Pintura	Deterioro de la pintura y acabado, no uniforme.	Insuficiente aplicación de pintura de acabado	2	2	9	36
	Rectificación de disco	deterioro el revestimiento de los frenos	se expanden los tambores y discos de freno.	6	1	7	42

FUENTE: Herdó A, Zarate J (2021)

$$NPR = GRAVEDAD \times OCURRECIA \times DETECCION$$

MATRIZ DE RIESGO											
GRAVEDAD	10	Green	Yellow	Grey	Grey	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	9	Green	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red	Red
	8	Green	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red
	7	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red
	6	Green	Green	Yellow	R5	Yellow	R1	Grey	Red	Red	Red
	5	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Red	Red	Red
	4	Green	Green	Green	R2	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
	3	Green	Green	Green	Green	R3	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
	2	Green	Green	Green	Green	Green	R4	Yellow	Grey	Grey	Red
	1	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
PROBABILIDAD											

**GRAFICO 3:** Matriz De Riesgo De 10 Ton  
FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

$$PROBABILIDAD = \frac{OCURRECIA + DETECCION}{2}$$

**CUADRO 16:** Porcentaje De Riesgo De La Grúa 10 Ton

PORCENTAJE DE RIESGO		
Riesgo critico	0	0%
Alto riesgo	1	20%
Riesgo moderado	4	80%
Bajo riesgo	0	0%
	6	100%

**FUENTE:** Herd  A, Zarate J (2021)

4.2.3 En este cuadro resumen de la grúa de 60 toneladas se representa el resultado de las repuestas negativas obtenidas en la aplicación del Checklist, donde se clasificaron las fallas con sus frecuencias. En este punto se encuentra también es el procedimiento del AMEF que se aplica en este trabajo de investigación ya que es un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un SISTEMA con el fin de priorizarlos y concentrar los recursos y así como también están presenten Una matriz de riesgos, La matriz de riesgo también se conoce como la "matriz de probabilidad de impacto" y es una herramienta útil que le permite determinar los riesgos a tomar

**Cuadro 17:** Cuadro Resumen De La Grúa 60 Ton

Después de haber realizado la observación directa por medio de la aplicación de un Checklist, se obtuvo un 41,03% de las respuestas negativas las cuales se representan en tres aspectos parte de la grúa, fallas y frecuencia.	
fallas	frecuencias
Ruido y vibraciones	cada 3 meses
Cable de alimentación eléctrica	cada 3 meses
sistema eléctrico	cada 2 meses
Engranaje dañado	cada 2 meses
Reductor de motor	cada 2 meses
Poleas de ascenso y descenso	cada 2 meses

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

**Cuadro 18:** Cuadro De Indicador De Ocurrencia Para El Amfe Grúa 60 Ton

Ocurrencia	
Criterio	Rango
Falla remota poca posibilidad	1
Frecuencia demasiado baja	2
Poco comunes	3
Baja Frecuencia	4
Frecuencia de vez en cuando	5
Frecuencia moderada	6
Común	7
Alta frecuencia	8
Muy alta frecuencia	9
Frecuencia máxima	10

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

**Cuadro 19:** Cuadro De Indicador De GRAVEDAD Para El Amfe Grúa 60 Ton

GRAVEDAD	
Criterio	Rango
ningún efecto detectable sobre el sistema	1
baja severidad	2 3
Severidad Moderada	4 5 6
Severidad alta	7 8
muy alta gravedad	9 10


FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

**Cuadro 20:** Cuadro De Indicador De DETENCIÓN Para El Amfe Grúa 60 Ton

DETENCIÓN	
Criterio	Rango
Casi seguro de detección	1
Muy alta probabilidad de detección	2
Alta probabilidad de detección	3
Moderadamente alta probabilidad de detección	4
Moderado una probabilidad de detección	5
Baja probabilidad de detección	6
Muy baja probabilidad de detección	7
Remota probabilidad de detección	8
Probabilidad muy remota detección	9
No hay detección	10

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2020).

**Tabla 9:** Análisis De Modos De Fallo Y Sus Efectos (*Amfe*) De La Grúa Puente 60 Ton

ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS ( <i>AMFE</i> )							
<b>Nombre del Sistema (Título):</b>		Grúa puente 60 toneladas					
<b>Responsable (Dpto. / �rea):</b>		Sergio A. Colmenares G					
<b>Responsable de AMFE</b>		Armando Herd� y Jorge zarate		<b>Fecha</b>	15/12/2020		
<b>Función o Componente del Servicio</b>	<b>Modo de Fallo</b>	<b>Causas</b>	<b>Efecto</b>	<b>gravedad</b>	<b>ocurrencia</b>	<b>detección</b>	<b>NPR inicial</b>

	Ruido y vibraciones	Falla del motor	Mal estado del camino de la rodadura	8	3	2	48
	Cable de alimentación eléctrica	Fallas de cables eléctricos	Cables rotos y deformes	6	3	3	54
	sistema eléctrico	Bobina de frenos	No hay un frenado adecuado de la carga	7	2	3	42
	Engranaje dañado	fallas de los dientes de los engranajes	Deficiencia en el desplazamiento	5	2	4	40
	Reductor de motor	Falla del sistema electico	No hay continuidad eléctrica	6	2	5	60
	Poleas de ascenso y descenso	Falla del funcionamiento del motor	desgaste o rotura en un diente de un engranaje	6	2	6	72

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021).

$$NPR = GRAVEDAD \times OCURRECIA \times DETECCION$$

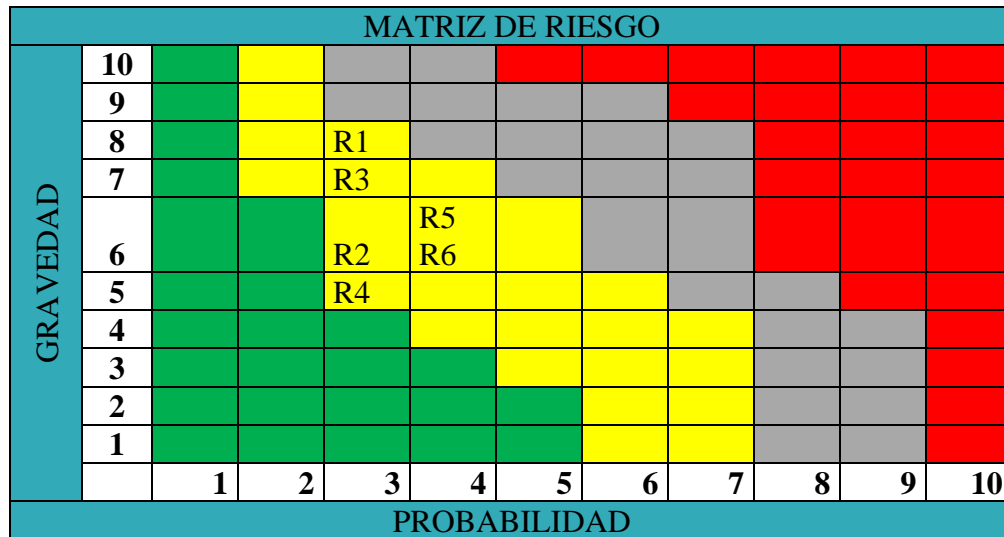


GRAFICO 4: MATRIZ DE RIESGO 60 Ton

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

$$PROBABILIDAD = \frac{OCURRECIA + DETECCION}{2}$$

**Cuadro 21:** PORCENTAJE DE RIESGO De La Grúa 60 Ton

Porcentaje De Riesgo		
Riesgo Critico	0	0%
Alto Riesgo	0	0%
Riesgo Moderado	6	100%
Bajo Riesgo	0	0%
	6	100%

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021).

En este cuadro resumen de la grúa de 100 toneladas se representa el resultado de las repuestas negativas obtenidas en la aplicación del Checklist, donde se clasificaron las fallas con sus frecuencias. En este punto se encuentra también es el procedimiento del AMEF que se aplica en este trabajo de investigación ya que es un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un SISTEMA con el fin de priorizarlos y concentrar los recursos y así como también están presenten Una matriz de riesgos, La matriz de riesgo también se conoce como la "matriz de probabilidad de impacto" y es una herramienta útil que le permite determinar los riesgos a tomar

**Cuadro 22:** Cuadro resumen de Grúa 100 Ton

Después de haber realizado la observación directa por medio de la aplicación de un Checklist, se obtuvo un 46,15%, de las respuestas negativas las cuales se representan en tres aspectos parte de la grúa, fallas y frecuencia.	
fallas	frecuencias
Polea de avance	Cada 3 mese
Frenos mecánicos	Cada 3 mese
Desgaste de rodamiento	Cada 2 mese
Líneas de contacto	Cada 2 mese
La fractura del cable	Cada 2 mese

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021).

**Cuadro 23:** Cuadro De Indicador De Ocurrencia Para El Amfe Grúa 100 Ton

**Ocurrencia**

Criterio	Rango
Falla remota poca posibilidad	1
Frecuencia demasiado baja	2
Poco comunes	3
Baja Frecuencia	4
Frecuencia de vez en cuando	5
Frecuencia moderada	6
Común	7
Alta frecuencia	8
Muy alta frecuencia	9
Frecuencia máxima	10

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021).

**Cuadro 24:** Cuadro De Indicador De Gravedad Para El Amfe Grúa 100 Ton

<b>GRAVEDAD</b>		
Criterio	Rango	
Ningún efecto detectable sobre el sistema	1	
Baja severidad	2	3
Severidad Moderada	4	5 6
Severidad alta	7	8
Muy alta gravedad	9	10


FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021).

**Cuadro 25:** Cuadro De Indicador De Detención Para El Amfe Grúa 100 Ton

<b>DETENCIÓN</b>	
Criterio	Rango
Casi seguro de detección	1
Muy alta probabilidad de detección	2
Alta probabilidad de detección	3
Moderadamente alta probabilidad detección	4
Moderado una probabilidad de detección	5
Baja probabilidad de detección	6
Muy baja probabilidad de detección	7
Remota probabilidad de detección	8
Probabilidad muy remota detección	9
No hay detección	10

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021).

