

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIMI
Facultad de
Ingeniería Mecánica
e Industrial

Centro de Investigaciones de
Soldadura

TRABAJO DE DIPLOMA

**Procedimiento para el mantenimiento e
inspección de las grúas puente en la empresa
SOMEK de Santa Clara**

Autor: Diego Armando Rangel García

Tutores del trabajo: Dr. Arnaldo Manuel Herrera Artilles
MSc. María de las Mercedes Rodríguez Saura

Santa Clara, Junio, 2018
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Agradecimientos

Dedico este trabajo con todo mi amor y cariño a mis padres por todos los sacrificios y esfuerzos hechos por mí, por proporcionarme la oportunidad de hacer realidad mi sueño a pesar de los momentos difíciles, a mi novia por ayudarme y comprenderme, a mis amigos por soportarme y prestarme su apoyo todo este tiempo, a mis tutores por llevarme por el camino del éxito y por su ayuda paternal y a todos mis familiares y personas que durante todo este tiempo me apoyaron moralmente y me incitaron a seguir a pesar de las dificultades.

A todos Gracias.

“Denme la luz y construiré mis caminos”.

Anónimo.

Resumen

En el trabajo se presenta una propuesta de un procedimiento general para las inspecciones, mantenimiento y reparación de los puentes grúas de la empresa SOMECE de Santa Clara. Se muestran los resultados de las inspecciones realizadas por la empresa INTERMAR en el 2008, enriquecidos con los resultados de una inspección general realizada para el presente trabajo, donde se aprecian desperfectos de carácter grave, los cuales podrían dejar fuera de funcionamiento o en el peor de los casos provocar accidentes con graves perjuicios. Se expone finalmente una propuesta de procedimiento para la inspección, mantenimiento y reparación de las grúas basado en las metodologías, normas y regulaciones jurídicas establecidas en Cuba para la explotación y mantenimiento de los medios de izado, el que contempla la implementación del expediente del equipo, el sistema de inspecciones internas, implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo Planificado, Inspección del órgano estatal certificador y la adecuación del plan de mantenimiento para el caso de las grúas que se sometan a un programa de Inspección Basado en Riesgo.

Abstract

The paper presents a proposal for a general procedure for the inspections, maintenance and repair of the bridge cranes of the SOMECE company of Santa Clara. The results of the inspections carried out by the company INTERMAR in 2008 are shown, enriched with the results of a general inspection carried out for the present work, where damage of engrave character is observed, which could leave it out of operation or at worst the cases cause accidents with serious damages. Finally, a proposal for a procedure for the inspection, maintenance and repair of cranes is presented, based on the methodologies, rules and regulations, legal regulations established in Cuba for the operation and maintenance of hoisting equipment, which contemplates the implementation of the equipment file. , the system of internal inspections, implementation of a Plan of Preventative Maintenance Planned, Inspection of the state certifying body and the adequacy of the maintenance plan for the case of cranes that are subject to a program of Risk Based Inspection.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I: Fundamentos teóricos sobre las grúas puente, su inspección y mantenimiento.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Tipos de grúas puentes.....	3
1.2.1 Elementos de un puente grúa.....	6
1.2.2 Mecanismos.....	7
1.2.3 Movimientos característicos de un puente grúa	8
1.3 Conceptos del diseño estructural en acero	10
1.4 Fallas típicas en las grúas-puentes.....	11
1.5 Peligros en el trabajo con grúas puente y medidas preventivas.....	12
1.6 Medidas preventivas.....	13
1.7 Envejecimiento de la grúa	14
1.8 El mantenimiento en los puentes grúas.....	15
1.8.1 Tipos de mantenimiento.....	15
1.9 Inspección Basada en Riesgos.....	19
1.10 Criterios sobre las inspecciones a las grúas puentes y las normativas existentes.....	25
1.11 Criterios sobre las inspecciones a las grúas puentes y las normativas existentes en Cuba.....	26
Capítulo II Estado técnico de las grúas puentes en la empresa SOMECH.....	27
2.1 Introducción.....	27
2.2 Situación actual de las grúas puente en la empresa SOMECH.....	27
2.3 Necesidad de implementación de un plan de mantenimiento.....	46
Capítulo III: Propuesta de procedimiento para la inspección y el mantenimiento de las grúas puentes en la empresa SOMECH.....	48
3.1 Introducción.....	48
3.2 Procedimiento para la inspección, mantenimiento y reparación de los puentes grúas	49
3.2.1 Pasos en el procedimiento de inspección y mantenimiento.....	49
3.2.1.1 Estructura del expediente.....	49
3.2.1.2 Sistema de inspección interna basada en la Resolución 293 del Ministerio del Transporte..	50
3.2.1.3 Implementación de un plan de mantenimiento correctivo y reparaciones.....	60
3.2.1.5 Inspección por parte de la “Sociedad Calificadora Registro Cubano del Buque”.....	60
3.2.1.6 Reelaboración del plan de mantenimiento preventivo.....	61
Conclusiones generales	62
Recomendaciones.....	63
bibliografía.....	64
Anexos.....	65

Introducción

Todas las industrias y talleres de mantenimiento y reparación precisan de equipos de izaje para desarrollar su producción, generalmente grúas tipo puentes de diferentes capacidades.

Los puentes grúas son equipos que por sus características y función que realizan, exigen de atenciones técnicas específicas e inspecciones periódicas que garanticen su buen estado técnico con los mínimos riesgos de falla que pudieran ser catastróficos y arriesgan vidas humanas.

Un puente grúa es un aparato de elevación y transporte, una de las principales aplicaciones del cual es el transporte de diferentes materiales dentro del taller. Gracias a que circulan por vías elevadas, al contrario de lo que sucede con otras clases de grúas (por ejemplo, las grúas pórtico o las giratorias) dejan libre toda la superficie del pavimento del taller, de modo que el trabajo y el tránsito sobre el suelo puede efectuarse sin estorbos. Debido a la movilidad del puente grúa y del carro que corre sobre el mismo, el campo abonado por la grúa es un rectángulo cuya superficie, en un caso ideal, coincide con la planta de la nave del taller.

Actualmente en muchas empresas del país dedicadas a la prestación de servicios, como es el caso de SOMEK en Santa Clara, son ajenas a planes de mantenimiento para sus activos o simplemente practican el mantenimiento correctivo no programado. Al no contar con una planificación de las actividades de mantenimiento, no se puede determinar con certeza cuál será la maquinaria que tendrá un comportamiento más crítico.

Es imprescindible ya en estos tiempos en cualquier tipo de empresa cubana la implantación de una estrategia de mantenimiento para prolongar la vida de sus componentes, mejorando así la disponibilidad de los equipos y su confiabilidad operacional.

La empresa SOMEK de Santa Clara se dedica a la reparación y montaje de maquinaria de la construcción y agrícola por lo que se ve obligada al traslado de partes y equipos de gran tonelaje, solo posible con el uso de grúas tipo puente instaladas en cada uno de los talleres de la planta, dichas grúas trabajan, todas fuera de la vida útil designada por el fabricante y con un deficiente estado técnico acumulado desde los inicios de la década de los 90 en que se deprimió extremadamente la economía cubana y entre otras cosas

desapareció la cultura del mantenimiento preventivo. Los puentes grúas de esta empresa acumulan deficiencias señaladas por la inspección estatal por INTERMAR en el año 2008 y se encuentran actualmente explotándose bajos riesgo constante de una fallas no previstas con las posibles consecuencia. Es interés de la empresa lograr nuevamente un estado técnico de las grúas que permita satisfacer la certificación por el órgano estatal competente y restablecer un sistema de mantenimiento preventivo que minimice los riesgos actuales.

De esta situación se define como problema técnico a resolver:

Elaboración de un procedimiento de inspección, mantenimiento y reparación de las grúas puentes que garantice alcanzar la certificación estatal para el uso y mantener dicha condición.

Objetivo General

Elaborar una propuesta de procedimiento para la ejecución de la “Inspección, Mantenimiento y reparación de las guas puente de la Empresa de Soluciones Mecánicas (SOMEK) de Villa Clara.

Objetivos Específicos

1. Elaborar el marco teórico referencial sobre el tema mediante la recopilación y consulta de la literatura relacionada con el mismo.
2. Determinar el estado actual de las grúas puente precisando el estado técnico, defectos fundamentales y su análisis.
3. Elaborar una propuesta de procedimiento general para las Inspecciones, mantenimiento y reparación de las grúas puentes teniendo en cuenta las metodologías, normas y regulaciones jurídicas establecidas en Cuba para la explotación y mantenimiento de los medios de izado.

Capítulo I

Fundamentos teóricos sobre las grúas puentes, su inspección y mantenimiento

1.1. Introducción

Una grúa es una máquina formada por un conjunto de mecanismos combinados entre sí en forma armónica que recibe energía y la transforma en trabajo. Significa que puede recibir energía eléctrica, en el caso de grúas eléctricas, o energía mecánica, por medio de la fuerza humana en caso de grúas manuales y es capaz de transformar la energía recibida en diferentes tipos de trabajos tales como subir, bajar, rotar o simplemente desplazar cargas diversas.

Una grúa se convierte en una solución integral a los problemas específicos, que tienen las industrias hoy en día, en cuanto al manejo de materiales en forma segura y eficiente teniendo un diseño específico para cada tipo de operación y material a manejar.

Las grúas pueden utilizarse en almacenes y en diversas líneas de producción como pueden ser en fundición, en industrias de acero, cementera, azucarera, automotriz, minera, petrolera, etc., así como en plantas termoeléctricas, muelles y astilleros, sectores aduanales, plantas nucleares, talleres de mantenimiento en donde se requiere manejar piezas y equipo o parte de estos de gran peso, cumpliendo con el requisito de hacerlo con rapidez, eficiencia, precisión y seguridad.

1.2. Tipos de grúas puentes

En el caso de este tipo de grúas, su uso se encuentra limitado a su lugar de montaje siendo por tanto una grúa de tipo fijo. El movimiento de los puentes grúa suele realizarse a lo largo de una edificación, generalmente un almacén o una nave industrial, y su movimiento permitido están claramente identificados siendo imposible modificarlos (Guevara, 2017).

Grúa puente: Grúa que consta de un elemento portador formado por una o dos vigas móviles, apoyadas o suspendidas, sobre las que se desplaza el carro con los mecanismos elevadores figura 1.1 (Planas, 2000).

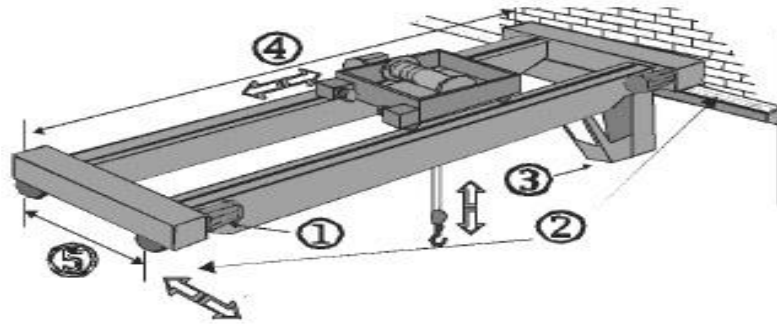


Figura 1.1. Esquema de una grúa-puente típica (Planas, 2000).

Grúa pórtico: Grúa cuyo elemento portador se apoya sobre un camino de rodadura por medio de patas de apoyo. Se diferencia de la grúa puente en que los raíles de desplazamiento están en un plano horizontal muy inferior al del carro (normalmente apoyados en el suelo) figura 1.2.

Grúa semipórtico: Grúa cuyo elemento portador se apoya sobre un camino de rodadura, directamente en un lado y por medio de patas de apoyo en el otro (ver figura 1.3). Se diferencia de la grúa puente y de la grúa pórtico en que uno de los raíles de desplazamiento está aproximadamente en el mismo plano horizontal que el carro, y el otro raíl de desplazamiento está en otro plano horizontal muy inferior al del carro, normalmente apoyado en el suelo.

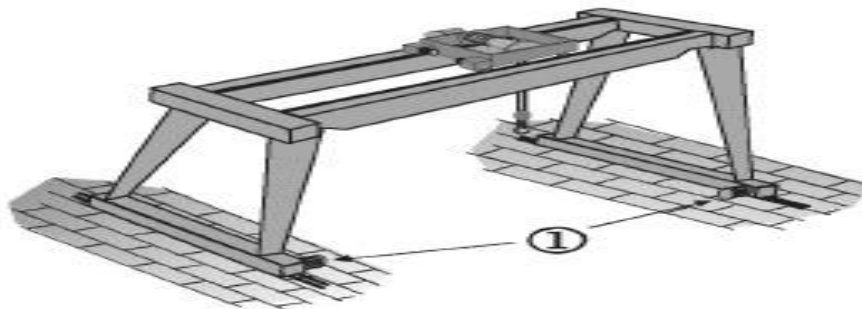


Figura 1.2. Grúa pórtico (Planas, 2000).