**Tabla 10:** Análisis De Modos De Fallo Y Sus Efectos (Amfe) De La Grúa Puente 100 Tonelada

<b>ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y SUS EFECTOS (AMFE)</b>							
<b>Nombre del Sistema (Título):</b>		Grúa puente 100 toneladas					
<b>Responsable (Dpto. / Área):</b>		Sergio A. Colmenares G.					
<b>Responsable de AMFE</b>			Armando Herd y Jorge zarate		<b>fecha</b>	15/12/2020	
<b>Función o Componente del Servicio</b>	<b>Modo de Fallo</b>	<b>Efecto</b>	<b>Causas</b>	<b>Gravedad</b>	<b>ocurrencia</b>	<b>detección</b>	<b>NPR inicial</b>
	Polea de avance	Falla de rodamiento	Desgaste excesivo de engranajes	3	3	4	36
	Frenos mecánicos	Falla de rodamiento	Desgaste de las banda de freno	5	3	6	90
	Desgaste abrasivo	Lubricación sucia	Disminución del funcionamiento engranaje	4	2	5	40
	Líneas de contacto	Mal estado	Falta de limpieza se encuentran sulfatadas	6	2	5	60
	La fractura del cable	Falta de lubricación	Causado por la sobrecarga	5	2	6	60

**FUENTE:** Herd y Zarate J (2021).

$$NPR = GRAVEDAD \times OCURRECIA \times DETECCION$$

MATRIZ DE RIESGO											
GRAVEDAD	10	Green	Yellow	Grey	Grey	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	9	Green	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red	Red
	8	Green	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red
	7	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red
	6	Green	Green	Yellow	R4	Yellow	Grey	Grey	Red	Red	Red
	5	Green	Green	Yellow	R5	R2	Yellow	Grey	Grey	Red	Red
	4	Green	Green	Green	R3	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
	3	Green	Green	Green	R1	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
	2	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
	1	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Red
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
PROBABILIDAD											

**Grafico 5:** Matriz De Riesgo 100 Ton

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021).

$$PROBABILIDAD = \frac{OCURRECIA + DETECCION}{2}$$

**Cuadro 26:** Porcentaje De Riesgo De La Grúa 100 Ton

PORCENTAJE DE RIESGO		
Riesgo critico	0	0%
Alto riesgo	0	0%
Riesgo moderado	4	80%
Bajo riesgo	1	20%
	5	100%

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021).

### 4.3 Fase III. Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en las grúas tipo puente dentro de la empresa Costel C.A.

El propósito de la Elaboración de una propuesta de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en las grúas tipo puente dentro de la empresa Costel C.A. se enmarca que a partir de su implementación un programa de Mantenimiento Preventivo

y correctivo tenga como finalidad crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos.

Además, este programa de mantenimiento aportara las estrategias necesarias para corregir los problemas menores o fallas tempranas mediante actividades preventivas y las adecuadas frecuencias de mantenimiento, a fin de evitar deterioro de los equipos y con ello disminuir los costos en mano de obra, repuestos y otros recursos generados por las actividades de mantenimiento correctivo , también se buscar mitigar otros impactos negativos que afectan directamente a la calidad, servicios, seguridad y medio ambiente.

Por lo tanto, es fundamental precisar que el programa de mantenimiento preventivo y correctivo no reducirá a cero el número de averías, siempre está la posibilidad de sufrir fallas hasta en los equipos de más alta tecnología. Por tal razón este programa de mantenimiento es dinámico y es esencial, las continuas modificaciones en pro de alcanzar un nivel teórico-práctico que abarque la mejora continua.


### **Objetivos de la Propuesta**


#### **General**

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de las grúas tipo puente de 5, 10, 60 y 100 toneladas dentro de la Empresa Costel C.A.


#### **Específicos**

- Elaborar una propuesta de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en las grúas tipo puente dentro de la empresa Costel C.A.
- Evaluar la propuesta de un programa diseñado bajo un enfoque técnico, operativo, económico, ambiental y social.


	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha:	25/04/2021
<p><b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO PARA LAS GRUAS TIPOS PUENTES DE 5, 10, 60 Y 100 TONELADAS EN LA EMPRESA COSTEL C.A.</b></p>			

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
<b>Asunto:</b>	<b>NORMATIVAS LEGALES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</b>		
<p>Dentro del mantenimiento industrial se enmarca normativas legales o jurídicas que establecen procedimiento y parámetros que rigen el mantenimiento necesario, oportuno y eficaz de los equipos o maquinas, por lo tanto, estas adquieren una gran importancia por sus especificaciones y su aplicabilidad pues garantizan la protección de la vida útil de los equipos y genera un mayor grado de seguridad.</p> <p>COVENIN: Esta norma venezolana establece el procedimiento a seguir para realizar una operación de izado de carga por medio de equipos de izamiento sobre plataformas móviles. Asimismo, contempla las condiciones y elementos que se deben considerar al momento de realizar dicha operación. Esta norma no contempla el izado de personal</p> <p>Las normas UNE (Una Norma Española) son un conjunto unificado de normas tecnológicas creadas por los Comités Técnicos de Normalización (CTN), de los que forman parte todas las entidades y agentes implicados e interesados en los trabajos del comité</p> <p>Las normativas para el mantenimiento en las grúas tipo puentes actualmente son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ø Une 58132-5:1994. Aparatos de elevación. Elección del equipo eléctrico.</li> <li>Ø Une 58144-1:1997. Aparatos de elevación de carga suspendida. Inspecciones.</li> <li>Ø Real decreto 1215/1997. Utilización de equipos de trabajos</li> <li>Ø Norma Covenin 3089 (1984) equipos de izamiento señalizaciones</li> <li>Ø Norma Covenin 3174 (1995) equipos de izamiento. Mantenimiento y pruebas</li> <li>Ø Norma Covenin 3177 (1995) equipos de izamiento. Inspección</li> <li>Ø Norma Covenin 1611 (1996) cable de acero de uso general</li> <li>Ø Norma Covenin 3212 (1996) ganchos de cargas</li> </ul>			


Ø Norma Covenin 3510 (1999) equipos de izamiento. Grúas puente y pórtico



	MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>NORMATIVAS LEGALES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Cualquier tipo de grúas sólo podrá ser manejada por operarios autorizadas y suficiente mente formados.</li><li>2. Todos los desplazamientos de las cargas se harán lentamente evitando siempre los movimientos bruscos.</li><li>3. Las cargas se desplazarán a la menor altura posible.</li><li>4. Queda totalmente prohibido el transportar cargas por encima de personas.</li><li>5. Se prohíbe el paso d la permanencia de los trabajadores bajo cargas izadas.</li><li>6. En ningún caso se superará la carga máxima útil que corresponda a cada posición de trabajo de la grúa. Del mismo modo, nunca se superará la carga máxima señalada en las especificaciones de sus elementos auxiliares, ganchos cables, cadenas: eslingas, etc.</li><li>7. Cuando se utilicen las grúas el encargado o jefe de trabajo, despejará suficientemente la zona de peligre y tomara las medidas oportunas para que dicha zona no puede ser invadida por los trabajadores u otras personas durante el tiempo que dure la operación.</li><li>8. Antes de conectar el interruptor de los aparatos de izar se verificará que los mandos se encuentran en punto muerto.</li><li>9. La elevación y el descenso de las cargas se hará siempre en sentido vertical, si ello es materialmente imposible el encargado o jefe de trabajo, deberá responsabilizarse y dirigir la operación, tomando cuantas medidas adicionales sean precisas para evitar riesgos a trabajadores e instalaciones.</li></ol>			

10. Queda absolutamente prohibida el transporte de personas sobre cargas, ganchos a eslingas vacías.


	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
<b>Asunto:</b>	<b>NORMATIVAS LEGALES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</b>		
<p>11. Antes de mover las cargas se comprobará su completa estabilidad y buena sujeción. Si una vez iniciada la maniobra se observa que la carga no está correctamente colocada, el maquinista deberá interrumpir la operación y bajarla lentamente para su arreglo.</p> <p>12. Si no es posible desconectar el interruptor principal, se bloquearán los mandos del puente - grúa para que nadie pueda actuar sobre ellos.</p> <p>13. Cuando se utilicen las grúas para La elevación de una carga se dispondrán tacos de seguridad que aseguren su posición al material levantado, en previsión de posibles fallos.</p> <p>14. Cada puente - grúa llevará un libro de registro en el que se anoten fechas, revisiones y averías.</p>			

--

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
<b>Asunto:</b>	<b>DEFECTOS Y CONDICIONES FÍSICOS O PSÍQUICOS INCAPACITASTE</b>		
<p>La figura clave de la seguridad durante la utilización de la máquina es evidentemente el gruista debe cumplir unas determinadas condiciones profesigráficas:</p> <p><b>Defectos físicos o psíquicos incapacitaste:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Limitación excesiva de la capacidad visual.</li> <li>· Limitación excesiva de la capacidad auditiva.</li> <li>· Vértigo.</li> <li>· Alta puntuación en escalas de paranoia, depresión, etc.</li> </ul> <p><b>Condiciones físicas o psíquicas determinantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Rapidez de decisión.</li> <li>· Coordinación muscular.</li> <li>· Reflejos.</li> <li>· Aptitud de equilibrio.</li> <li>· Normalidad de miembros.</li> <li>· Agudeza visual, percepción de relieve y color.</li> <li>· Edad (superior a 20 años) Asimismo debe ser capacitado para maniobrar la grúa con seguridad mediante una instrucción teórico-práctica adecuada que debe además reforzarse cada uno o dos años (reciclaje).</li> </ul>			

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
<b>Asunto:</b>	<b>RESPONSABILIDADES Y PROCEDIMIENTO</b>		
<b>RESPONSABILIDADES</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ø Es responsabilidad del Supervisor de mantenimiento la emisión del presente procedimiento.</li> <li>Ø El Jefe de Mantenimiento Preventivo es responsable de la revisión y ejecución del presente procedimiento.</li> <li>Ø Es responsabilidad del Gerente de Mantenimiento y/o Gerente de Planta la aprobación del presente procedimiento.</li> </ul>			
			
<b>PROCEDIMIENTO</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ø El plan de mantenimiento será implantado progresivamente a fin de recabar información que permita llevar registro y tener los archivos técnicos al día.</li> <li>Ø Se deben mantener actualizados los documentos o registros del Mantenimiento Preventivo.</li> <li>Ø El Plan de Mantenimiento Preventivo, debe tener un Programa de mantenimiento, el cual debe ser flexible para adaptarse a los procesos operativos de la planta, y dinámico a medidas que se vayan desarrollando para que se puedan adicionar mejoras continuas y puedan ser adaptadas a las necesidades de la organización.</li> <li>Ø Todas las actividades de mantenimiento se realizan cumpliendo las normas de seguridad e higiene.</li> </ul>			

Ø Se procede a realizar la revisión de desgaste, lubricación y reemplazo de los componentes y partes que lo ameriten teniendo en consideración el manual instructivo del equipo de la tapadora.

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
<b>Asunto:</b>	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		

### Estructura

Es el miembro principal de carga, constituido por perfiles estructurales cargados transversalmente al eje de la viga generando esfuerzos de flexión. Las grúas con doble viga con un carro polipasto o carro abierto se utilizan cuando la carga útil sobrepasa las 4 toneladas, es decir, es el elemento de sustentación encargado de soportar todo el peso del conjunto, sobre el que apoyan los caminos de rodadura o viga carrilera.


**Figura 7:** Estructura De Las Grúas Tipo Puente



**FUENTE:** Herd  A, Zarate J (2021)

Se realizará un mantenimiento anual, Para la verificación de las uniones de vigas e Inspección de los carriles de rodadura, para determinar el estado en que se encuentra las mismas. Además, se verificará el estado de la pintura, en especial en las uniones apernadas, rincones y soldaduras. En caso de ser necesario un reemplazo del perno, de fijación de las vigas principales no deben ser reutilizados, y en caso de ser retirados,

deben reemplazarse. Al momento de Inspeccionar los carriles de rodadura, se efectuará con especial precisión y calidad, siguiendo estrictamente las indicaciones según las normas

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
<b>Asunto:</b>	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		

Permanentemente deberá asegurarse el buen estado de limpieza de la superficie del riel, así como también que no existan elementos que interfieran con la traslación de la grúa o del carro. Se chequeará también el estado de los topes de fin de carrera, revisando las soldaduras y el correcto funcionamiento de los mismos, deberá comprobarse que los rieles permanezcan libres de impurezas.



**Figura 8:** Estructura De Las Grúas Tipo Puente  
**FUENTE:** Herdé A, Zarate J (2021)



**MANUAL DE NORMAS Y  
PROCEDIMIENTO**

**PROCEDIMIENTO**

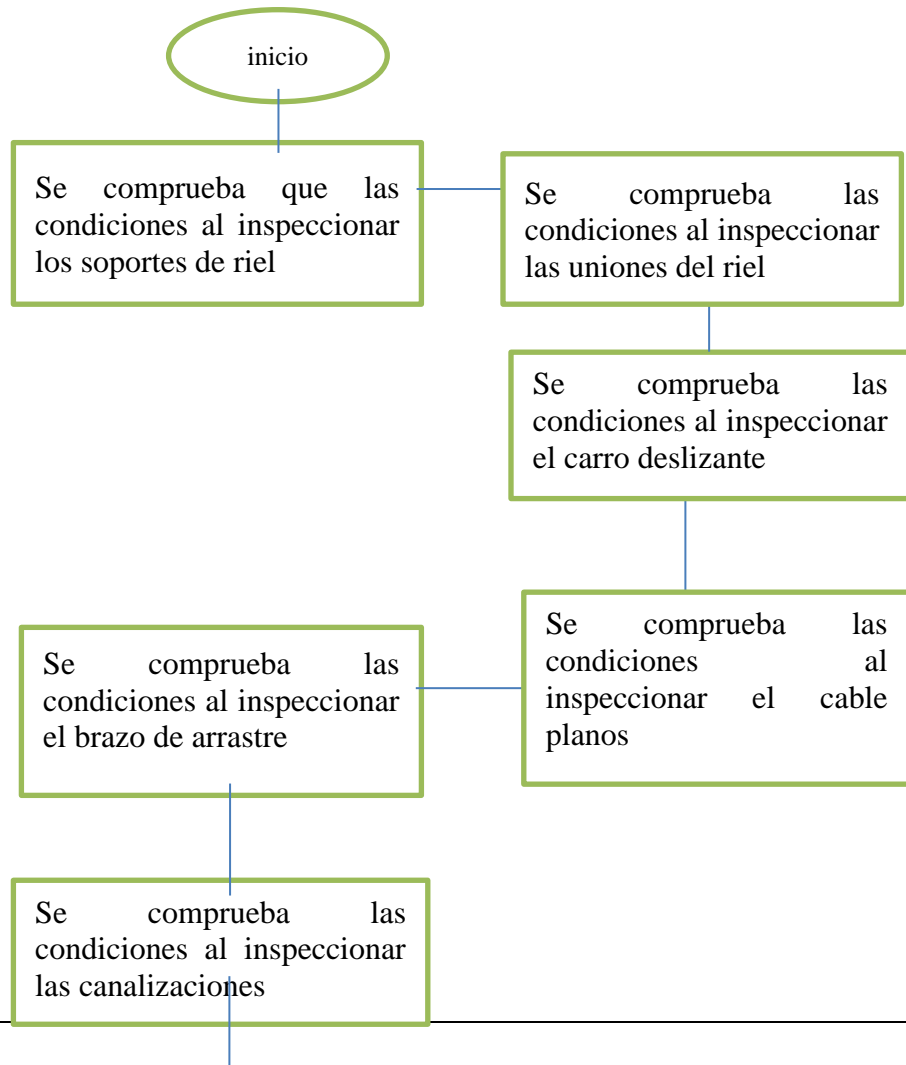
Área: mantenimiento industrial

Fecha : 25/04/2021


Asunto:

**APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

**FLUJOGRAMA DE ESTRUCTURA**



fin

	MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO		

### Testero

Es el conjunto de motores que incluye las estructuras portantes que incorporan este mecanismo para el movimiento longitudinal de la grúa. Las grúas están equipadas con dos testeros, cada una de ellas con dos ruedas, una de las cuales es motorizada, y se encuentran ubicadas a ambos lados de la viga. Las ruedas del testero se deslizan sobre guías ubicadas a lo largo de la guía carrilera. Los topes sirven para evitar que el testero se salga de los caminos de rodadura y se produzcan choques al final de la estructura.




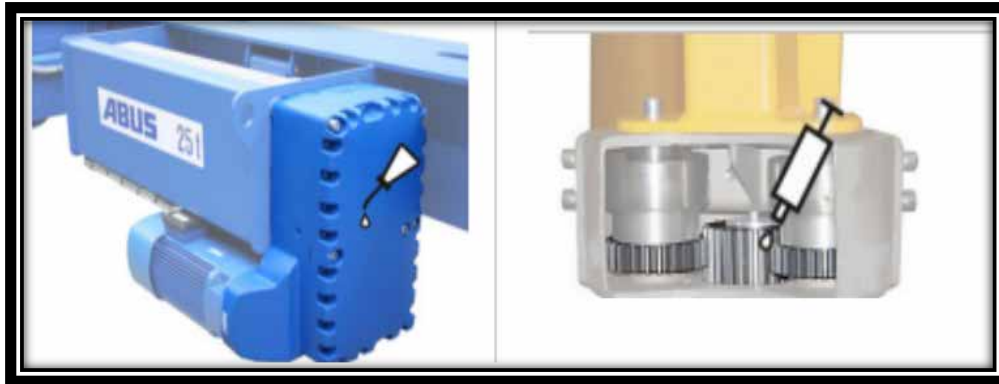
**Figura 9:** Testero De Las Grúas Tipo Puente

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

Se ejecutará un mantenimiento bimestral, haciendo la comprobación de la frenada simultánea de los grupos motrices, el funcionamiento de los motores, verificación de los niveles de aceite y estado de grasas en los grupos reductores. Se debe Mantener

limpio el disco de frenos para optimizar el rendimiento de frenado y eliminar el irritante chirrido de los frenos debido al polvo y suciedad acumulados en las partes de sistema de frenos. Siempre debe estar bien lubricados los rodamientos de las ruedas.

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
<b>Asunto:</b>	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		
<p>También, se debe realizar la verificación de guarda protectora, la medición de aislamiento bobina de freno, la inspección de disco y la armadura metálica. Finalmente, se verifica que los componentes del freno electromagnético estén armados de manera correcta.</p> <p>En cuanto al mantenimiento de caja reductora de polipasto, el testero se inspecciona la caja reductora que tenga la presencia de agentes contaminantes, se verifica el estado del lubricante, la fuga del aceite, la limpieza y los ajustes respectivos para evitar fugas. Del mismo modo, se verifica que el chasis de la caja reductora. Posteriormente, se inspecciona el bamper de impacto y los topes mecánicos. se reajustan los tornillos de los puntos de conexión interno de cada limitador y se engrasan los engranajes con la finalidad de reducir desgastes por fricción y fatiga. Finalmente, se realizan los ajustes, la lubricación en ruedas y el mantenimiento de la botonera de control, que incluye la carcasa, los pulsadores y las conexiones que no se encuentran con la pérdida de aislamiento.</p>			