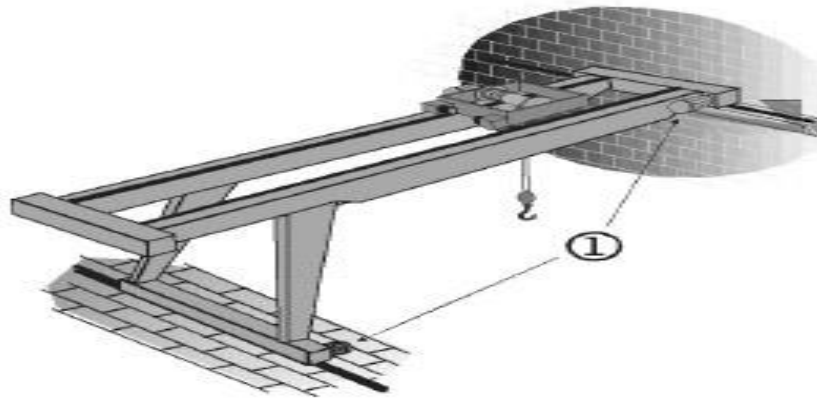


Figura 1.3. Grúa semipórtico (Planas, 2000).

Grúa ménsula: Grúa fijada a un muro, o susceptible de desplazarse a lo largo de un camino de rodadura aéreo fijado a un muro o a una estructura de obra figura 1.4. Se diferencia de la grúa puente en que los raíles de desplazamiento están en un mismo plano vertical.

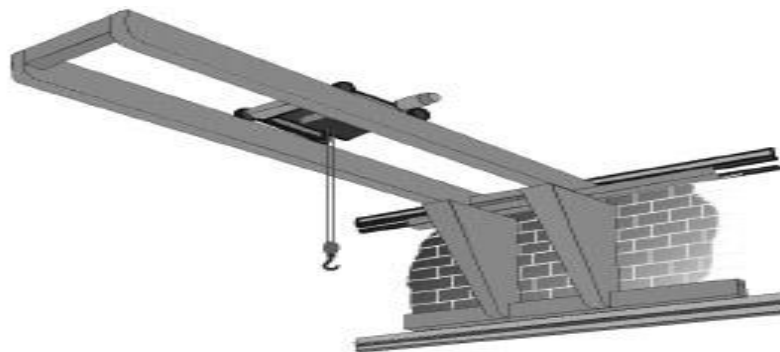


Figura 1. 4. Grúa ménsula (Planas, 2000).

Grúa de brazo giratorio: Grúa capaz de girar sobre una columna fijada por su base a la fundación, o fijada a una columna giratoria sobre un soporte empotrado figura 1.5.

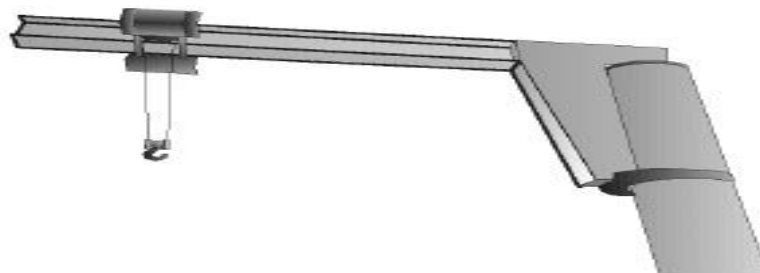


Figura 1.5 Grúa de brazo giratorio (Planas, 2000).

1.2.1 Elementos de un puente grúa

A la hora de clasificar los elementos del puente grúa se pueden observar dos grandes grupos:

Estructura: Engloba la totalidad de los elementos físicos que componen el puente grúa a excepción de los mecanismos.

Mecanismos: Son los elementos que hacen posible el movimiento de la estructura, del carro y de la carga.

La **estructura** principal de los puente grúa es, por normal general, bastante genérica para todos los tipos de puente grúa. Se caracteriza porque en la gran mayoría de los casos contiene los siguientes elementos (ver figura 1.6).

1. Poliplasto o carro móvil principal
2. Viga principal de la grúa
3. Chapas de unión
4. Vigas testeras o testeros
5. Motor de traslación del puente
6. Mando de control cableado o radio control
7. Equipamiento eléctrico de la grúa
8. Equipamiento eléctrico del carro principal
 - Con interruptor de límite de izado
 - Con detector de carga
9. Gancho de amortiguación
10. Montaje del raíl “C”
11. Fuente de alimentación eléctrica
12. Cable alimentación eléctrica

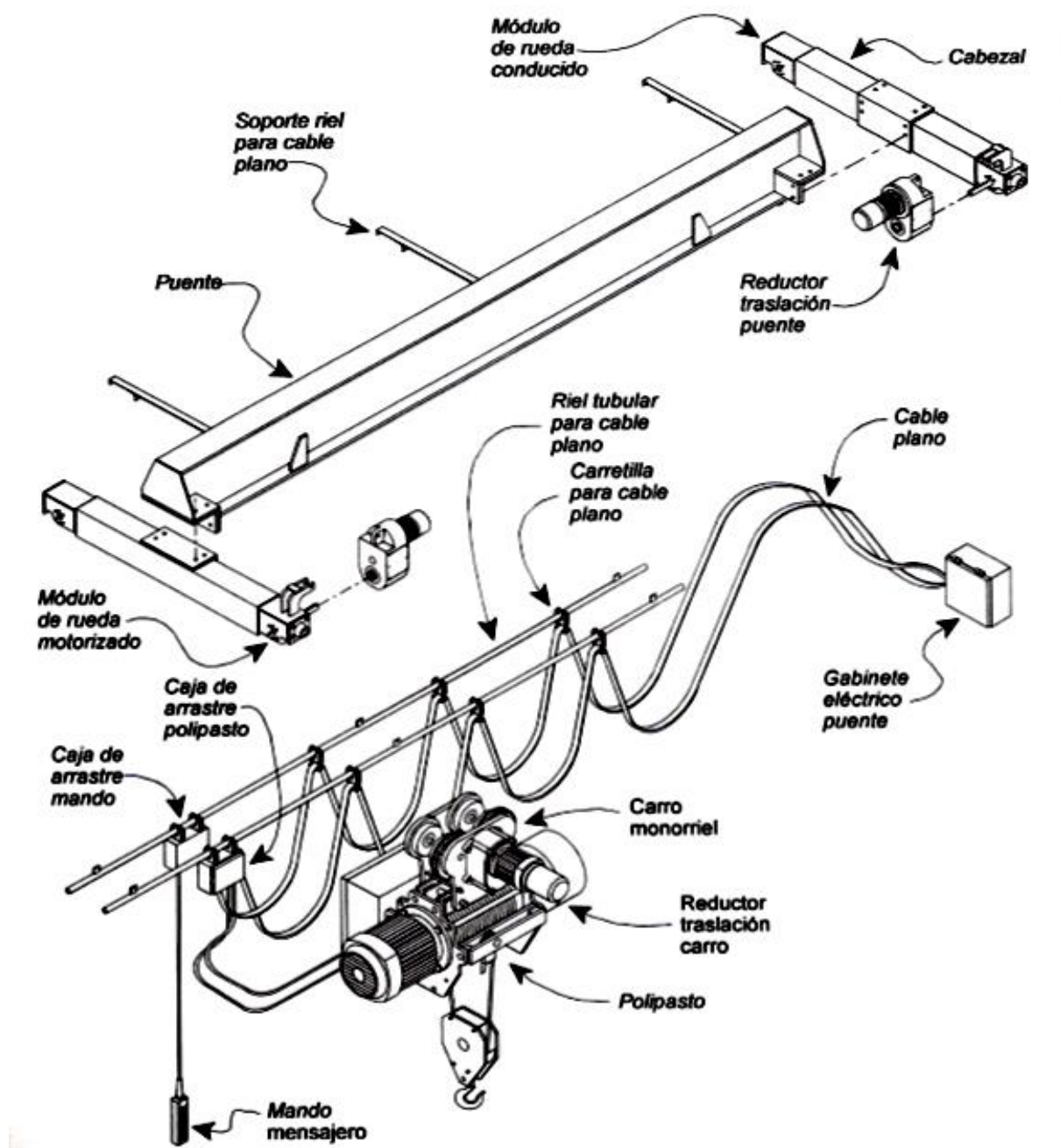


Figura 1.6. Partes y elementos de la grúa puente (Higuera, 2010).

1.2.2 Mecanismos

Al igual que cualquier maquinaria industrial, esta estructura necesita de una serie de mecanismos para poder operar, estos son:

Mecanismo de traslación del puente: Este dispositivo es el encargado de transportar la totalidad. En realidad se trata de dos motores gemelos de iguales características que funcionan sincronizados, para evitar movimientos oblicuos, gracias al microcontrolador incluido en la estructura.

Mecanismo de elevación de la carga: Ese módulo tiene la función de hacer elevar/descender la carga principal. Se trata del módulo de mayor potencia de toda la estructura y posee numerosos sistemas de seguridad.

Mecanismo de traslación del carro: Este es el encomendado de movilizar el carro principal de la estructura y la carga que transporte

1.2.3 Movimientos característicos de un puente grúa

Los puentes grúa poseen como mínimo tres tipos de movimientos operativos independientes, si no se especifica lo contrario o se limita por disposiciones constructivas. Estos tres movimientos son los mínimos que posibilitan un rango volumétrico, es decir, capaces de mantener una carga dentro de su espacio de operación.

Estos tres movimientos principales son:

1. Un movimiento de elevación/descenso de carga: Este movimiento se realiza en dirección vertical perpendicular al plano del suelo.

2. El movimiento del puente a lo largo de los carriles: El citado movimiento se realiza en la dirección horizontal longitudinal de la estructura donde se halla.

3. El movimiento del carro principal: Se realiza en dirección horizontal y transversal a la estructura. Por motivos de seguridad las combinaciones de movimientos se encuentran bloqueadas electrónicamente por el microcontrolador del aparato. Esto significa que cada movimiento debe realizarse en etapas diferenciadas, exclusivamente se permite la activación de un único mecanismo por etapa.

Los puentes grúa pueden ser clasificados a partir de numerosas y diversas características tales como: carga nominal, tipo de perfil, número de ruedas, tipo de polipasto, colocación del polipasto, etc. Una de las clasificaciones más comunes, es en dependencia del número de vigas principales:

Monorraíl

Se trata de la versión más económica y óptima para pequeñas cargas o grandes cargas y pequeñas luces, ver figura 1.7



Figura 1.7 Grúa puente monorraíl.

Birrail

Los modelos que disponen de dos vigas principales se utilizan mayoritariamente en estructuras que deben cubrir grandes luces, donde una única viga es insuficiente debido a los grandes esfuerzos que deben soportar, o para grandes cargas en las que es necesario dividir los esfuerzos en más de una viga y el carro debe desplazarse por encima de la estructura, figura 1.8.



Figura 1.8 Grúa puente birrail.

1.3. Conceptos del diseño estructural en acero

Como explica (Sarasoto, 2011) el diseño de un miembro estructural implica la selección de una sección transversal que resista con seguridad y económicamente las cargas aplicadas. La economía significa usualmente peso mínimo es decir una cantidad mínima de acero que corresponde a la sección transversal con el menor peso por longitud, aunque también hay otras consideraciones como la facilidad de construcción que puede afectar la selección del tamaño de un miembro.

a) Diseño por esfuerzos permisibles

En este caso un miembro se selecciona de manera que tengan propiedades transversales como área y momento de inercia suficientemente grandes para prevenir que el esfuerzo máximo exceda un esfuerzo permisible. Este esfuerzo permisible estará en el rango elástico del material y será menor que el esfuerzo de fluencia (S_y), o bien de la resistencia última de tensión (Higuera, 2010).

b) Diseño plástico

Se basa en una consideración de las condiciones de falla en vez de consideraciones de la Carga de Trabajo. Un miembro se selecciona usando el criterio que la estructura fallará bajo una carga considerablemente mayor que la carga de trabajo. La falla en este contexto significa el colapso o deformaciones extremadamente grandes.

. El procedimiento de diseño es el siguiente:

1. Multiplicar las cargas de trabajo (Cargas de Servicio) por el factor de carga para obtener las cargas de Falla.
2. Determinar las propiedades de la sección transversal necesaria para resistir la falla bajo esas cargas (Se dice que un miembro con esas propiedades tiene suficiente resistencia y que estará a punto de fallar cuando se someta a las cargas concentradas).
3. Seleccionar el perfil más ligero con la sección transversal que tenga esas propiedades.

1.4. Fallas típicas en las grúas-puentes

Según (Verbal, 1987), el alto costo de la inversión inicial y el grado de dependencia que la producción tiene del buen funcionamiento del puente grúa, hacen reflexionar sobre la necesidad de prestar atención adecuada a sus causas de falla, prevención de defectos y disposiciones de mantención dado que las fallas en este tipo de máquinas podría conllevar a catástrofes de gran magnitud y por consiguiente a la posible pérdida de vidas.

Entre las causas de falla fundamentales se encuentran:

- Defectos de diseño o construcción
- Aumento de cargas
- Desgaste mecánico
- Fallas de mantención

Defectos de diseño o construcción

La causa principal de falla que presentan las vigas soportantes de rieles para puentes grúa, se debe a su falta de resistencia a la fuerza horizontal transversal generada por el equipo móvil. Sea por no usar las cargas adecuadas, por distribuirla en ambos rieles aun cuando las ruedas del puente grúa sean de una sola pestaña o por no proveerlas de sujeción lateral que evite su volcamiento, las vigas resultarán más elásticas y deformables de lo esperado.

Aumento de cargas

Aprovechando que los puentes grúas emplean factores de seguridad más amplios que los estructurales, es posible que una industria en expansión los use para cargas superiores a las nominales, lo que acelerará, el desgaste de las piezas mecánicas y aumentará las tensiones de trabajo sobre la estructura.

Desgaste mecánico

A pesar de que estos equipos están diseñados para soportar un trato duro, a lo largo del tiempo se producirá desgaste en descansos de ejes y partes mecánicas. Se pierde la tolerancia de fabricación entre ejes y soportes, lo que genera movimientos descontrolados que aceleran el proceso de falla y elevan notablemente las fuerzas de impacto sobre la estructura de soporte.