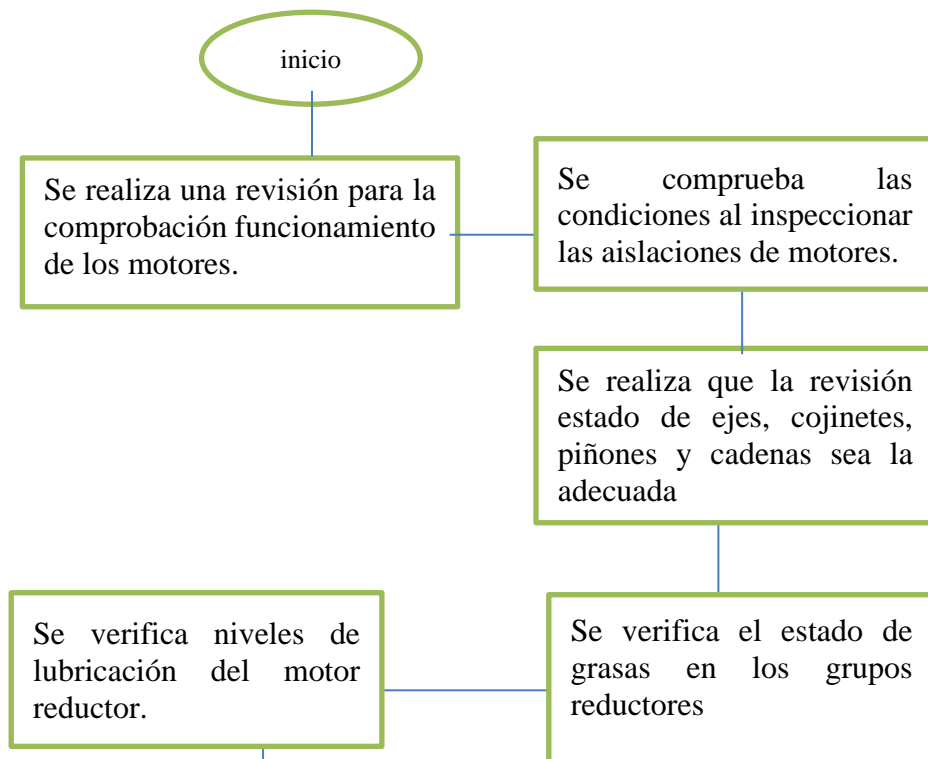


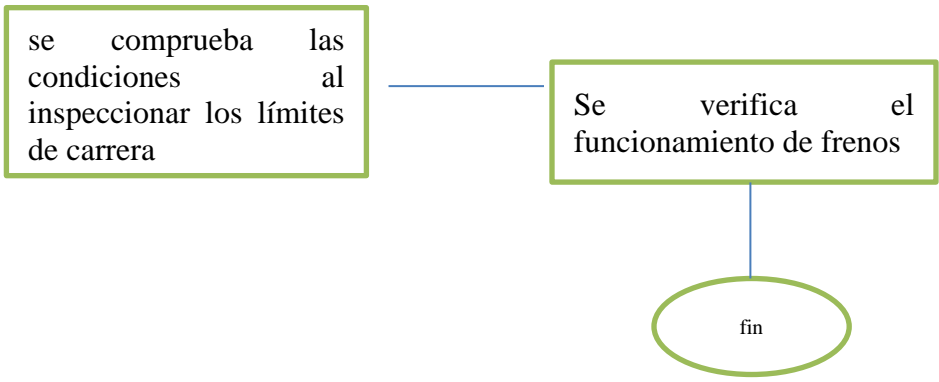
**Figura 10: Testero De Las Grúas Tipo Puente**  
**FUENTE:** Herd  A, Zarate J (2021)


	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021

Asunto:	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>
---------	--

**FLUJOGRAMA DE TESTERA**

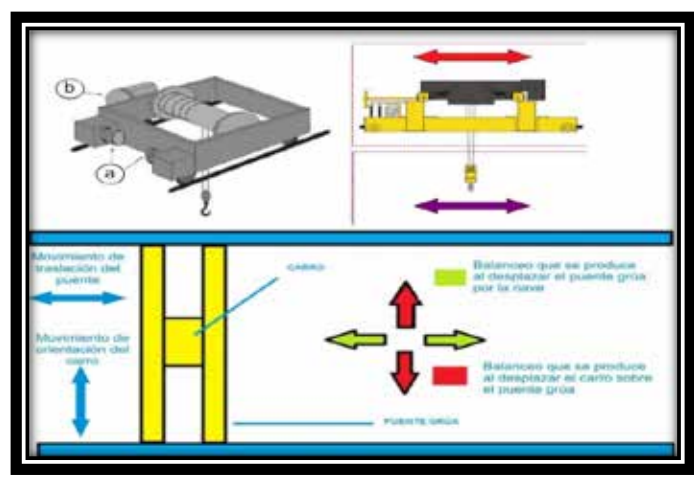




	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		

**Carro**

El movimiento del puente se realiza en dirección longitudinal con un recorrido transversal a lo largo de la nave. El carro está equipado con un motor reductor que le permiten un desplazamiento sobre el puente. Este Se realiza mediante un grupo motor-reductor único, que arrastra los rodillos motores por medio de semiárboles de transmisión.



**Figura 11: Carro De Las Grúas Tipo Puente**

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

Semestralmente se realizará el mantenimiento al carro haciendo la comprobación de pérdidas de aceite o grasa en rodamientos y puntos de fricción, el estado de guía de cables, el estado de las ruedas del carro (pestañas, grietas, etc.). Se debe examinar el desgaste de los elementos de freno Mientras el carro se desplaza se deberá escuchar los ruidos que se produzcan en la transmisión y el funcionamiento del motor. Manteniendo siempre bien lubricados los rodamientos de las ruedas y regulando el freno de modo que su funcionamiento sea suave también se debe realizar con regularidad la verificación de las partes en contacto con los rieles.

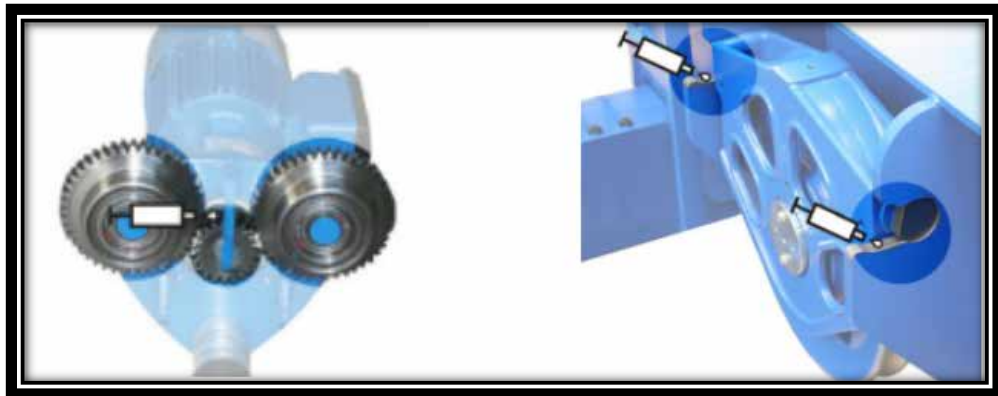
	MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO	PROCEDIMIENTO	
		�rea: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021

Asunto:	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>
---------	--

Controlar el diámetro de las ruedas, rectific ndolas si fueran diferentes en más de tres mm, y la verificación del estado de desgaste de los piñones y coronas del reductor reemplazándolos si fuera necesario es importante para el buen funcionamiento del equipo. Se debe desarmar una rueda motriz y una conducida del mismo lado verificando el estado de ejes, camisas, rodamientos, etc., en caso de que se detecten picaduras o desgaste excesivo deberá revisarse el resto de las ruedas. Los rodamientos deberán ser inspeccionados al menos cada seis (6) meses, tratando de descubrir los siguientes defectos:


- √ Exceso de partículas metálicas en la grasa lubricante.
- √ Desprendimiento de las superficies endurecidas de contacto.
- √ Los rodamientos deben ser engrasados semestralmente.

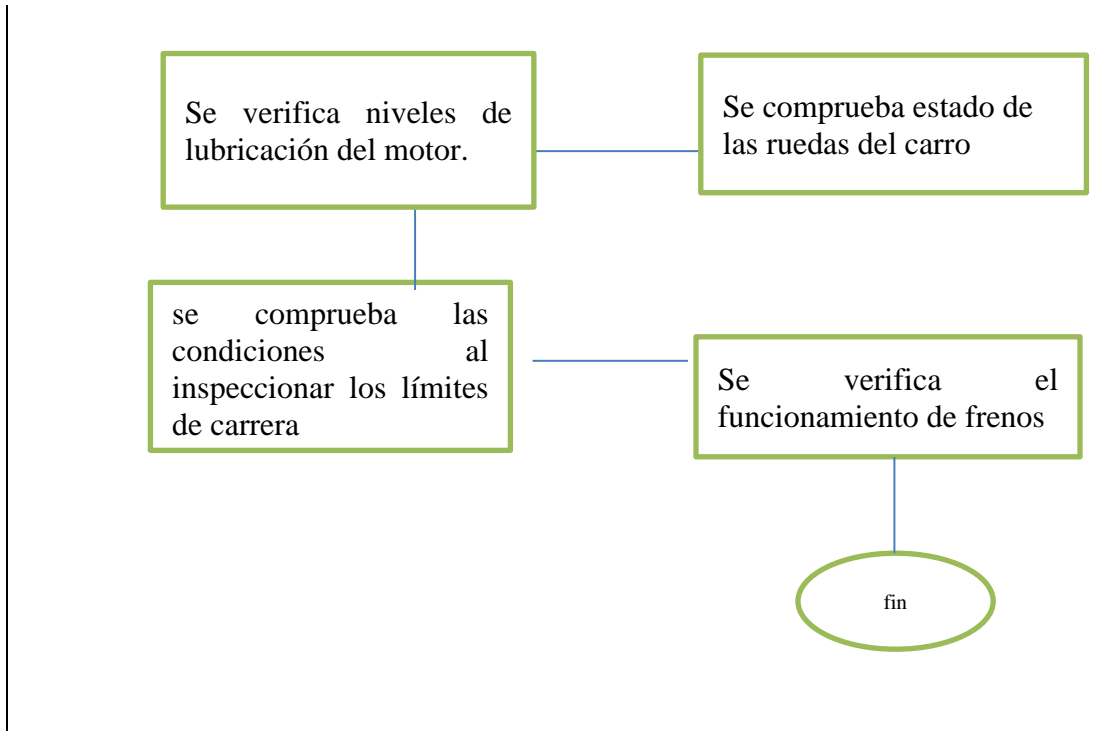
- ✓ Si el mecanismo está sometido a un trabajo muy intenso se deberán, cada seis (6) meses, limpiar cuidadosamente los rodamientos y reengrasarlos.




**Figura 12: Carro De Las Grúas Tipo Puente**

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>FLUJOGRAMA DE CARRO</b>			
<pre> graph TD     Inicio([inicio]) --&gt; A[Se verifica que el estado de tambor de arrollamiento y poleas sea óptimo]     A --&gt; B[Se comprueba que la revisi3n de funcionamiento de motores es eficiente.]     B --&gt; C[Se verifica el estado de grasas de ejes, cojinetes, piñones y cadenas sea la adecuada]           </pre>			



	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>Ganchos</b>			

Bimestralmente se realizará el mantenimiento de Los ganchos de elevación son de acero forjado, y utilizados para la suspensión de cargas. Van apoyados sobre un rodamiento, el cual se apoya sobre una barra de acero, en la que giran las poleas. Las grúas están provistas de un gancho de acuerdo con la norma DIN y la capacidad nominal de la misma se deberá verificar periódicamente el libre giro del gancho revisando el apriete de pernos y detentores.