Fallas de mantención

Los descuidos en los programas de mantención de equipos móviles repercutirán rápidamente en la eficiencia de las maniobras y en la conservación de los elementos de conexión. La eficiencia de los equipos se ve afectada por su incapacidad para responder adecuadamente a los controles, generándose golpes de la carga, bamboleo excesivo de ella e imprecisión en las maniobras. Debido a las vibraciones que produce el equipo móvil y a que la distribución de tensiones en una conexión no es uniforme.

1.5. Peligros en el trabajo con grúas puente y medidas preventivas

Según explica (Aroca, 2010) en su trabajo “ **Plan De Prevención De Una Fábrica De Puentes Grúa**” para la realización de la identificación de riesgos, se relacionan y describen con ejemplos prácticos todos los posibles riesgos existentes en la actividad laboral.

Caída de objetos en manipulación: Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajos o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos.

Atropellos o golpes: Posibilidad de sufrir una lesión por golpe o atropello por un vehículo durante la jornada de trabajo.

Contactos eléctricos: Riesgo de daños por descarga eléctrica al entrar en contacto con algún elemento sometido a tensión eléctrica.

Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales.

Caída de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos, aunque sea muy ocasionalmente, en zonas elevadas sin protección adecuada, como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., en los accesos a estas zonas y en huecos existentes en pisos y zonas de trabajo.

1.6. Medidas preventivas

En su trabajo (Aroca, 2010) también propone un conjunto de medidas para prevenir los accidentes:

1. Uso de calzado de seguridad con la puntera reforzada, certificado.
2. Informar a los trabajadores acerca de las técnicas correctas de estibado de cargas (uso y disposición de los elementos de izado, coordinación en los trabajos, etc.).
3. Establecer normas para el correcto estibado. Instruir a los trabajadores sobre dichas normas.
4. No transportar cargas por encima de personas o máquinas.
5. Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
6. Comprobar periódicamente la respuesta de los mandos.
7. Revisión y mantenimiento de los elementos de izado.
8. Establecer un programa de mantenimiento.
9. Aplicación de los protocolos.
10. Las eslingas, cables, cadenas y demás aparejos de elevación deberán llevar la etiqueta de carga máxima admisible y respetar las indicaciones para la carga.
11. Los ganchos llevarán siempre el pestillo de seguridad.
12. Señalizar el movimiento elevado de cargas en lugar visible.
13. Se evitará la presencia de partes en tensión accesibles.
14. Se velará por la elección y estado adecuado de equipos y herramientas eléctricas, así como conductores o prolongadores auxiliares, tomas de corriente y elementos de protección.
15. Se mantendrán cuadros y cajas eléctricas siempre cerradas para evitar el acceso de polvo y suciedad sobre los elementos eléctricos, en particular los dispositivos de protección.

16. Se realizarán revisiones periódicas de la instalación y equipos por especialistas, asegurando su buen estado general, la inaccesibilidad a sus partes activas, y en particular, la continuidad y valor adecuado de las tomas de tierra de todos los equipos.
17. Dotar de protección contra contactos eléctricos directos mediante sistemas de alejamiento de las partes activas, recubrimiento de éstas o mediante interposición de obstáculos con índice de protección adecuado
18. Establecer un plan de mantenimiento preventivo de los puentes grúa, estableciendo el contenido, los puntos de revisión, los responsables y la periodicidad.

1.7. Envejecimiento de la grúa

Como indica (Pérez, 2009) la evaluación del envejecimiento de las grúas se obtiene siguiendo las reglas de cálculo que han sido desarrolladas a partir de los conocimientos científicos y técnicos, así como de las experiencias de los usuarios y fabricantes de los diferentes tipos de aparatos y accesorios.

Esta noción de envejecimiento se aplica principalmente a la estructura y a los mecanismos con exclusión de los elementos consumibles (ejemplo: cables, guarniciones de frenos, etc.).

Los factores principales de envejecimiento a tener en cuenta en las grúas, son la fatiga de los materiales, la corrosión, los accidentes ocurridos durante su explotación, montaje y/o desmontaje, la incidencia de las sobrecargas y la adecuación y periodicidad del mantenimiento.

El usuario deberá seguir siempre las recomendaciones del fabricante sobre los procesos de envejecimiento de las estructuras y de los equipos, que constituyen la parte más sensible de la máquina. Además debe tener en cuenta que todo el proceso de envejecimiento puede acelerarse en función de las condiciones del área de trabajo (muy altas o muy bajas temperaturas, atmósferas corrosivas, etc.

1.8. El mantenimiento en los puentes grúas

En las grúas tanto como en cualquier tipo de equipo, maquinaria o instalación, los fundamentos del mantenimiento aplicables son prácticamente los mismos

Los programas de mantenimiento, inicialmente fueron realizados en base a recomendaciones de los fabricantes del equipo, donde de antemano se aseguraban en muchas ocasiones de no correr ningún riesgo de falla, protegiendo la garantía a costa de incrementar la frecuencia de mantenimiento.

Con el tiempo se han mejorado ya, en algunos casos con la experiencia del personal, dichos programas y se han mejorado también los métodos de trabajo.

Sin embargo se continúan presentando fallas en los equipos entre intervenciones programadas, por lo que se requiere identificar las causas que están provocando estas fallas para controlarlas y/o eliminarlas, con lo cual obtendremos más confiabilidad en el desempeño del equipo y por lo tanto podremos prolongar el periodo entre intervenciones de las frecuencias de mantenimiento. Se deben actualizar las frecuencias del mantenimiento preventivo sobre la base del desempeño actual del equipo para incrementar la disponibilidad y reducir los costos al optimizar las intervenciones requeridas de mantenimiento (Higuera, 2010).

1.8.1. Tipos de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo.

Acción de carácter puntual a raíz del uso, agotamiento de la vida útil u otros factores externos, de componentes, partes, piezas, materiales y en general, de elementos que constituyen la infraestructura o planta física, permitiendo su recuperación, restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento.

También denominado mantenimiento reactivo, es aquel trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto (Aguirre, 2015).

Mantenimiento predictivo.

Básicamente, este tipo de mantenimiento consiste en reemplazar o reparar partes, piezas, componentes o elementos justo antes que empiecen a fallar o a dañarse. En el programa de Mantenimiento Predictivo se analizan las condiciones del equipo mientras este se encuentra funcionando o en operación. Consiste en el análisis de las operaciones de mantenimiento para su optimización, permitiendo de esta manera ajustar las operaciones y su periodicidad a un máximo de eficiencia. Esto es siempre menos costoso y más confiable que el intervalo de mantenimiento preventivo de frecuencia fija, basado en factores como las horas máquina o alguna fecha prefijada. El combinar Mantenimiento Preventivo y Predictivo ayuda significativamente a reducir al mínimo el mantenimiento Correctivo no programado o forzado (Aguirre, 2015).

Técnicas de mantenimiento predictivo: Se ocupan técnicas como: análisis de vibraciones, detección por ultrasonidos, termografía infrarroja, rayos X, análisis de aceites, líquidos penetrantes, etc. También se le llama mantenimiento sintomático.

Mantenimiento preventivo.

El Mantenimiento Preventivo se define como el conjunto de tareas de mantenimiento necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinaria en general (prevenir), es denominada también por algunos autores como Mantenimiento Proactivo Programado. El objetivo último del Mantenimiento Preventivo es asegurar la disponibilidad permanente de las edificaciones, equipos, sistemas e instalaciones en una organización, institución o empresa, evitando al máximo las paradas forzadas e interferencias en los procesos y actividades inherentes de la empresa y a las personas que laboran en ella.

El Mantenimiento Preventivo es además un proceso planificado, estructurado y controlado de tareas de mantenimiento a realizar dentro de las recurrencias establecidas, las mismas que generalmente son definidas por los fabricantes, y a falta de estas se puede recurrir a las mejores prácticas del mercado de este tipo de servicios, también llamados de Manutención (Aguirre, 2015).

Las actividades básicas y más generales definen la cobertura del mantenimiento preventivo, entre las cuales se pueden mencionar:

- Limpieza de edificaciones, equipos, instalaciones, maquinaria, sistemas, etc.

- Lubricación general de automotores, equipos y maquinaria que tengan partes móviles, rótulas o trabajen con sistemas que incluyan aceites de circulación y/o hidráulicos.
- Inspecciones periódicas y recurrentes (tiempo definido).
- Cambio de piezas y partes, así como reparaciones menores y revisiones generales.
- Ajustes y calibraciones.
- Supervisión y control a través de validaciones de tiempo de servicio de las instalaciones, equipos y maquinarias en general.

Objetivos y alcance del Mantenimiento Preventivo.

Entre los objetivos más importantes del Mantenimiento Preventivo podemos citar los siguientes:

- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (recursos propios o externos).
- Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignados a las demás áreas o centros de actividad de una empresa o institución.
- Eliminación de los daños de consideración y por ende aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general.
- Alargar la vida útil de una instalación, maquinaria o equipo.
- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas, equipos e instalaciones en los procesos productivos.
- Establecer los programas más apropiados de mantenimiento evitando las fallas sobre la base de las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.
- Evitar el desgaste en los equipos por falta de ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de los lubricantes.

Consecuencias de los intervalos inadecuados en los ciclos de mantenimiento preventivo

El exceso o la insuficiencia de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos tendrá consecuencias negativas que afectarán tanto a la disponibilidad como a la confiabilidad, por lo anterior es de vital importancia determinar la frecuencia óptima de mantenimiento a los equipos y evitar caer en un sobre-mantenimiento o en un bajo mantenimiento que en ambos casos reflejan altos costos y baja disponibilidad según indica (Higuera, 2010) como se muestra a continuación:

Sub-mantenimiento (bajo mantenimiento)

- Bajo costo de mantenimiento preventivo.
- Alto costo de mantenimiento correctivo.
- Pérdidas productivas por baja disponibilidad a causa de fallas en el equipo.
- Alto costo por consumo de inventario de refacciones.

Sobre-mantenimiento (exceso de mantenimiento)

- Alto costo de mantenimiento preventivo.
- Bajo costo de mantenimiento correctivo.
- Pérdidas productivas por baja disponibilidad debido al exceso de paros programados de mantenimiento al equipo.
- Alto costo por consumo de inventario de refacciones.

Es la aplicación de la tecnología en el proceso de detección temprana para verificar y detectar cambios de condiciones, lo que permitirá intervenciones más oportunas y precisas.

Sus objetivos, entre otros son:

- Detectar condiciones del equipo sin pérdida de tiempo, reduciendo los paros del mantenimiento tradicional.
- Monitorear y hacer seguimiento al comportamiento y tendencia del equipo detectado con problemas, para que este siga trabajando sin riesgo para la operación, el equipo y el personal y llevarlo a una reparación planeada.
- Reducir los costos debido al uso máximo de los componentes que son diseñados para el desgaste y no a un cambio en una fecha determinada.
- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad del equipo.

1.9. Inspección Basada en Riesgos

La inspección basada en el riesgo es un proceso que sirve para identificar, evaluar y definir los riesgos industriales (debido a la corrosión y fracturas por exceso de tensión y desgaste mecánico), que pudieran poner en peligro la integridad de los equipos. La IBR aborda los riesgos que se pueden controlar mediante inspecciones y análisis adecuados (Solari, 2013). Este tipo de inspección pudiera ser considerado para grúas que ya tienen largo tiempo de explotación y que ya han sobrepasado teóricamente su vida útil, como puede ser el de algunas de las grúas objeto de estudio en este trabajo.

Durante el proceso de IBR, los ingenieros diseñan la estrategia a seguir en la inspección (qué, cuándo, cómo inspeccionar) que encaje mejor con los mecanismos de degradación que se hubieran previsto u observado.

Debido a lo acelerado y complejo que resulta actualmente la toma de decisiones en los procesos productivos, muchas veces las empresas se ven obligadas a ejecutar acciones de inversión basadas en información incompleta, incierta o difusa, debiendo a su vez producir con más bajo costo, mejor calidad y mayor nivel de confiabilidad. Es por ello que muchas de las más importantes empresas del mundo utilizan cada vez más las disciplinas y metodologías de Ingeniería de Confiabilidad, Análisis de Riesgos y Gerencia de la Incertidumbre. Más aún, la tendencia es hacia la utilización de enfoques integrados, como Confiabilidad Integral. El propósito de la clasificación de riesgo del equipo es proveer las bases para tener una idea de la inspección directa de riesgo donde los recursos de mantenimiento (tiempo y dinero) se pueden optimizar en el programa de inspección. Esto da como resultado operaciones más seguras y fiables, mientras se controlan los recursos (Mendoza, 2009).

Beneficios del IBR.

- La inspección basada en riesgo puede reducir el riesgo de fallas de alta consecuencia.
- Mejorar la rentabilidad de los recursos de inspección y mantenimiento.

- Proporcionar una base para la transferencia de recursos de equipos de menor a mayor riesgo.
- Medir y comprender los riesgos asociados a los programas de inspección en curso.
- Medida de reducción del riesgo como consecuencia de las prácticas de inspección.