**Figura 13:** Gancho De Las Grúas Tipo Puente

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

Los ganchos deberán cumplir con los siguientes aspectos:

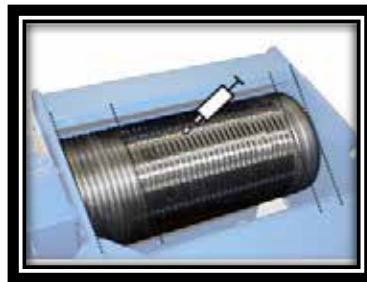
- ✓ Que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
- ✓ Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		


Para trabajar con eslingas de cable de acero, se deberán seguir una serie de normas de utilización segura y deben ser usadas sólo por las personas que hayan recibido formación adecuada, antes de la primera utilización se debe asegurar que:

- ✓ La eslinga es conforme a las especificaciones solicitadas.
- ✓ Las características de la eslinga son las adecuadas para el uso previsto.
- ✓ La seguridad en la utilización de una eslinga comienza con la elección de ésta, que deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que debe soportar.

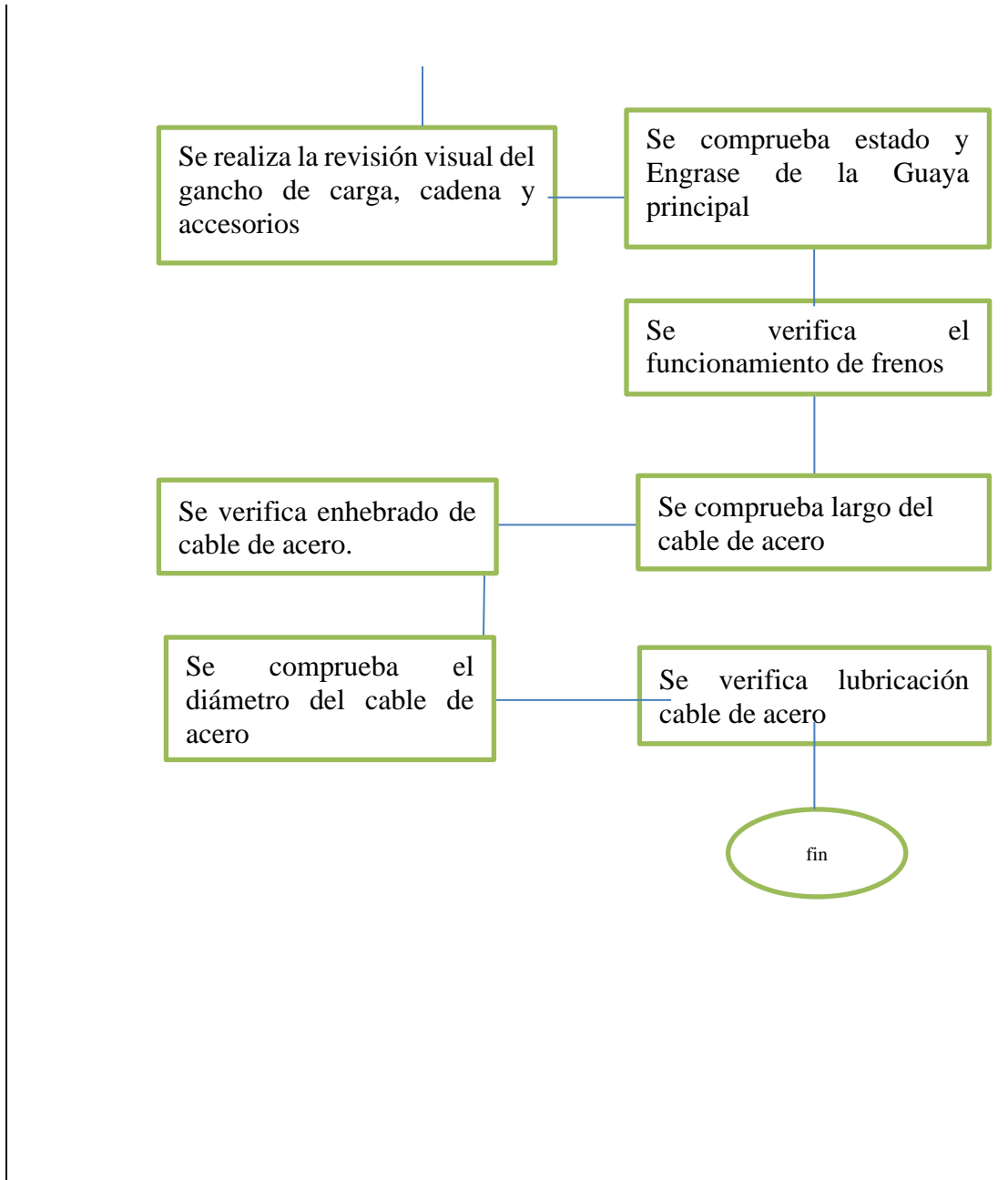
El cable se deberá mantener en perfecto estado de limpieza y con suficiente cantidad de lubricante para evitar la corrosión y disminuir el desgaste. Como control del estado general del cable se recomienda medir su diámetro y compararlo con el diámetro nominal. Los cables deberán ser substituidos cuando presenten algunas de las siguientes anomalías, Previa aplicación de un nuevo lubricante se debe efectuar una limpieza eliminando el lubricante reseco y la suciedad.




**Figura 14:** Gancho De Las Grúas Tipo Puente  
FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>FLUJOGRAMA DE GANCHO</b>			

inicio



	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
<b>Asunto:</b>	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		


## INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En el tablero eléctrico del puente grúa se encuentra el equipo principal de fuerza y el control del sistema de traslación de la grúa. El tablero eléctrico del carro posee el control para el movimiento del mismo y el movimiento del gancho. Ambos tableros no requieren más mantención que la de cualquier equipo eléctrico, se recomienda que semestralmente revisar el estado de apriete de todos los cables y chequear el correcto funcionamiento de los contactares y protecciones.



**Figura 15:** Instalación Eléctrica De Las Grúas Tipo Puente  
FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

Las instalaciones eléctricas deben responder a una serie de instrucciones que permitirán establecer la seguridad al momento de manejar los equipos las cuales estarán claramente visibles e identificables mediante pictogramas como recordatorio del deber ser en la manipulación del equipo.

	MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		

- Ø Estarán colocados de tal manera que puedan ser accionados con seguridad, sin vacilación ni pérdida de tiempo y de forma inequívoca.
- Ø Estarán colocados fuera de las zonas peligrosas excepto, si fuera necesario, determinados órganos de accionamiento, tales como una parada de emergencia o una consola de aprendizaje.

**CONTROLES**


Al momento de accionar el pulsador de marca. arranca el contacto general y Resistencias de motores, en este aspecto se debe verificar los frenos y los limitadores de carga, también los cuadros de maniobra, fuerza y protección. Relés térmicos, la Comprobación aislamiento, carriles y carbones tomacorrientes, carritos portacables o deslizadores, escobillas de motores.

**Los sistemas de mando se deben estar diseñados y fabricados de manera:**

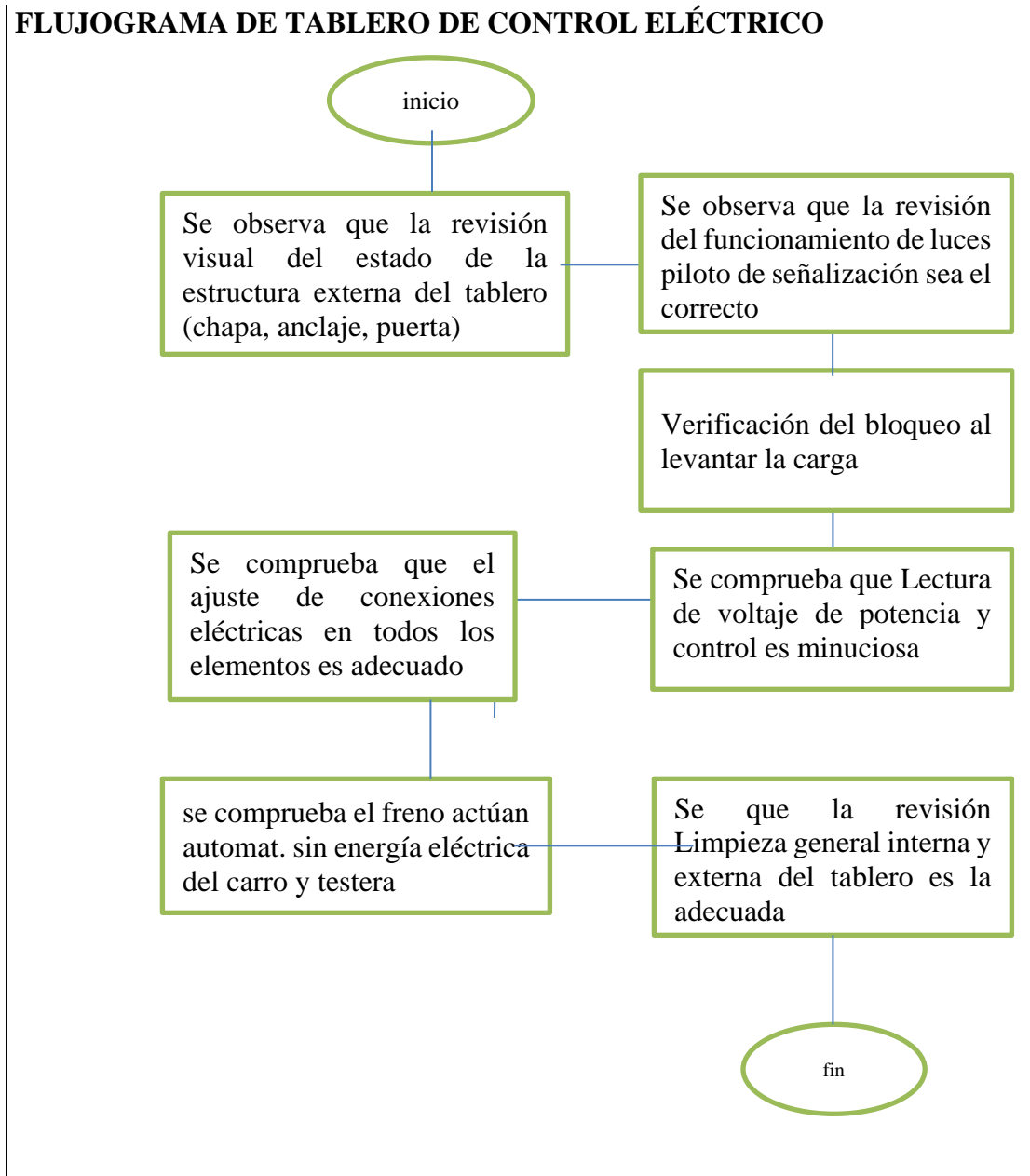
- ✓ Que resistan los esfuerzos previstos de funcionamiento y las influencias externas.
- ✓ Que un fallo en el soporte material o en el soporte lógico del sistema de mando no provoque situaciones peligrosas.