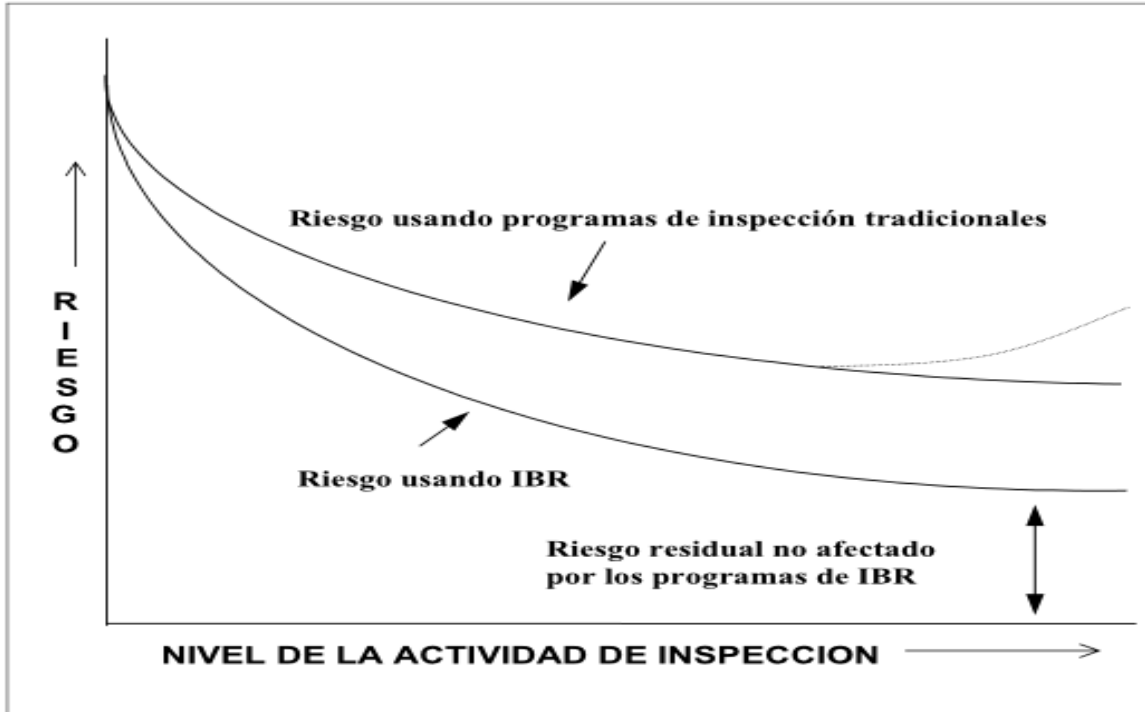


Figura 1.8. Curva de riesgo vs Nivel de inspección.

(Muestra el nivel de disminución de riesgo al usarse la IBR) (Mendoza, 2009).

Capacidades de la Inspección Basa en el Riesgo

Según el mismo autor (Mendoza, 2009) la Inspección Basa en el Riesgo tiene la capacidad de hacer lo siguiente:

- Evaluar los planes actuales de inspección para determinar las prioridades para las inspecciones.
- Evaluar los planes de futuro para la toma de decisiones.
- Evaluar los cambios a las operaciones básicas que afectan a la integridad del equipo.
- Identificar fallas críticas contribuyentes al riesgo que de otro modo puede ser pasadas por alto
- Establecer niveles óptimos económicos de la inspección pesadas contra la reducción del riesgo
- Incorporar los niveles de "riesgo aceptable"

Medición del Riesgo

¿Cómo se mide el riesgo?

El riesgo es una combinación de probabilidad y consecuencia. Una manera cualitativa de clasificar el nivel de riesgo de un activo es por medio de la matriz de criticidad del riesgo que se presenta en la figura 1.9. En esta matriz se han establecido seis niveles de criticidad, a saber: (E) Extremo, (A) Alto, (MA) Medianamente alto, (M) Medio, (B) Bajo y (D) Despreciable.

		CRITICIDAD					
PROBABILIDAD	E	MA	MA	A	E	E	
	A	M	MA	MA	A	E	
	M	M	M	M	MA	A	
	B	B	B	M	MA	MA	
	D	D	B	M	M	MA	
FRECUENCIA		D	B	M	A	E	

Figura 1.9. Matriz de criticidad para la aplicación de IBR

Las probabilidades de falla se evalúan respondiendo cuestionarios que tienen en cuenta consecuencias en las siguientes áreas: económicas, de salud y seguridad y medio ambiente. La de mayor severidad es la que determina la clase de consecuencia del componente y se introduce en la matriz.

Otra forma de ilustrar el riesgo es para mostrar los factores de riesgo y las consecuencias en un gráfico XY.(Ingeniería, 2015)

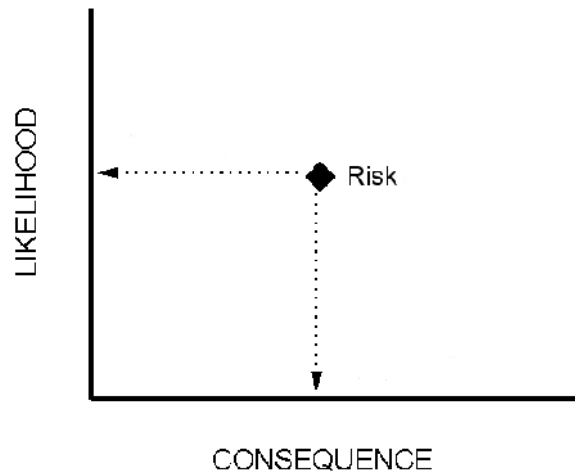


FIGURA 1.10. Probabilidad vs. Consecuencia

Metodología

La metodología Inspección Basada en Riesgo está fundamentada en las normativas API RP-580 y API PUB-581 y que permite caracterizar el riesgo asociado a los componentes de un sistema de producción sometidos a corrosión, con base en el análisis del comportamiento histórico de fallas, modos de degradación o deterioro, características de diseño, condiciones de operación, mantenimiento, inspección y políticas gerenciales tomando en cuenta al mismo tiempo la calidad y efectividad de la inspección, así como las consecuencias asociadas a las potenciales fallas.

El objetivo fundamental del IBR es definir planes de inspección basados en la caracterización probabilística del deterioro y el modelaje probabilístico de la consecuencia de una falla (caracterización del riesgo).

Existe una “Metodología IBR mejorada o Metodología Integrada para la Integridad Mecánica de Activos” que se basa en la integración de las metodologías de Inspección Basada en Riesgos, “Valoración del Riesgo por Corrosión” (VRC)”, Integridad Mecánica (IM) y modelaje probabilístico del deterioro, lo cual permite ampliar el espectro de cobertura de mecanismos de deterioro considerados en el enfoque clásico del IBR (Glez, 2016).

La inspección basada en riesgo usa la siguiente metodología de trabajo:

- Recolección de datos e información.
- Análisis del riesgo.

- Evaluación de consecuencias.
- Evaluación de la probabilidad de falla (veces/año).
- Evaluación del riesgo (mediante matriz de riesgos).
- Clasificación de los riesgos.
- Revisión del plan de inspección.
- Reevaluación del plan de inspección.

Incertidumbre y Riesgo

Una de las definiciones que se da a la incertidumbre es el atributo de todo cuanto rodea al hombre y del hombre mismo; mientras que el nivel de incertidumbre se interpreta como una medida de la inseguridad o grado de desconocimiento acerca del valor que puede tomar una variable, proceso o fenómeno bajo estudio.

Cuando se estudia un proceso específico, el nivel de conocimiento sobre el mismo puede variar desde el extremo de no saber absolutamente nada acerca del mismo (ignorancia total), hasta el extremo de llegar a entender y modelar completamente su comportamiento (certidumbre total). Ambos extremos, son poco probables en la realidad, ya que a pesar de no disponer de ningún modelo que caracterice la variable, fenómeno o proceso bajo estudio, siempre se dispone de un mínimo de información que nos separa de la ignorancia total.

Así mismo, aun cuando se considere que se tiene bien caracterizado un proceso, existen ciertamente eventos fortuitos o efectos de variables secundarias o exógenas débilmente caracterizados que ponen en tela de juicio nuestro nivel de certidumbre.

Bajo este contexto, el escenario más común es el de la incertidumbre, es decir, dispones de un nivel de conocimiento que es mayor que la ignorancia total, pero que no alcanza el estado de certidumbre total. El grado de separación entre el nivel de conocimiento del proceso que se considere, y el estado de certidumbre total se define como nivel de incertidumbre, y se representa gráficamente en la figura 1.11. (Balanta, 2009).

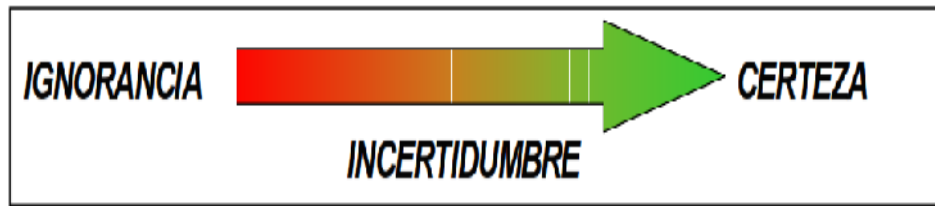


Figura 1.11. Niveles de conocimiento (Balanta, 2009).

El nivel de incertidumbre se suele reflejar en formas de:

- Sobre o sub – dimensionamiento.
- Sobre o sub – mantenimiento.
- Sobre o sub - estimación de presupuestos.
- Fallas o paradas no planificadas.
- Estimaciones erradas y desaciertos.

La incertidumbre proveniente del nivel de conocimiento que se tenga sobre variables, procesos o fenómenos puede reducirse a través de la adquisición de mayor conocimiento o mediante la compra de información (adiestramiento de personal, adquisición de más efectivas tecnologías de medición, encuestas, etc.). Es aquí donde la inspección de los equipos juega un papel sumamente importante, debido a que permite reducir la incertidumbre relacionada a la probabilidad de falla ocasionada por los mecanismos de degradación, y en consecuencia permite conocer el riesgo asociado a la operación de los equipos.

Las actividades de inspección modifican la probabilidad de falla de los equipos. La falla en sistemas desatendidos es diferente a la falla en sistemas atendidos. La falla en sistemas desatendidos se define como:

- Probabilidad de falla: probabilidad que el deterioro alcance el nivel crítico.

La falla en sistemas atendidos se define como:

- Probabilidad de falla: probabilidad que el deterioro alcance el nivel crítico y no nos demos cuenta

Las actividades de inspección permiten “darse cuenta” y reaccionar antes que el deterioro alcance un nivel crítico (Balanta, 2009).

1.10. Criterios sobre las inspecciones a las grúas puentes y las normativas existentes

Según (Jaramillo, 2012) la frecuencia de inspección y grado de mantenimiento de los puentes grúa varía según el tipo de servicio al cual está sujeto, puentes usados permanentemente requerirán más atención que los usados esporádicamente.

Es recomendable realizar inspecciones periódicas diarias y/o mensuales, las cuales son realizadas por los operadores y estas deben incluir:

1. Inspección visual del cable por posibles roturas o daños en los alambres del mismo
2. Inspección visual del gancho por posibles deformaciones, roturas o desgaste excesivo.
3. Operación de los límites de izaje y de desplazamientos
4. Cualquier ruido o vibración anormal.

La inspección anual que es realizada por personal calificado:

1. Conexiones flojas, apriete de bulones, tuercas, etc.
2. Rotura, desgaste, deformación o corrosión en bridas de vigas, rieles, ruedas, etc.
3. Rotura, desgaste o deformación mecánica en ejes, cojines, piñones, cadenas etc.
4. Desgaste en los frenos.
5. Tambor de enrollamiento, poleas, verificar desgaste.
6. Verificar correcto funcionamiento de motores y desgaste en sistemas de troles.
7. Verificación del gancho y sus accesorios por fisuras mediante partículas magnetizables y/o tintas penetrantes.
8. Límite de seguridad, límite de carga.
9. Sistema eléctrico (desgaste de contactos de contadores, relés, etc., excesivo “pitting” por conmutación)

1.11. Criterios sobre las inspecciones a las grúas puentes y las normativas existentes en Cuba

Hasta el año 2008 la empresa “INTERMAR” tenía el encargo estatal para realizar las inspecciones integrales y la certificación de aptas para su explotación, a los medios de izaje (grúas de todo tipo). Estas inspecciones se realizaban basándose en la norma cubana (19-30, 1988) que contemplaba:

Esta inspección se realizó de la forma que sigue:

- Control de seguridad de los equipos eléctricos
- Inspección visual
- Prueba sin carga
- Prueba estática
- Prueba dinámica
- Ensayo del limitador de velocidad
- Ensayo de funcionamiento de los atrapadores
- Ensayo de funcionamiento de los frenos de emergencia
- Ensayo del limitador de capacidad de izaje de la grúa y control del funcionamiento de los bloqueos eléctricos
- Control de los limitadores de los movimientos de trabajo

A partir del 26 de junio del 2014, el Ministerio de Transporte facultó, mediante la Resolución 293 del 2014, publicada en el número 30 de la Gaceta Oficial de la república de Cuba, a la Sociedad Calificadora “Registro Cubano del Buque” para inspeccionar y emitir los Certificados de Seguridad Técnica respecto a las grúas terrestres y los medios de izado marítimo además de establecer en esta en su sección tercera del capítulo quinto las normas de rechazo para estos equipos las cuales se usaran de forma obligatoria para realizar todas sus inspecciones (MITRANS, 2014).

Capítulo II

Estado técnico de las grúas puentes en la empresa SOMEK

2.1. Introducción

La empresa de Soluciones Mecánicas de la provincia de Villa Clara tiene como propósito brindar servicios de reconstrucción, remotorización, recuperación, reparación y mantenimiento a equipos de construcción, transporte, agrícola, complementarios y sus agregados, así como sus sistemas, partes, piezas y accesorios; de chapistería, tapicería, pintura; de reparación y mantenimiento de equipos de garaje; de fundición, partería, tratamiento térmico, forja, soldadura y herrería; de reparación y recuperación de baterías y radiadores; de transportación de sus producciones y de postventa. Fabricar, ensamblar, recuperar y comercializar de formas mayorista estructuras metálicas, equipos complementarios, maquinarias para la construcción, agregados, partes, piezas de repuesto e insumo de la mecanización, herramientas manuales, moldes, troqueles y mangueras de alta y baja presión, desmantelar equipos tecnológicos y no tecnológicos provenientes de las entidades del sistema del Ministerio de la Construcción y realizar la comercialización mayorista de sus agregados, partes y piezas.

En la Figura 2.1 se muestra una vista aérea de la empresa en cuestión señalando sus instalaciones: 1- Edificio de administración; 2- Fabrica de mangueras; 3-Taller de maquinado y mantenimiento; 4-Taller de pailería y soldadura; 5-Taller de reparación de equipos de construcción y transporte; 6-Taller de reparación de agregados mayores y menores; 7-Bomba de agua central; 8-Taller de reparación de motores; 9-area de recursos recuperables; 10-Taller de rodaje.

2.2. Situación actual de las grúas puente en la empresa SOMEK

En la empresa SOMEK de Villa Clara se cuenta con un total de diez puentes grúa (tabla 2.1), todas ellas con un tiempo de explotación muy superior a lo establecido por el fabricante, llegando algunas a los 51 años de explotación, a lo largo de su vida útil estas han sufrido múltiples averías, que originan paralización de la producción por ser un medio

de suma importancia para el traslado de equipos, partes y piezas, de grandes dimensiones y peso.



Figura 2.1. Imagen aérea de la empresa SOMEK VC.

Tabla 2.1. Capacidad de carga y ubicación de las grúas

No.	No. Inv.	Capacidad de carga (kg)	Ubicación
1	1283	1000	Área de fregado
2	1477	1000	PAILERIA
3	254693	1000	PAILERIA
4	1254	3000	Taller de reparación motores
5	4-1	10 000	Taller de reparación de equipos de la construcción y transporte
6	1234	3000	Taller de motores
7	1-2	5000	Área comercial
8	155177	3000	Taller de reparación de equipos de la construcción y transporte
9	1-41	3000	Taller de Agregados
10	2-1	2000	Taller de Maquinado

Estas grúas presentan un estado técnico deficiente como consecuencia del tiempo de explotación y la falta o deficiente mantenimiento desde hace varios años, que se manifiesta actualmente en el alto grado de desgaste y deterioro generalizado de sus partes, nudos, componentes, elementos de los mecanismos, sistemas eléctricos y de control en general que provocan altos riesgos de accidentes y pérdidas en la producción por la significativa dependencia que se tiene de estas grúas.

En el año 2008 la empresa “INTERMAR” basándose en la normativa cubana vigente, esencialmente en la norma cubana (19-30, 1988) en la que se especifica los métodos de ensayo e inspección que se deberán usar, realizó una inspección en la que se encontraron evidencias del grave deterioro que presentaban estos equipos, los resultados se dejaron plasmados en informes para la posterior reparación por parte de “SOMEK”.

En el presente año, en inspección general elemental para comprobar el estado actual de las grúas y además verificar el cumplimiento de lo que fuera indicado por la empresa “INTERMAR” en la mencionada inspección de 2008 (última realizada), se pudo constatar que la situación es más grave que en aquel momento.

A continuación se resumen los resultados de las inspecciones realizadas por “INTERMAR” en el año 2008 y evidencias fotográficas actuales.

Grúa No 1283

En resumen, algunos de los defectos encontrados fueron:

- Órgano de agarre con falta de señalización por una de sus caras.
- Órgano de mando con alambre de acero y cable eléctrico demasiado cortos, obligando al operario situarse debajo de la grúa.
- Falta de indicación del sentido de movimiento de los botones del órgano de mando.
- Falta de mantenimiento

Situación actual.

Al fecha que corre se pudo observar que las deficiencias encontradas en el 2008 fueron rectificadas, al mismo tiempo se pudo observar que la grúa está fuera de servicio debido

a desgaste excesivo en los dientes de árbol de transmisión, el motor del mecanismo de izaje presenta corto circuito en su embobinado. Otras de los aspectos que se pueden destacar es el avanzado deterioro de la pintura además de fugas de aceite en el mecanismo reductor

En la figura 2.2 se muestra evidencia fotográfica de defectos actuales existentes.



Figura 2.2. Fuga de aceite en el reductor.

Grúa No. 1253

En esta grúa luego de la inspección correspondiente al 2008 se determinó que estaba apta para el uso a su máxima carga independientemente de esto se encontraron determinados problemas pero ninguno de estos suficientemente grave para que fuera no apta para el uso.

Deficiencias encontradas:

- Cuerpo del órgano de mando fabricado de material metálico.
- Falta de parachoques de goma en el diferencial.
- Topes y parachoques del diferencial ubicados incorrectamente.
- Alambre de acero y cable eléctrico del órgano de agarre, demasiado cortos.

- Falta de indicación del sentido del movimiento que se logra al accionar los botones.
- Falta de mantenimiento.

Actualmente la grúa se encuentra fuera de servicio en ella se pudieron apreciar que persistían algunos de los problemas señalados

- Cuerpo del órgano de agarre Construido de material metálico.
- Forro de cable eléctrico conectado al órgano de mando con el forro en mal estado
- Fuga de aceite del mecanismo reductor.
- Falta de pintura en el órgano de mando

En las figuras 2.3, 2.4 y 2.5 se muestran evidencias fotográficas de defectos actuales existentes.



Figura 2. 3 Fuga de aceite en el mecanismo reductor.



Figura 2.4. Cable de acero del órgano de mando en mal estado; falta de pintura en el cuerpo del órgano de mando y cuerpo de material metálico

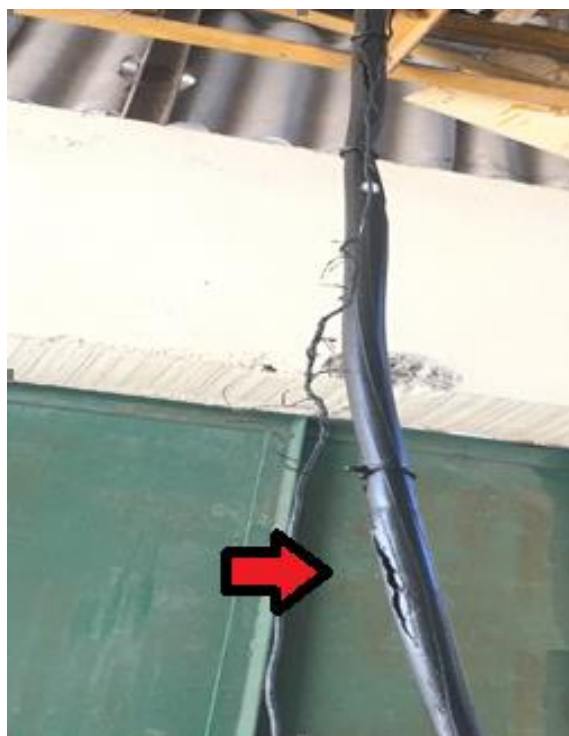


Figura 2.5. Forro del cable en mal estado.

Grúa No.4-1

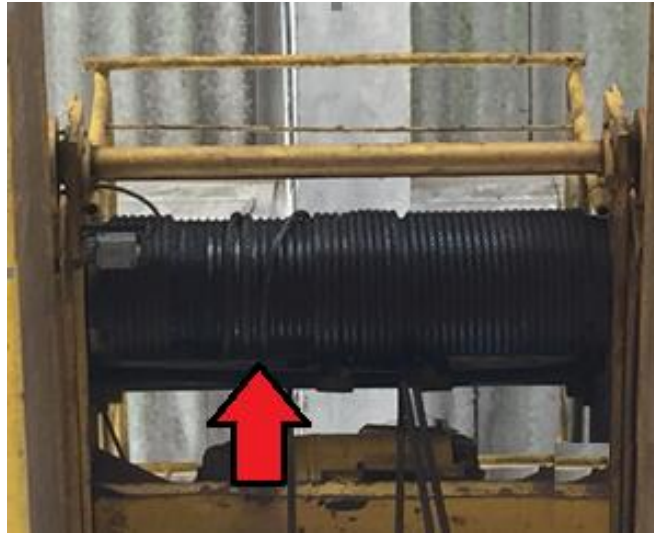
Los desperfectos encontrados en este equipo durante la inspección fueron los siguientes:

- Falta de señalización en el órgano de agarre.
- Órgano de mando elaborado de material metálico y falta de señalización del sentido del movimiento que se logra al accionar sus botones.
- Alto grado de corrosión en sus plataformas llegando a la pérdida del suelo de una de estas.
- Incorrecta fijación del cable de izaje.
- Falta de limitador de movimiento en el dispositivo de traslación.
- Desajuste en el freno del dispositivo de traslación.
- Falta de limitador de movimiento en el mecanismo de traslación del carro.
- Falta de mantenimiento

Situación actual

- Incorrecto enrollado del cable de izaje en el tambor
- Falta de señalización del movimiento que se obtiene al accionar los botones del órgano de mando
- Cable eléctrico y cable de acero del órgano de mando, demasiado cortos.
- Falta de señalización del órgano de agarre

En las figuras 2.6, 2.7 y 2.8 se muestran evidencias fotográficas de defectos actuales existentes.



Figuras 2.6. Enrollado del cable en mal estado.



Figura2.7. Órgano de mando sin la señalización pertinente.



Figura 2.8 Falta de señalización en el órgano de agarre; incorrecta señalización de la capacidad de carga.

Grúa No.1234

Esta grúa no le fue otorgada la validación dado que en ella se encontraron desperfectos demasiado graves como para permitir la continuidad de su explotación.

Desperfectos encontrados en la grúa:

- Falla del freno del mecanismo de izaje al sostener la carga de prueba.
- Tapa del diferencial mal ajustada
- Cable eléctrico del órgano de mano con la ausencia de forro protector.
- Falta de pintura de señalización del órgano de agarre.
- Cable de acero y cable eléctrico del órgano mando demasiados cortos.
- Ausencia de topes para el diferencial en la viga de la grúa.
- Desgaste de la garganta del gancho al borde de lo permisible

Situación actual

- Presencia de alambres partidos en el cable de izaje.
- Fuga de aceite en el reductor del órgano de izaje.
- Parte del cuerpo del órgano de mando construido de material metálico.

- Desgaste superior a lo establecido por la norma (10% de la sección transversal del gancho) en la garganta del gancho.

En las figuras 2.9, 2.10 y 2.11 se muestran evidencias fotográficas de defectos actuales existentes.



Figura 2.9. Desgaste excesivo en la garganta del gancho.



Figura2.10. Presencia de alambres partidos en el cable de acero.



Figura 2. 11. Cuerpo del órgano de agarre de material metálico.

Grúa No. 1-2

Desperfectos encontrados en la grúa:

- Ausencia del cable de acero del que se suspende el órgano de mando de la grúa.
- Ausencia de pintura en el órgano de agarre.
- Empalmes de cables eléctricos en mal estado.
- Presencia de corrosión en los troles

Situación actual

- Fuga de aceite en el reductor del mecanismo de traslación.
- Fuga de aceite en el reductor de mecanismo de izaje.
- Ausencia de aislante de los botones del órgano de mando
- Seguro del gancho en mal estado.
- Cable de acero del mecanismo de izaje mal enrollado

En las figuras 2.12, 2.13 y 2.14 se muestran evidencias fotográficas de defectos actuales existentes.

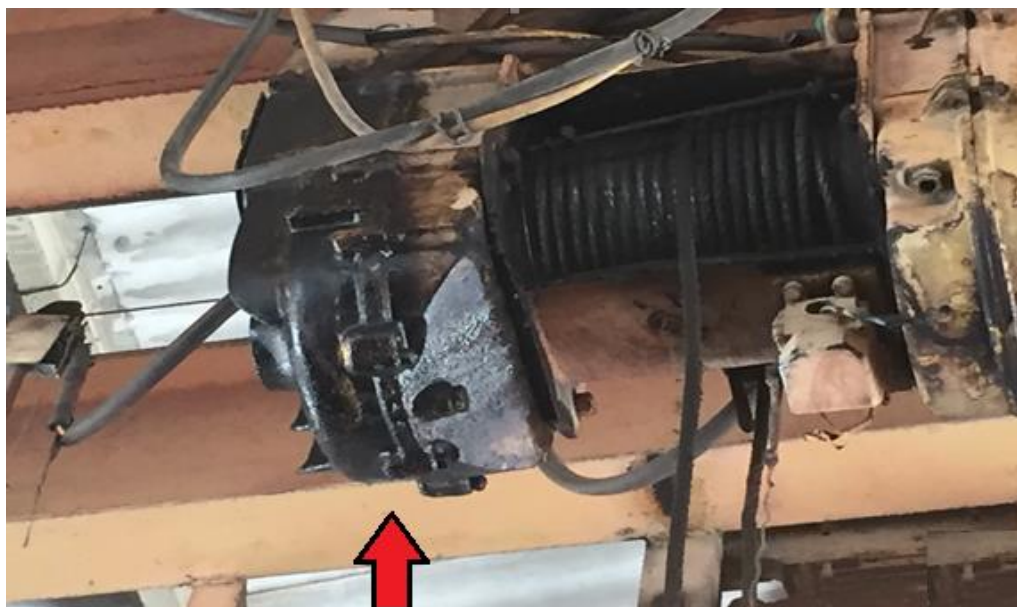


Figura 2.12. Fuga de aceite en el reductor.