**Figura 16:** Controles De Las Grúas Tipo Puente  
**FUENTE:** Herd A, Zarate J (2021)

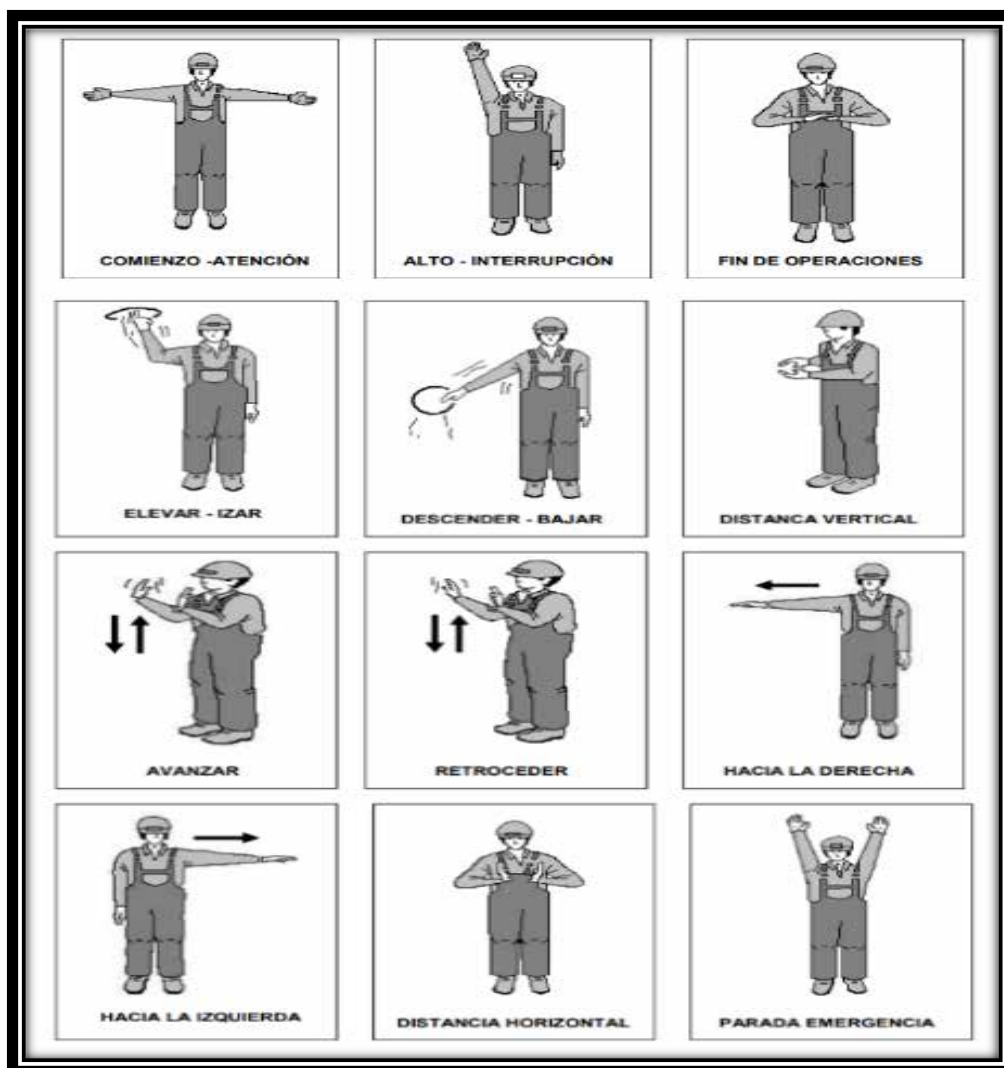
	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>APLICABILIDAD DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>		

## FLUJOGRAMA DE TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO




	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>EL CÓDIGO DE SEÑALES</b>		

Con objeto de evitar confusiones peligrosas entre el gruísta y el que dirige la maniobra, es preciso usar siempre las mismas señales de mando. A continuación, se detallan los más comunes



**Figura 17: El Código De Señales De Las Grúas Tipo Puente**

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

	MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>Señalización en los lugares de trabajo</b>		

## Señalización en los lugares de trabajo

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Las señales pueden ser en forma de panel, luminosas, acústicas, o gestuales.

### COLORES DE LA SEÑALIZACIÓN

**Cuadro 31:** Colores De La Señalización De La Grúa Tipo Puente

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES – PRECAUCIONES
[Red]	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de conexión de emergencia.
	Materiales y equipos de lucha contra incendio	Identificación y localización
[Yellow]	Señal de advertencia	Atención , precaución , verificación.
[Blue]	Señal de obligación	Obligación de utilizar un equipo de protección individual
[Green]	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas , salidas , puesto de salvamento o de socorro
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad


FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

### SEÑALIZACIÓN TIPO PANEL

**Figura 18:** Señalización Tipo Panel De Las Grúas Tipo Puente



FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
Asunto:	<b>Señalización en los lugares de trabajo</b>	Fecha :	25/04/2021

## Señalización en los lugares de trabajo

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Las señales pueden ser en forma de panel, luminosas, acústicas, o gestuales.

### COLORES DE LA SEÑALIZACIÓN

**Cuadro 27:** Colores De La Señalización De La Grúa Tipo Puente

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES – PRECAUCIONES
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de conexión de emergencia.
	Materiales y equipos de lucha contra incendio	Identificación y localización
Amarillo	Señal de advertencia	Atención , precaución , verificación.
Azul	Señal de obligación	Obligación de utilizar un equipo de protección individual
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas , salidas , puesto de salvamento o de socorro
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad


FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

### SEÑALIZACIÓN TIPO PANEL

**Figura 19:** Señalización Tipo Panel De Las Grúas Tipo Puente



FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021)

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
Asunto:	<b>Señalización en los lugares de trabajo</b>	Fecha :	25/04/2021



**Figura 20:** Señalización Tipo Panel De Las Grúas Tipo Puente  
**FUENTE:** Herdé A, Zarate J (2021)

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
<b>Asunto:</b>	<b>Equipos de protección de los trabajadores</b>		

### Equipos de protección de los trabajadores


Los equipos de protección individual proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos u ocasionar riesgos adicionales ni molestias innecesarias. A tal fin deberán:

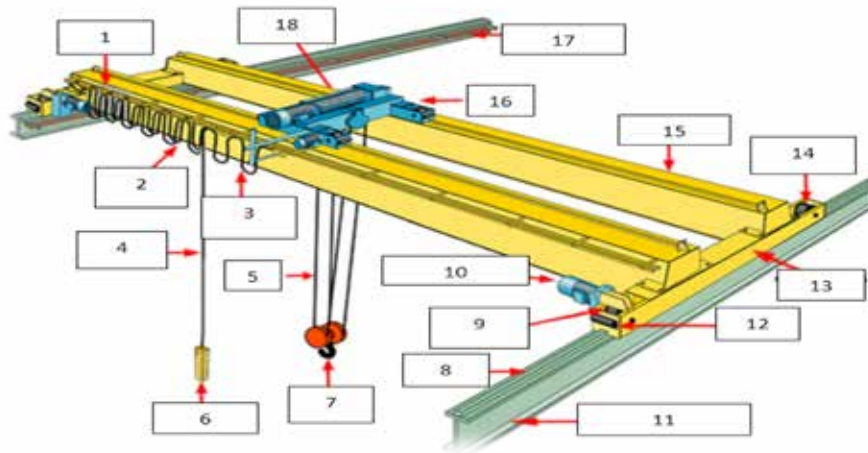
- a) Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- b) Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador.
- c) Adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios




Figura 21: Equipos De Protección De Los Trabajadores De Las Grúas Tipo Puente

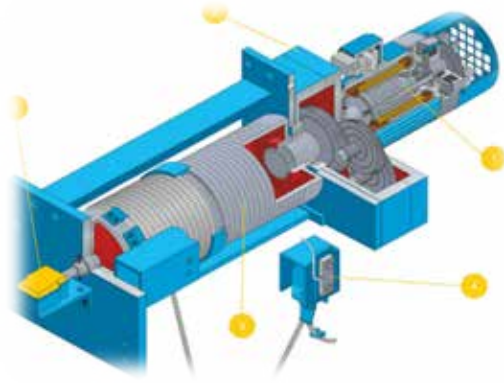
FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

	MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
Asunto:	DESPIECE DE LAS GRÚA TIPO PUENTE	Fecha :	25/04/2021



Leyenda	
1	Panel
2	cable plano de botonera
3	cable plano de carro
4	cable de botonera
5	Cable
6	Botonera
7	Gancho
8	sistema de rieles
9	rueda motriz del puente
10	motor reductor del puente
11	sistema de traves
12	topes de cabezales
13	Cabezales
14	rueda inducida del puente
15	viga del puente
16	Carro
17	sistema de conductores
18	Malacate


	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
Asunto:	<b>DESPIECE DE LAS GRÚA TIPO PUENTE</b>	Fecha :	25/04/2021



leyenda	
1	motor de elevación
2	Reductor
3	tambor y guía de cable
4	limitador de carga
5	fin de carrera normal

leyenda	
1	Engranaje de elevación
2	Bastidor del carro
3	Mecanismo de traslación del carro
4	Motor de carro
5	Trócola y gancho
6	Motor de elevación