Figura 2. 13. Pestillo de seguridad del órgano de agarre en mal estado.



Figura 2.14. Botones del órgano de mando en mal estado y falta de señalización de los mismos.

Grúa No. 155177

Esta grúa fue dada de baja inmediatamente debido a la gran magnitud de los desperfectos encontrados.

Desperfectos encontrados en la grúa.

- Presencia en cable de izaje de alambres partidos y herniados.
- Cable de acero y cable eléctrico del órgano de mando demasiado cortos.
- Grietas y deformaciones pasticas en la viga I de la grúa.
- Alto grado de corrosión en las plataformas y sus respectivos barandales.
- Falla en el freno de emergencia.
- Órgano de agarre con desgaste superior a lo permisible en su garganta.

Situación actual

- Presencia en el cable de izaje de alambres partidos y herniados.
- Cable de acero y cable eléctrico del órgano de mando demasiado cortos.
- Grietas y deformaciones plásticas en las vigas I de la grúa.
- Alto grado de corrosión en las plataformas y sus respectivos barandales.

- Falla en el freno de emergencia.
- Órgano de agarre con desgaste superior a lo permisible en su garganta.

En esta grúa se aprecian los mismos desperfectos encontrados en inspecciones anteriores, dado que, por el alto grado de deterioro no ha sido posible realizarle una reparación capital debido al costo que esta implicaría

En las figuras 2.15, 2.16 y 2.17 se muestran evidencias fotográficas de defectos actuales existentes.



Figura 2. 15. Piso de la plataforma 1 de la grúa en mal estado.



Figura 2. 16. Piso de la plataforma 2 en mal estado.

Grúa No.1-41

Desperfectos encontrados en la grúa.

- Cable de acero y cable eléctrico del órgano de mando demasiado cortos.

- Ausencia de la señalización del sentido que se logra al accionar los botones del órgano de mando.
- Incorrecta fijación en el cable de izaje.
- Presencia de óxido en los componentes y partes de la grúa.

Situación actual

- Cable de acero y cable eléctrico del órgano de mando demasiado cortos.
- Ausencia de la señalización del sentido que se logra al accionar los botones.
- Desgaste excesivo en la garganta del órgano del gancho.

En las figuras 2.17, 2.18 y 2.19 se muestran evidencias fotográficas de defectos actuales existentes.



Figura 2.17. Cable de acero del órgano de agarre demasiado, corto.

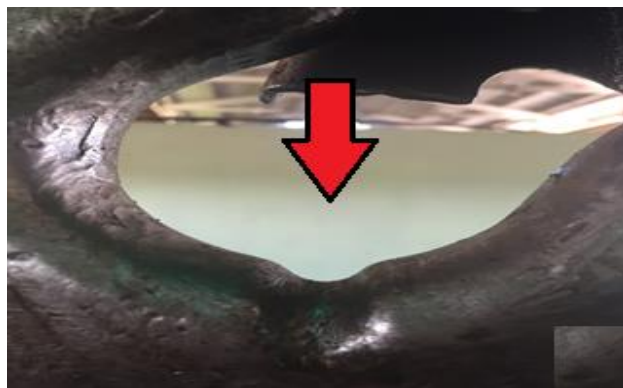


Figura 2.18 Desgaste de la garganta del gancho al límite de lo permisible.



Figura 2.19. Falta de la indicación de los movimientos que se logran al accionar los botones del órgano de mando.

Grúa No. 2-1

Desperfectos encontrados en la grúa.

- Cable de acero y cable eléctrico del órgano de mando demasiado cortos.
- Ausencia de la señalización del sentido que se logra al accionar los botones.
- Cable de izaje fijado de forma incorrecta.
- Incorrecta o nula realización de mantenimiento.

Situación actual

- Falta de lubricación en la cadena del mecanismo de traslación del diferencial
- Presencia de alambres partidos en el cable de izaje.

En las figuras 2.20, 2.21 y 2.22 se muestran evidencias fotográficas de defectos actuales existentes.



Figura 2.20. Cadena del mecanismo de traslación con presencia de óxido.



Figura2.21. Alambres faltantes en el cable de acero del órgano de agarre.

Grúa No.1477

Desperfectos encontrados en la grúa.

- Desgaste de la garganta del gancho por encima de lo permisible.
- Cable de izaje con presencia de alambres partidos y herniados.
- Desgaste en los dientes del árbol de traslación de la grúa.

- Falla en el freno de seguridad.

Situación actual

La grúa se mantiene desconectada desde la inspección realizada por “INTERMAR” en el 2008 Por lo que se mantienen los mismos resultados de la anterior inspección.

En las figuras 2.22 y 2.23 se muestran evidencias fotográficas de defectos actuales existentes.



Figura 2.22. Cable eléctrico de alimentación del carro enredado y en mal estado.



Figura 2.23. Fuga de aceite en el mecanismo reductor.

Grúa No. 254693

Desperfectos encontrados en la grúa.

- Cable de acero herniado.
- Falta de pintura en el cuerpo de la grúa
- Cuerpo del órgano de mando fabricado de material metálico.
- Fugas de aceite en el mecanismo reductor de izado.

Situación actual

- Órgano de seguridad del gancho en mal estado
- Falta de pintura de señalización en el órgano de agarre
- Fugas de aceite en el mecanismo reductor de izaje
- Órgano de mando en avanzado estado de deterioro.
- Parachoques del mecanismo de traslación faltantes.

En las figuras 2.24, 2.25 y 2.26 se muestran evidencias fotográficas de defectos actuales existentes.



Figura 2.24. Fuga de aceite del mecanismo reductor



Figura 2.25. Pestillo de seguridad del órgano de agarre en mal estado.



Figura 2.26. Botones del órgano de mando en mal estado y ausencia de los indicadores de movimiento.

2.3. Necesidad de implementación de un plan de mantenimiento

Los puentes grúa representan una gran inversión en equipo para una empresa, por ende un funcionamiento confiable y seguro de estos equipos es vital y esencial. Una instalación apropiada, operación, mantenimiento e inspección de los puentes son necesarios para asegurar el correcto funcionamiento y evitar paradas inesperadas y por sobre todo accidentes (GRUASA, 2011), por ende la importancia de acoplar un sistema de

inspección y mantenimiento que se ajuste a las necesidades y condiciones específicas de la empresa.

Los niveles altamente competitivos del mercado actual han llevado a las empresas industriales a replantear sus prioridades. Evitar los daños en los procesos y los paros no planeados en las plantas se constituyen en estrategias para estar un paso delante de los competidores. Adicionalmente, los requerimientos del mercado global se hacen cada vez más estrictos en términos del empleo de sistemas de gestión mejorados, que conduzcan a la protección del medio ambiente y de las personas frente a los peligros que representan las plantas en las cuales se conducen procesos de transformación. Por lo tanto, las empresas deben garantizar que sus equipos, y por ende sus procesos, son seguros, confiables y no representan un riesgo para el medio ambiente circundante. Esta garantía no solo repercutirá en la continuidad del proceso sino en la disminución en los costos asociados al mantenimiento o remplazo de equipos

La Inspección Basada en Riesgos (RBI, por sus siglas en inglés: “Risk Based Inspection”) es una estrategia de gestión tecnológica que identifica, evalúa y realiza un tamizaje de los riesgos industriales partiendo del estudio de la integridad de los equipos, conducciones, sistemas y estructuras. Partiendo de proyecciones de tiempo de vida media y falla de los equipos, la Inspección Basada en Riesgos induce a que los ingenieros deban diseñar estrategias de inspección que coinciden de la manera más eficiente con los mecanismos de degradación proyectados. Esta metodología deberá responder de manera proactiva a las preguntas sobre el qué, el cuándo y el cómo inspeccionar. Dando prioridad a los elementos con alta probabilidad y consecuencia de falla (elementos de alto riesgo), esta estrategia permite una inversión racional de los recursos de inspección y mantenimiento (Arango, 2012).

Capítulo III

Propuesta de procedimiento para la inspección y el mantenimiento de las grúas puentes en la empresa SOMECC.

3.1. Introducción

Un inadecuado mantenimiento, o la falta del mismo, son una fuente de gastos para las empresas. Las averías suelen producirse en los momentos más inoportunos, justo cuando más se necesita la total disposición de los dispositivos, y las consecuencias son paradas y retrasos en los procesos. Además, los problemas tienden a complicarse, cuando debido a un mantenimiento incorrecto, las piezas y los aparatos tienen que trabajar por encima de sus posibilidades, con la consecuente reducción de su vida útil, y aumentando de esta manera los costes finales

Los ingenieros mecánicos deben inspeccionar los sistemas de elevación y traslación del carro, el mecanismo de izado de la pluma y el mecanismo de traslación del pórtico y de los elementos de los que están compuestos. Las estructuras de acero deben de ser inspeccionadas a causa de la fatiga y otros fallos. Los tornillos y pernos deben de ser revisados regularmente ya que pueden aflojarse, agrietarse, corroerse o producirse otros daños. El engrase y la lubricación son una importante parte de todo este proceso porque mientras este esencial procedimiento es asumido, los ingenieros pueden llevar a cabo otras inspecciones mecánicas o visuales al mismo tiempo. La lubricación y el engrase deben ser llevados a cabo completamente, y no realizarlo a ligera incluso aunque sea costoso y sucio. Es uno de los caminos más importantes en el cual la vida útil del equipo puede ser extendida y el tiempo de inactividad de la máquina a causa de reparaciones y averías sea reducido. El mantenimiento de una grúa consiste en el conjunto de comprobaciones, actuaciones, sustituciones y ajustes que se realizan para que la misma mantenga un nivel de seguridad aceptable y como mínimo acorde con el prescrito en el marco normativo que le sea aplicable.

Mantenimiento adecuado: Los equipos de trabajo conservaran durante todo el tiempo de utilización unas condiciones que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo. Dicho mantenimiento se realizará teniendo en cuenta

las instrucciones del fabricante o en su defecto, las características de estos equipos, sus condiciones de utilización y cualquier otra circunstancia normal o excepcional que pueda influir en su deterioro o desajuste.

Las políticas de operación se enfocan principalmente a planes de organización para que se puedan cumplir los objetivos del mantenimiento. Estas políticas se basan en las necesidades de la empresa, por ejemplo cuándo se va a realizar el mantenimiento, de qué forma debe llevarse a cabo así como el lugar, fecha y hora y el área a la que será proporcionada el mantenimiento.

3.2. Procedimiento para la inspección, mantenimiento y reparación de los puentes grúas

3.2.1. Pasos en el procedimiento de inspección y mantenimiento

- Estructura del expediente
- Sistema de inspección interna basada en la Resolución 293 del Ministerio del Transporte
- Implementación de un plan de mantenimiento correctivo y reparaciones
- Elaboración del Plan de Mantenimiento Preventivo
- Inspección por parte de la “Sociedad Calificadora Registro Cubano del Buque
- Reelaboración del plan de mantenimiento preventivo

3.2.1.1. Estructura del expediente

En este expediente se llevará constancia de cada mantenimiento, desperfecto, reparación o modificación que le sea realizado o detectado a las grúas según sea el caso, para poder contar con datos confiables sobre la vida de las mismas. Este documento ayudara a los responsables del mantenimiento en la toma de decisiones, para saber dónde será más provechoso centrar su atención a la hora de brindar sus servicios, para

así poder hacer más eficiente y económica su tarea, lo que se verá reflejado en la productividad de la empresa y en el tiempo de vida de la maquinaria en cuestión.

Aspectos a tener en cuenta en el expediente

- En el expediente se tendrán en cuenta ciertos aspectos que se deberán incluir de forma tal que facilite el revisado y consulta de quien lo necesite:
- Nombre de la empresa
- Nombre de quien o quienes realizan la actividad sobre la grúa.
- Número, marca y modelo de la grúa
- Capacidad de izado.
- Fecha de la última inspección, mantenimiento o reparación así como la de la próxima actividad planificada.
- Datos de interés para el consultante (voltaje de alimentación, diámetro del cable, potencia del motor etc.).
- Datos sobre las reparaciones realizadas.
- Observaciones.

Se hace una propuesta de estructura de expediente que podría adoptar la empresa en caso de resultarles conveniente (Anexo 1).

3.2.1.2. Sistema de inspección interna basada en la Resolución 293 del Ministerio del Transporte

El plan de inspección comenzará por una autoinspección inicial realizada por la propia empresa, ajustándose a lo estipulado en la resolución 293 del 2014 en cuanto a requisitos a tener en cuenta por los propietarios de equipos de izaje, de manera que se coincida con lo que inspeccionará la entidad estatal (Sociedad Clasificadora “Registro Cubano de Buques), para la certificación.

En la inspección se deberán tener en cuenta de manera priorizada los desperfectos señalados por “INTERMAR” en la inspección realizada en el 2008 (última inspección). Esta inspección será realizada por personal capacitado de la empresa o por terceros con la competencia necesaria. La misma busca determinar los principales desperfectos

presentes en las grúas para poder planificar los mantenimientos correctos o reparaciones de los mismos.