	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
Asunto:	<b>FORMATO DE TRABAJO</b>	Fecha :	25/04/2021

**Tabla 13:** Formato De Trabajo De Las Grúas Tipo Punte

		<b>FORMATO DE TRABAJO</b>					
		<b>INFORME DE MANTENIMIENTO</b>					
responsable			fecha				
<b>información la grúas</b>							
grúas tipo puente	5 tonelada		10 tonelada		60 tonelada		100 tonelada
código	GR - 07		GR - 05		GR - 02		GR - 01
ubicación	armado		armado		Fosa		fosa
<b>INFORMACIÓN DEL PERSONAL</b>							
encargado							
fecha de inicio			fecha de culminación				
tiempo estimado de elaboración del mantenimiento							
tipo de mantenimiento	Preventivo				Correctivo		
<b>INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>							
ítem	actividad	Observaciones del mantenimiento					
1							
2							
3							
<b>FUENTE:</b> Herdé A, Zarate J (2021)							

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021
Asunto:	<b>Equipos de protección de los trabajadores</b>		

FORMATO DE EVALUACIÓN Y VERIFICACION					
Responsable		Fecha			Observaciones
Ítem	Actividad	Estado			
		Bueno	Reparar	Cambiar	
1	verificar uniones de vigas (apriete tornillos, soldaduras, etc.)				
2	Inspeccionar los carriles de rodadura (alineación, desgaste, fijación vigas)				
3	¿Están presentes y legibles todos los rótulos necesarios en la grúa?				
4	Funciona el pulsador de paro de emergencia				
5	¿Funcionan todos los demás dispositivos de seguridad				
6	Están lubricadas todas las piezas móviles				
7	Comprobar la frenada simultánea de los grupos motrices				
8	Comprobar funcionamiento de los motores				
9	Verificar niveles de aceite y estado de grasas en los grupos reductores				
10	Comprobar de aceite o grasa en rodamientos y puntos de fricción				
11	Comprobar estado de las ruedas del carro (pestañas, grietas, etc.)				
12	Examinar el desgaste de los elementos de freno				
13	Comprobar estado y Engrase de guía de cables				
14	Comprobar estado mandos y controles manuales				
15	Comprobar estado de las cajas de conexión				

	<b>MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTO</b>	PROCEDIMIENTO	
		Área: mantenimiento industrial	
		Fecha :	25/04/2021

**Tabla 11: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

ítem	actividad	frecuencia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
estructura														
1	verificar uniones de vigas (apriete tornillos, soldaduras, etc.)	ANUAL												
2	Inspeccionar los carriles de rodadura (alineación, desgaste, fijación vigas)	ANUAL												
TESTERO														
3	Comprobar la frenada simultánea de los grupos motrices	BIMESTRAL												
4	Comprobar funcionamiento de los motores	BIMESTRAL												
5	Verificar niveles de aceite y estado de grasas en los grupos reductores	BIMESTRAL												
CARRO														
6	comprobación de aceite o grasa en rodamientos y puntos de fricción	SEMESTRAL												
7	Comprobar estado de las ruedas del carro (pestañas, grietas, etc.)	SEMESTRAL												
8	Examinar el desgaste de los elementos de freno	SEMESTRAL												
GANCHO														
9	Comprobar estado y Engrase de guía de cables	BIMESTRAL												
10	Comprobar estado y Engrase de la Guaya principal	BIMESTRAL												
INSTALACIÓN ELÉCTRICA														
11	Comprobar estado mandos y controles manuales	SEMESTRAL												
12	Comprobar estado de las cajas de conexión	SEMESTRAL												
13	Comprobar el estado de las conexiones en general	SEMESTRAL												

FUENTE: Herdé A, Zarate J (2021).

LEYENDA	
Grúas De 5 Y 60 Toneladas	Grúas De 10 Y 100 Toneladas

#### 4.4 Fase IV. Evaluar la propuesta de un programa diseñado bajo un enfoque técnico, operativo, social, económico, ambiental y social.

En esta fase, el plan de mantenimiento se evalúa con base en un análisis de costo-beneficio. Para determinar el costo económico de la solución propuesta, a fin de

obtener los elementos de juicio necesarios para la decisión de implementar o no implementar el proyecto, se debe señalar que se utilizarán recursos internos para implementar la propuesta, debido a que el plan de mantenimiento de las grúa para este proyecto de grado requiere no solo consideraciones financieras si no También se deben considerar que se tienen aspectos sociales y medioambientales en el trabajo de investigación.

#### **4.4.1 Factibilidad Operativa y Factibilidad Técnica**

Respecto a este primer punto, se puede decir que es totalmente factible en operación, pues la empresa Costel cuenta con el personal necesario para la aplicación de los nuevos métodos de trabajo, la Factibilidad Técnica en relación a los costos de los materiales requeridos, se determina que el desarrollo de las propuestas, entre lo antes mencionado se encuentran:

##### **RESPONSABILIDADES**

- ✓ Es responsabilidad del Supervisor de mantenimiento la emisión del presente procedimiento.
- ✓ El Jefe de Mantenimiento Preventivo es responsable de la revisión y ejecución del presente procedimiento.
- ✓ Es responsabilidad del Gerente de Mantenimiento y/o Gerente de Planta la aprobación del presente procedimiento.

##### **Costos**

Es necesario tomar en cuenta también los costos que conllevan realizar las jornadas informativas a los operadores en el Área de mantenimiento y de inventario de los equipos. también se representa el análisis de costo beneficio que presenta la técnica para evaluar, o ayudar a evaluar, donde se muestran los resultados del estudio financiero a través de un cuadro de presupuesto general, generando mayores beneficios para la empresa. Con la aplicabilidad de la propuesta, esta permitirá contar con máquinas operativas, al personal integrado en la aplicación del mismo en pro de crear una cultura de mantenimiento , facilitando el ahorro de tiempo y dinero además de mejorar los niveles productivos.

Costos

**Cuadro 28:** Costo De Las Grúa Tipo Punte

Recurso	Descripción	Costo
Personal	Personal de mantenimiento	250
Materiales	Repuestos de las grúas	3800
MAQUINA	GRUA DE 5 TON	1600
	GRUA DE 10 TON	1800
	GRUA DE 60 TON	2000
	GRUA DE 100 TON	2400
Total		11850

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

### Beneficios de la propuesta

El mantenimiento preventivo y correctivo es una transformaci3n que genera grandes beneficios y es esencial para garantizar la seguridad y la confiabilidad de las grúas, disminuyendo las perdidas ocasionadas por paradas no programadas, además, el número de reparaciones y su costo se reduce obteniendo una mejor conservaci3n de los equipos y también una mayor esperanza de vida, reduciendo con ello la inversi3n de capital

Se calculan los costos de mantenimiento correctivo que aplica la empresa cuando el equipo falla, se encuentra en una condici3n severa o no se puede operar. Esta informaci3n corresponde a la inversi3n en 2019. Los costos operativos de este proceso son los siguientes:

**Cuadro 29:** Beneficios de la propuesta De La Grúa Tipo Punte

MAQUINA	C3DIGO	COSTO
GRUA DE 5 TON	GR - 07	3900
GRUA DE 10 TON	GR - 05	4500
GRUA DE 60 TON	GR - 02	6800
GRUA DE 100 TON	GR - 01	9800

TOTAL		25000
-------	--	-------

FUENTE: Herd  A, Zarate J (2021)

### **La Relaci3n Beneficios / Costo**

La relaci3n Beneficios / Costo está representada por la relaci3n:

$$R (B/C) = \text{Beneficios} / \text{Costo}$$

- Si la  $R (B/C) > 1$  la propuesta es viable
- Si la  $R (B/C) = 1$  es indiferente
- Y si la  $R (B/C) < 1$  es inviable la propuesta

Calculando la raz3n COSTO sobre los BENEFICIO se obtiene:

$$C/B = (25.000 / 11.850) = 2.1$$

$C/B > 1$  Indica que los beneficios superan los costos, por lo que se debe considerar el plan de mantenimiento propuesto. La implementaci3n de un programa integral de mantenimiento preventivo generar beneficios en forma de valor agregado, que integrará al personal que opera la máquina y el programa de aplicaci3n para formar una cultura de mantenimiento, simplificando así el mantenimiento. Tiempo y dinero, además de mejorar los niveles de producci3n.

#### **4.4.2 Beneficios Generales**

Los beneficios que se generarán al poner en práctica del Plan de Mantenimiento Preventivo permitirán contar con máquinas operativas facilitando el ahorro de tiempo y dinero además de mejorar los niveles productivos.

A nivel ambiental la implementaci3n del plan de mantenimiento preventivo brinda a la empresa aumentar los años de vida útil de los equipos, debido a que tendrán la disponibilidad de los equipos en 3ptimas condiciones y lo cual su desperdicio va a disminuir a hacia el ambiente.

En el ámbito social genera al personal confianza en los equipos, al dejar de tener preocupaciones debido a que se evitaran accidentes por avería y de igual forma brinda tranquilidad en sus labores disminuyendo la presi3n en el ambiente de trabajo por retrasos e incumplimiento.

El personal tendrá mayor dominio de las grúas, lo que trae consigo un aprovechamiento significativo disminuyendo considerablemente los tiempos de reparación de los mismos.

### **CONCLUSIONES**

En este trabajo de investigación, se ha determinado por medio de un diagnóstico aplicado a las grúas tipo puente de 5,10,60 y 100 toneladas, se evidencio que el factor más influyente en los tiempos de inactividad no planificados son las tareas o actividades de mantenimiento realizadas las cuales se centran principalmente en el mantenimiento correctivo, lo que repercutirá negativamente en el funcionamiento de

las maquinarias. Al diagnosticar y evaluar las condiciones actuales que presentan los equipos de las grúas tipo puente, se encontró que los equipos presentaban fallas que afectan la vida útil de las mismas.

Al respecto, en la fase I con el resultado del diagnóstico se obtiene las condiciones actuales de las grúas tipo puente, en la Fase II se adquirió el conocimiento necesario sobre la determinación de los ajustes necesarios para la aplicabilidad de los mantenimientos preventivos y correctivos en las grúas, para verificar la criticidad de una maquinaria. Se procesaron y presentaron los datos en un cuadro resumen, utilizando para ello el Diagrama de Pareto, amfe y la matriz causa riesgo como herramientas de análisis de datos operacional. Seguidamente, en la fase III se estableció elaborar una propuesta de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en las grúas tipo puente dentro de la empresa Costel C.A. en la Fase IV. Se elaboró una propuesta de un programa diseñado bajo un enfoque técnico, operativo, social, económico, ambiental y social.