Guía para la realización de la inspección (MITRANS, 2014)

Ganchos

- La sección transversal del gancho haya disminuido en un cinco por ciento a consecuencia de la corrosión o el desgaste mecánico en cualquier lugar.
- La abertura del gancho haya aumentado en más de un 10%.
- Presentar grietas o indicios de estas, superficies ásperas o con filos u otras irregularidades que deterioren el dispositivo auxiliar de carga.
- Presenten deformaciones el gancho no pueda girar con facilidad.
- El desgaste del gancho en la garganta supere el 10% de su sección inicial.
- No tener instalada la contratuerca de seguridad que evita el desenrosque de la tuerca de fijación del gancho.
- No girar con facilidad 360° en la pasteca.
- No estar montados en cojinetes los ganchos de las grúas con capacidad superior a los 3000 kg.
- No presentar o estar deteriorado el cierre o pestillo de seguridad.
- Presentar una corrosión mayor del 20% en el espesor de la chapa de las guialderas.

Motones, pastecas y cuadernales

- Desgaste en sus quijadas y cajas mayor del veinte por ciento del espesor inicial.
- Trancadas las bisagras de las pastecas (en el caso que la posean).
- Deformados a la flexión o con corrosión los pasadores de las roldanas.
- Rajadura en el cubo de las poleas.
- Rajaduras y partiduras en los perfiles.

- No rotulada la carga máxima útil de trabajo en una zona visible de su estructura.

Cables de acero:

- Los cables no pueden tener desgaste por rozamiento con cualquier elemento de la estructura.
- Presentar un 10% o más de alambres partidos, en un paso de trenzado para cables unidireccionales.
- Presentar un 15% o más de alambres partidos, en un paso de trenzado para cables cruzados.
- En alguna de sus partes esté deformado, de modo que sea visible el alma textil (herniado).
- La disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera alcance el 10%.
- Se haya partido un cordón del cable.

Tambor de enrollado:

- Presentar grietas en la superficie y en las pestañas o rebordes a ambos lados.
- Estén por debajo 0,3 mm del diámetro del cable, la profundidad de la canal helicoidal, para las grúas que utilicen ganchos en el órgano de agarre.

Poleas:

- Rajaduras en el cubo
- Rajaduras y partiduras en los rebordes
- Partidura en las pestañas
- Ausencia de lubricación en su eje de rotación.

Ruedas y rodillos de dispositivos de apoyo:

- Desprendimientos o grietas en los rebordes.
- Deformados los rebordes
- Desgaste de la superficie de rodadura mayor del 20% del espesor inicial.

También se verá que las grúas cumplan con las siguientes disposiciones

Montaje de los cables de acero:

- Para los cables con cableado a la derecha se emplea la mano izquierda y para los cableados a la izquierda, la mano derecha. Ambas manos se colocan con la palma hacia abajo, si el cable se enrolla o desenrolla por arriba del tambor, y con la palma hacia arriba, si se enrollan o desenrollan por debajo. El sentido de enrollado del cable queda señalado por el dedo pulgar de la mano que se emplee, en sentido desde el dedo meñique al dedo pulgar.
- Si el cable es de torsión izquierda y sale por debajo del tambor se emplea la misma mano, pero con la palma hacia arriba. El sentido del enrollamiento queda señalado igual que el anterior, del dedo meñique al dedo pulgar.

Rotulado de los medios

En el rotulado de los medios debe comprobarse que:

- En el cuerpo de la grúa está la etiqueta con la capacidad de izado en kilogramos y concordar con lo autorizado por el Certificado de Seguridad Técnica (CST). Debe estar en un lugar visible y que permita su lectura a simple vista.
- Las partes de las grúas que ofrezcan peligros a las personas, están identificadas con los colores (bandas del mismo ancho y colores alternados) y señales de seguridad establecidas. Las bandas tienen una inclinación de 45° o 60° respecto a la horizontal, con un ancho de 30 mm y 150 mm y se establecen según las dimensiones del elemento. Los colores a utilizar son el negro y el amarillo, este último de fondo.
- Se sitúan inscripciones informativas o señales de seguridad en lugares que pueden ser peligrosos al operador de la grúa o personas con acceso a la zona de trabajo de esta.
- Se rotulan los sentidos de movimiento de la grúa en un lugar visible (grúa puente) para su concordancia con las indicaciones del sentido del movimiento de los botones del mando a distancia.

Los medios que deben estar señalizados con los colores de seguridad porque pueden presentar peligros son los siguientes:

- Pasteca.
- Dispositivos rígidos para el agarre de las cargas.
- Superficie de los elementos rígidos para el agarre de las cargas que no tienen contacto con estas.

Las vigas de riel

Los rieles deben conservarse en buen estado. Para ello se observa lo siguiente:

- Estar fijados firmemente para evitar su desplazamiento durante el traslado del medio de izado terrestre.
- Los elementos de fijación no deben faltar ni estar flojos o sueltos.
- No deben tener objetos extraños o estar manchados de grasas o aceites.
- La holgura medida entre las cabezas de los rieles empalmados (en sentido lateral y no en altura) no debe exceder los 3mm.
- Los topes finales de las vías deben estar en buen estado técnico.

Los resguardos

Los resguardos deben contar con los requisitos técnicos siguientes:

- Ser de fabricación sólida y resistente para no ocasionar riesgos suplementarios.
- Los fijos deben estar sólidamente sujetos en su lugar y su fijación garantizada por un sistema que permita su apertura solo con la utilización de herramientas.
- Los resguardos móviles, siempre que sea posible, deben permanecer unidos a la máquina mientras estén abiertos.

Se deben resguardar de manera que prevengan el contacto de personas con los siguientes elementos:

- a) Las transmisiones de engranaje y cadena.
- b) los embragues con pernos o cuñas salientes, exceptuando las uniones que son utilizadas como disco de freno.

- c) los acoplamientos y carrete de enrollado para las grúas de accionamiento mecánico.
- d) todas las partes giratorias de los mecanismos, instaladas en el área donde pudiera encontrarse un personal vinculado a la actividad y debe permitir la visibilidad en todo momento de los cables.
- e) circuitos y elementos eléctricos, que ofrezcan peligro de contacto con las personas.
- f) las partes de fácil acceso de las grúas, que durante su funcionamiento representen un peligro potencial, deben poseer un resguardo fijo.

Estructuras metálicas

Las estructuras metálicas deben cumplir con los requisitos siguientes.

- En los cordones de soldadura no deben existir grietas ni falta de material de aporte.

En las planchas de acero, estructura y refuerzos no debe existir:

- Desgastes por corrosión o debilitamiento, mayores del veinte por ciento de su espesor inicial.
- Deformaciones, grietas, perforaciones u otros defectos similares que pudieran afectar la resistencia.

También deben cumplir lo siguiente

- Existencia de medios y accesorios (escaleras, escalas, pasarelas, u otros) que permitan llegar con toda seguridad a todos los puestos adecuados para ejecutar las operaciones de producción, reglaje y mantenimiento.
- Existencia de medios y accesorios (escaleras, escalas, pasarelas, u otros) que permitan llegar con toda seguridad a todos los puestos adecuados para ejecutar las operaciones de producción, reglaje y mantenimiento.
- Tener barandas en aquellos lugares que puedan provocar una caída al vacío del personal vinculado al mantenimiento, operaciones e inspecciones, y posean una altura aproximada de un metro, con puntales de metal, madera u otro

material resistente que deben estar debidamente anclados y separados no más de dos metros entre sí, de manera que toda la estructura sea capaz de resistir una carga mínima de cien kilogramos en cualquier punto y dirección de la baranda.

Dispositivos de seguridad y mando

Mecanismo de izado

Se debe comprobar que:

- Esté instalado un mecanismo de desconexión que limite la posición superior del órgano de agarre, así como la inferior.
- Que el dispositivo de desconexión garantice el cese del movimiento de forma tal que al detenerse la pasteca sin carga, el valor de la distancia mínima sea de 200 mm de la estructura de la grúa.

Mecanismo de traslación de la grúa

Se debe comprobar que:

- El dispositivo de desconexión cese el movimiento o disminuya la velocidad de traslación (carro de carga y puente) en las posiciones extremas, sin llegar al aplastamiento del tope instalado en el parachoques. En las grúas de puente, caballetes y transbordadores, el carro de carga debe limitarse antes de llegar a los extremos del puente.
- Al estar instaladas dos grúas o carros de traslación en un mismo riel, estén equipadas con dispositivos de desconexión para evitar el impacto a máxima velocidad.
- Estén instalados dispositivos de aviso de cargas suspendidas, para las grúas del tipo puente y de pórtico.

Limitador de capacidad de carga

- Se debe comprobar que funcione cuando sobrepase el valor de 1,10 por la capacidad de trabajo nominal

Topes y parachoques elásticos de la grúa

Se debe cumplir que:

- En los extremos de la vía estén instalados los topes de material resistente, que eviten que la grúa se salga de la misma.
- Las grúas que se desplacen por vías de riel o vigas estén equipadas con parachoques de material resistente para amortiguar el impacto con otros medios. Para los carros de carga de la grúa se debe instalar el parachoques en los puentes de estas o en los extremos por donde se desplaza.
- Los parachoques elásticos (de goma, de resorte o hidráulicos) se encuentren en buen estado y sean capaces de absorber la energía del impacto.

Dispositivos de mando

Los dispositivos de mando deben tener los requisitos siguientes:

- Que la acción que se ejerza sobre cada dispositivo sea única y accione el mecanismo deseado con rapidez y precisión.
- Tener una identificación visible y una forma adecuada que indique su función y las direcciones del movimiento así como ser los idóneos para la acción a ejecutar.
- Los dispositivos de control deben regresar automáticamente a la posición de neutro después de cesar la acción sobre él.
- Que puedan maniobrarse con facilidad y no se dificulte la correcta observación del agarre y de la carga.
- Estén instaladas las empuñaduras y botones, según el caso, y sean dieléctricas para todo tipo de palanca que acciona los diferentes dispositivos de la grúas.
- El interruptor general solo se puede conectar cuando todos los dispositivos de mando del equipo se encuentren en posición neutral.

Se debe comprobar en el mando a distancia (botonera) que:

- Los dispositivos operados desde el piso, solo energicen los circuitos que controlan mientras se esté ejerciendo la acción manual sobre dichos mandos

y deben tener claramente marcadas las direcciones de desplazamiento del polipasto, carro y puente.

- Los dispositivos arriba señalados están suspendidos de un cable fino de acero; se sitúan hasta menos de 500 mm del suelo; son de material aislante; se conectan tierra con no menos de dos conductores y el operador tiene prohibido situarse debajo de la carga.
- debe tener botón de arranque (de acción momentánea) y de parada de emergencia (de color rojo), que se presiona para mantenerlo activado y se gira para desactivarlo.
- el voltaje máximo en la botonera no puede exceder 150 voltios de corriente alterna o 240 voltios de corriente directa.

Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas deben responder a los requisitos siguientes:

- La resistencia del aislamiento debe ser no menor de 1 k Ω (1 000 Ω) por cada voltio de tensión de trabajo, pero nunca inferior a 0,5 M Ω (500,000 Ω).
- Se deben hacer mediciones del consumo eléctrico de los diferentes motores eléctricos, durante la realización de las pruebas en vacío y con carga y durante la puesta en marcha por primera vez.
- El mando eléctrico de los motores debe evitar su autoarranque, aceleraciones bruscas al arrancar o durante el funcionamiento, y el arranque por la liberación de limitadores y dispositivos de seguridad.
- El interruptor general de los medios de izado accionados eléctricamente, debe estar situado en un lugar accesible, con la indicación del equipo que controla y de las posiciones "Conectado" y "Desconectado", el cual comprueba su funcionamiento.
- En los tableros de distribución o de control de fusibles de corriente alterna de 110 voltios, no se permiten interruptores de cuchillas descubiertas en su frente, ni receptáculos de fusibles, ni otros circuitos metálicos expuestos.

- Los cables eléctricos tendidos a lo largo de los pasillos y escalas de servicio de las grúas de puente, se sitúan a una altura no menor de 2,5 m sobre el nivel del entarimado del puente.
- En las instalaciones de líneas entubadas, registros eléctricos, pizarras, interruptores y otros artículos se debe garantizar el aislamiento eléctrico.
- Las conexiones a tierra deben garantizarse en todos los lugares que se precise, según diseño de la instalación.
- Los aparatos, tales como resistencias de arranque y regulación, relés de tiempo, relés de tensión, relés de máxima corriente, relés térmicos, interruptores, impulsor electrohidráulico y conductores eléctricos, deben funcionar correctamente y estar en buen estado técnico.

Pruebas

Prueba estática: La prueba estática del medio de izado se debe realizar con una carga de $1,25 \times C_{tn}$ (Capacidad de trabajo nominal), que se asciende a una altura aproximada de 200 mm del piso durante 10 minutos. Durante la prueba estática hay que desconectar el limitador de capacidad de carga. Antes de realizar la prueba estática se debe prestar especial atención a las fijaciones de todos los elementos del brazo del mecanismo de izado, cable de izado de la grúa, cable tensor del aguilón y giro, así como el estado de la estructura. Después de terminada la prueba, se realiza nuevamente esta revisión, prestando particular atención a la aparición de deformaciones permanentes, grietas o desuniones de accesorios. A las grúas que están dotadas de sistema automático de límite de capacidad de carga, se les realiza las pruebas al 100% de su capacidad de trabajo nominal. La prueba estática de las grúas de puente se debe realizar colocando el carro de carga de la grúa en la posición que corresponda a la flexión máxima del puente. En esta posición se suspende una plomada de la viga del puente o estructura metálica, a una distancia no mayor de 100 mm del suelo, ascendiendo una vez realizado lo anterior, el gancho con carga a una altura de 100 a 200 mm, el que se mantiene izado durante 10 minutos, después

de lo cual se baja y se mide nuevamente la distancia entre el suelo y la plomada. Si esta distancia, es igual antes y después de la prueba, se considera que no hay deformación permanente en la estructura metálica de la grúa.