El plan de mantenimiento preventivo con su respectivo manual de operaciones para los equipos críticos de la Empresa Costel esta esbozado a tener en cuenta las necesidades de mantenimiento de las grúas tipo puente, A su vez se busca, mediante la propuesta, garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, lo cual es de vital importancia para mantener la vida útil de los mismo, además, promueve el trabajo en equipo y se reducen los riesgos asociados a una falla potencial.

Puesto que estos equipos reduciendo las concurrencias de las paradas no planificadas y cumpliendo con la producción solicitada. es importante destacar que esta propuesta se constituye como el punto de partida, para el mejoramiento progresivo de la confiabilidad operacional de las grúas tipo puente de la empresa.

La evaluación de la propuesta de plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos de la empresa Costel, estas planteado desde la perspectiva costo-beneficio que estos superan los costos, debido a que  $C/B > 1$  por consiguiente, el valor agregado permitirá contar con máquinas operativas, al personal integrado en la aplicación del

mismo en pro de crear una cultura de mantenimiento, facilitando el ahorro de tiempo y dinero además de mejorar los niveles productivos. Finalmente el plan de mantenimiento propuesto debe ser considerado para su aplicación.

## **RECOMENDACIONES**

1. Implementar el plan de mantenimiento recomendado anteriormente para reducir los costos relacionados con el mantenimiento y mejorar la confiabilidad operativa de sus activos.

2. Iniciar la creación y aplicación de formatos de registro de fallas, que explicará en detalle el modo y la causa de la falla, y las medidas tomadas para solucionar el problema.
3. Establecer formas organizativas para gestionar el mantenimiento preventivo, como formatos, planillas y programas informáticos.
4. Mantener la implementación del plan propuesto, identificar mejoras y adaptarlas a las necesidades emergentes.
5. Prestar más atención a los materiales de inventario. Repuestos, ya que es clave para la gestión del mantenimiento y evitar la escasez de componentes necesarios para realizar las actividades de mantenimiento preventivo.
6. Formar, orientar y sensibilizar al personal de mantenimiento. que utilizan las herramientas y equipos de trabajo para que las grúas tipo puente funcionen con normalidad.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Arias, F. (2006). "El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica". (5ta ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Altuve S y Rivas A. (1998). Metodología de la Investigación. Módulo Instruccional III. Caracas: Universidad Experimental Simón Rodríguez.

- Amendola, L. (2006). Optimización de paradas de plantas. [Documento en línea]. Venezuela.
- AMENDOLA, L. (2006). Tips para la gestión de paradas de planta en mantenimiento "Turnaround – Shutdowns Management". [Documento en línea]. España. Disponible en: [http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gestión%20mantenimiento\\_archivos/Optimización%20de%20Paradas%20de%20Plantas.doc](http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gestión%20mantenimiento_archivos/Optimización%20de%20Paradas%20de%20Plantas.doc). [16 de febrero de 2006]
- AMFE” Análisis Modal de Fallas y Efectos (2008) <http://eprints.ucm.es/46527/1/T39612.pdf>
- Balestrini, M. (2002). Metodología de la Investigación. Caracas: Editorial: Romor.  
<https://bibliovirtualujap.wordpress.com/ingenieria/ingenieria-mecanica/>
- Cardona, O.D. (1995): Prevención de Desastres y Preparativos para Emergencias: Aspectos Técnico-científicos, Sociales, Culturales e Institucionales, Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos Naturales CEDERI, Universidad de los Andes, Bogotá
- Chiavenato (2011). Administración de los recursos Humanos. (9na edición). Editorial McGraw-Hill. México D.F.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2009). Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela N.º 5.908 de fecha 15 de febrero de 2009
- Díaz, A. (1999). Gerencia de inventarios. Primera edición. IESA: Caracas, Venezuela
- Deming, W. Edwards (1989). Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis. Díaz de Santos, S.A. ISBN 84-87189-22-9

- Dubs de Moya, Renie El Proyecto Factible: una modalidad de investigación Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, vol. 3, núm. 2, diciembre, 2002, p. 0 Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas, Venezuela
- . Duffua y Raouf (2000) HECHO EN MEXICO ISBN 968-18-S918-9 PRIMERA EDICIÓN CANIEM NÚM.121 o 2000, EDITORIAL LIMUSA,
- Enrique, C. (05 de Julio de 2018). Teoria General de Costos. Obtenido de [www.aprendiendoadministracion.com](http://www.aprendiendoadministracion.com)
- Escalante, J. (2008). Seis Sigma: Metodología y técnicas (pp 435). México: Limusa
- Gamarra T, J. (2004) <https://es.slideshare.net/JorgeGamarraTolentino/libro-demantenimientoindustrial-24925104>
- García (2009)<http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>
- González, Julio César; Myer, Rick Alan; Pachón Muñoz, William La evaluación de los riesgos antrópicos en la seguridad corporativa: del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) a un modelo de evaluación integral del riesgo Revista Científica General José María Córdova, vol. 15, núm. 19, enero-junio, 2017
- González, J (2016), realizo su trabajo de grado titulado “Propuesta de Mantenimiento Preventivo y Planificado para la Línea de Producción en la Empresa Latercer S.A.C
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1998). Investigación Educativa. Buenos Aires: Editorial El Ateneo
- Iris Barceló Ferre(26 de marzo, 2018).Vida útil. Economipedia.com
- Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2008. Actualizado: 2012.Definicion.de: Definición de creatividad (<https://definicion.de/creatividad/>)

(Kauro, 2002, p.48) Según Abel David Arriaza Rivera Guatemala (2015). El TPM  
<https://www.linkedin.com/in/abel-david-arriaza-rivera-8459908a>

Kerlinger, F.N. (1988). Investigación del comportamiento. México: Interamericana.

León, O.G. y Montero, I. (2002). Métodos de Investigación en Psicología y Educación  
Madrid: McGraw-Hill.

Ley orgánica de prevención, condiciones y medio ambiente de trabajo (2005)  
<https://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/LOPCYMAT.pdf>

maría Fernanda rojas Rangel (2011)  
[https://www.dnb.com/business-directory/companyprofiles.rojas\\_rangel\\_maria\\_fernanda.fc5185ab416c4c38708c3ab2e0b5fc5b.html](https://www.dnb.com/business-directory/companyprofiles.rojas_rangel_maria_fernanda.fc5185ab416c4c38708c3ab2e0b5fc5b.html)

Méndez, C. (1998). Metodología. Guía para Elaborar Diseños de Investigación en  
Ciencias Económicas, Contables y Administrativas. Colombia: Editorial  
McGRAW-Hill Interamericana, S. A.

Muñoz, D. A., & Bolaños, L. L. (2015). El check list como herramienta para el  
desarrollo de la seguridad al paciente quirúrgico. Revista Cubana de  
Anestesiología y reanimación, 50-57

Nava, José (2006). Aplicación práctica a la teoría de mantenimiento. Mérida  
Venezuela

Neto (2008): "La misión del mantenimiento es implementar y mejorar en forma  
continua la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio  
mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras

Palacio P., Alvaro. (2013). "Total Productive Maintenance: Implementando el TPM",  
2013. www.autoreseditores S.A. <http://www.autoreseditores.com/libro/210/alvaro->

palacio-p/total-productive-maintenance-tpm.html  
(<http://www.autoreseditores.com/libro/210/alvaro-palacio-p/total-productive-maintenance-tpm.html>)).

Penkova, S. (2007). Situación actual y perspectivas de las Bibliotecas Académicas y Centros de Documentación en la Educación Superior Dominicana. SEESCYT 120 p

Rojas (citado por Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, 2009), A Cuevas Romo, R Hernández Sampieri... - Revista electrónica de ..., 2016 - scielo.org.mx

Ramos, J (2017) Aumento De La Disponibilidad Mediante La Implementación De Un Plan De Mantenimiento Preventivo A Las Maquinarias De La Empresa Atlanta Metal  
[DrillS.A.Cspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10142/Ramos%20Sparrow%2C%20Julio%20Oswaldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://DrillS.A.Cspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10142/Ramos%20Sparrow%2C%20Julio%20Oswaldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

<https://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wp-content/themes/raulrojassoriano/assets/libros/metodos-investigacion-social-rojas-soriano.pdf>

RodríguezPeñuelas,(2008)[https://www.academia.edu/32992121/T%C3%89CNICAS\\_DE\\_INSTRUMENTOS\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION](https://www.academia.edu/32992121/T%C3%89CNICAS_DE_INSTRUMENTOS_DE_LA_INVESTIGACION)

Sabino, C (2008). “El proceso de Investigación”. Editorial Panado. 6ta Edición. Caracas, Venezuela.

Sarmiento, M. (2009:78), ideario de Sarmiento  
[https://www.fundacionbsj.org.ar/archivos/noticia/pdf/Sarmiento\\_Tomo1\\_Completo\\_baja.pdf](https://www.fundacionbsj.org.ar/archivos/noticia/pdf/Sarmiento_Tomo1_Completo_baja.pdf)

Sierra Bravo (1991) <https://caduceoprotocoloactualizado.wordpress.com/ensayo-de-metodologia-y-proyecto-de-investigacion/>

Suárez,(2007<http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/fceunisalle/20170117011106/Estrategias.pdf>)

Tamayo, T. y. (1983). Métodos de Investigación Científica. Caracas: Editorial: Ovelio (Tavares,2000,p.99).<http://www.mantenimientoplanificado.com/gerardo%20trujillo%20noria/lourival%20AUDITORIA%20MANTENIMIENTO.pdf>

UMNG. (13 de noviembre de 2019). Gestion de Calidad Y gestion de procesos. Obtenido de aula virtual: <http://virtual.umng.edu.co/>

UPEL. (2002). MANUAL DE TESIS DE GRADO DE ESPECIALIZACIÓN Y MAESTRÍA Y TESIS DOCTORALES. Valencia: Editorial: FEUPEL.

Yépez, H. (2016 ): “Rediseño del plan de mantenimiento preventivo de una línea de envasado de la empresa C.A Venezolana de pinturas”