Prueba dinámica: La prueba dinámica en los medios de izado se realiza con una carga de $1.10 * C_{tn}$ y tiene la finalidad de comprobar la acción de los mecanismos y de los frenos. Durante esta prueba se ejecutan todos los movimientos de la grúa, (izado, descenso y traslación de la carga) y deben simultanearse todos los movimientos de acuerdo a lo establecido por el fabricante.

3.2.1.3. Implementación de un plan de mantenimiento correctivo y reparaciones

Este plan se elaborará según los defectos y averías detectados en la inspección y se ejecutará según los parámetros de aceptación de la resolución 293 del 2014, de manera que se logre la certificación de apta en la inspección estatal (Registro Cubano de Buques”).

3.2.1.4. Elaboración del Plan de Mantenimiento Preventivo

Este plan se elaborará de acuerdo con la metodología existente para los equipos industriales basados en el “ciclo de mantenimiento para las grúas”, ajustado al estado técnico y al grado de envejecimiento basado en la auto inspección, las reparaciones realizadas y los resultados de la inspección estatal por el “Registro Cubano de Buques”. Según el grado de envejecimiento en algunas grúas el plan de mantenimiento será elaborado por criterios de la metodología de IBR

3.2.1.5. Inspección por parte de la “Sociedad Calificadora Registro Cubano del Buque”

El órgano de dirección deberá, luego de haber optimizado el estado de las grúas, pedir a la empresa certificadora “Registro Cubano del Buque” que inspeccione dichas unidades para que esta, en el cumplimiento de sus funciones legales determine si es viable su

certificación satisfactoria. En dependencia de los resultados de la inspección se deberán tomar medidas las medidas pertinentes por parte del equipo de mantenimiento. En caso de ser denegado el aval a alguna de estas grúas se deberá proceder con la reparación de la misma hasta llevarla al estado óptimo si la misma lo permite y verificar que aspectos se dejaron de tener en cuenta que conllevaron a ese punto.

3.2.1.6. Reelaboración del plan de mantenimiento preventivo

La periodicidad de los mantenimientos y las inspecciones independientemente de las rutinarias que se realizarán al comienzo de cada turno de trabajo se verán afectadas, como se mencionó previamente, por los criterios de riesgo y será, el ingeniero jefe del equipo de mantenimiento el encargado de establecer su frecuencia de forma tal que la intervención siempre sea oportuna y así disminuir el riesgo de accidentes catastróficos y las paradas inesperadas que puedan ser evitadas con este tipo de metodología.

Conclusiones generales

En la empresa SOMEK de Villa Clara se cuenta con un total de diez puentes grúa, todas ellas con un tiempo de explotación muy superior a lo establecido por los fabricante, llegando algunas a los 51 años de explotación, a lo largo de su vida útil estas han sufrido múltiples averías, que originan paralización de la producción por ser un medio de suma importancia para el traslado de equipos, partes y piezas, de grandes dimensiones y peso.

Estas grúas presentan un estado técnico deficiente como consecuencia del tiempo de explotación y la falta o deficiente mantenimiento desde hace varios años, que se manifiesta actualmente en el alto grado de desgaste y deterioro generalizado de sus partes, nudos, componentes, elementos de los mecanismos, sistemas eléctricos y de control en general que provocan altos riesgos de accidentes y pérdidas en la producción por la significativa dependencia que se tiene de estas grúas.

Casi la totalidad de las grúas presentan un avanzado desgaste debido al tiempo de explotación de las mismas, además presentan fugas de aceite en los mecanismos reductores, desgastes en la garganta de los ganchos, superiores o al límite de lo establecido, alambres partidos en los cuerpos de los cables de acero del órgano de agarre, altos grados de corrosión en sus estructuras, así como la presencia de tornillos flojos o la ausencia de los mismos, deficientes conexiones a tierra del sistema eléctrico y un muy mal estado de las pinturas protectoras etc.

La puesta en marcha de un plan de inspección, mantenimiento y reparación con un enfoque en la metodología de Inspección Basada en Riesgos (IBR) ayudara a la empresa SOMEK a llevar a las grúas a un estado en el cual su explotación sea confiable y le permita obtener la certificación de operatividad por parte de la empresa inspeccionadora, también representa una disminución considerable en los riesgos de explotación que esta conlleva y reducirá las paradas inesperadas que generan pérdidas en la producción.

Recomendaciones

1. Realizar una inspección más exhaustiva con la ayuda de los métodos de ensayo no destructivo para determinar con mayor certeza las condiciones de operatividad de las máquinas.
2. Proponer un curso de adiestramiento a los operarios de las grúas para que estos, por sí mismos puedan realizar las inspecciones rutinarias al comienzo de cada turno de trabajo.

Bibliografía.

- 19-30, N. 1988. 6.
- AGUIRRE, C. B. 2015. Gestión de Mantenimiento Industrial.
- ARANGO, P. H. 2012. INSPECCION BASADA EN RIESGO: GENERALIDADES Y UN CASO PRÁCTICO.
- AROCA, L. D. L. M. 2010. *PLAN DE PREVENCIÓN DE UNA FÁBRICA DE PUENTES GRÚA*. Prevención de Riesgos Laborales, Universidad Politécnica de Valencia.
- BALANTA, I. A. G. 2009. Modelo de Gestión de Mantenimiento Basado en la Metodología de Riesgo para la Industria Colombiana. *Mantenimiento en Latinoamérica*. 6 ed.
- GLEZ, G. S. 2016. Introducción a la Metodología de Inspección Basada en Riesgo (IBR). Consultoría ITC.
- GRUASA, I. 2011. *Consideraciones de mantenimiento en puente grua*. [Online]. Available: www.gruasa.com.
- GUEVARA, J. P. D. Q. L. E. P. R. 2017. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM), PARA OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LA MÁQUINA CON MAYOR CRITICIDAD. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*.
- HIGUERA, R. G. 2010. *IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA GRÚAS VIAJERAS EN LA EMPRESA TANQUES Y TAPAS S.A DE C.V.*. Instituto Politécnico Nacional
- INGENIERÍA, I. 2015. *IBR* [Online]. <http://www.id-ingeneria.com>. 2018].
- JARAMILLO, J. G. G. 2012. *PLAN DE MANTENIMIENTO DE UN PUENTE GRÚA CON CAPACIDAD DE DIEZ TONELADAS*. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- MENDOZA, P. J. V. 2009. *DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO BASADA EN LA CONFIABILIDAD, RCM, E INSPECCIÓN BASADA EN EL RIESGO, RBI, PARA LA LÍNEA CRÍTICA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PARA CONCENTRADOS DE LA EMPRESA ITALCOL S.C.A UBICADA EN GIRÓN, SANTANDER* UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.
- MITRANS 2014. Resolución 293/2014.
- PÉREZ, D. F. 2009. *Estudio técnico y mantenimiento de una grúa porta-contenedores*.
- PLANAS, D. R. 2000. Grúas tipo puente (I): generalidades. In: TRABAJO, C. N. D. C. D. (ed.).
- SARASOTO, R. 2011. *Diseño de un Puente Grúa con Capacidad de 5 toneladas*. IPN.
- SOLARI, M. 2013. Gestión de Integridad de los Activos Físicos Basada en Riesgo. CTI solari.
- VERBAL, F. 1987. Prevención de defectos en puentes grúa. *Revista de Ingeniería de Construcción*.

Anexos

Anexo 1. Estructura del expediente

	SOMEC VC	Código
		Versión:
	HOJA DE VIDA DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	Revisado:
		Página

NOMBRE DEL EQUIPO O MAQUINARIA:		Tipo:		Operación (h):	
P: Principal A: Auxiliar B: Back Up					
ESPECIFICACIONES					

CÓDIGO:		PROVEEDOR:	
MARCA:		INVENTARIO:	
MODELO:		POTENCIA (HP):	
UBICACIÓN:		VOLTAJE:	
REFERENCIA:		AMPERAJE:	

EQUIPO		MAQUINARIA		SISTEMA		COMPONENTE		ACCESORIO	
--------	--	------------	--	---------	--	------------	--	-----------	--

CUENTA CON MANUAL:	SI	NO	ANTIGÜEDAD		CRITICIDAD	
						1: Alta 2: Media 3: Baja

COMPONENTES PRINCIPALES

EQUIPO COMPLETO	Función:	IZAJE DE CARGA	Inspección	Mantenimiento
	Actividad 1			
	Actividad 2			
	Actividad 3			
	Actividad 4			
	Actividad 5			
	Actividad 6			
	Actividad 7			
	Actividad 8			
	Actividad 9			
	Actividad 10			
	Actividad 11			
	Especificación		Frecuencia (Días)	

PUENTE GRÚA	Función:		Inspección	Mantenimiento
	Actividad 1			
	Actividad 2			
	Actividad 3			
	Actividad 4			
	Actividad 5			
	Actividad 6			
	Actividad 7			
	Especificación		Frecuencia (Días)	

MOTORES PUENTE GRÚA	Función:		Inspección	Mantenimiento
	Actividad 1			
	Actividad 2			
	Actividad 3			
	Actividad 4			
	Actividad 5			
	Actividad 6			
	Especificación		Frecuencia (Días)	

TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO	Función:		Inspección	Mantenimiento
	Actividad 1			
	Actividad 2			
	Actividad 3			
	Actividad 4			
	Actividad 5			
	Actividad 6			
	Actividad 7			
	Actividad 8			
	Especificación		Frecuencia (Días)	

MANTENIMIENTO

ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	RESPONSABLE

OBSERVACIONES

CONTROL DE ACTIVIDADES (Ejemplo)						
C: Calibración		V: Verificación		M: Mantenimiento		
FECHA	C	V	M	DESCRIPCIÓN	CODIGO O.S.	EJECUTÓ

Anexo 2. Guía para el Mantenimiento preventivo.

Periodos de mantenimiento

El mantenimiento regular es lo más importante, alargará el tiempo de vida del equipamiento, disminuirá las paradas y prevendrá daños. El mantenimiento significa por encima de todo, un buen engrase de todos los mecanismos, y también un regular control de simples ítems como tornillos y tuercas. Una inspección extra es recomendable después de una fuerte tormenta.

Participación del operario en el mantenimiento

- Revisión diaria visual de elementos sometidos a esfuerzo.
- Comprobación diaria de los frenos.
- Observación diaria de carencia de anomalías en el funcionamiento de la máquina.
- Comprobación semanal del funcionamiento del pestillo de seguridad del gancho.

Mantenimiento de las diferentes partes de la grúa.

Antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento debemos asegurar la zona, colocar cinta de peligro y desconectar las fuentes de energía eléctricas. Deberemos utilizar los medios de seguridad, (casco, guantes, gafas protectoras, etc.)

Mantenimiento mecánico.

Mantenimiento de la estructura.

Principalmente se realizará una comprobación visual de columnas, vigas, apoyos, anclajes y demás elementos constructivos que influyan en el soporte de la estructura de la grúa. Además de revisar el estado de grietas, deformaciones, desgaste y corrosión. Comprobar uniones de vigas: apriete tornillos, control de soldaduras, etc.

Inspección y comprobación del sistema de rodadura y desplazamiento, incluyendo carriles de rodadura, poleas, engranajes, etc., procediendo a su limpieza y lubricación. En caso de holguras excesivas, sustituir cojinetes o rodamientos, alinear, reapretar o calzar soportes, etc. Además comprobar topes mecánicos.

Revisar la instalación y estado de escaleras de acceso y pasarelas, peldaños, escalones, vigas, revestimiento de pasarelas, plataformas, además de resguardos protectores (barandillas, barras intermedias, cercos de quitamiedos y resguardos de pie).

Mantenimiento de los testers:

- Comprobar la frenada simultánea de los grupos motrices de forma mensual.
- Comprobar desgaste de las pestañas de las ruedas cada tres meses.

- Comprobar que no existan grietas capilares en las zonas de rodadura de las ruedas con una periodicidad trimestral.
- Verificar trimestralmente niveles de aceite y estado de grasas en los grupos reductores.
- Comprobar apriete de tornillos y tuercas de fijación de los distintos elementos (motores, reductores, topes, etc.). Comprobar estado de soldaduras de forma semestral.

Mantenimiento del carro.

Se deberá comprobar los elementos de desplazamiento (ruedas, guías, topes, etc.), engrasándolos. Comprobar estado de tornillos, soldaduras y demás elementos de amarre. Revisar funcionamiento del reductor, ruidos o vibraciones existentes, y nivel y estado del aceite lubricante. Comprobar estado del cable y poleas de elevación, sistema de guiado, etc. Verificar el correcto estado del sistema o sistemas de limitación de la carga máxima.

Se realiza con una periodicidad mensual el engrase del cable de elevación y la comprobación de pérdidas de aceite o grasa.

Se realiza con una periodicidad trimestral o semestral los siguientes trabajos:

- Comprobar el estado de las ruedas del carro.
- Inspeccionar el cable de elevación.
- Engrasar dientes, rodamientos y puntos de fricción.
- Verificar niveles de aceite o estado de grasas de los reductores de elevación y traslación.
- Examinar el desgaste de los elementos de freno.
- Comprobar colocación, estado y apriete de grapas.
- Comprobar regulaciones limitador de carga máxima

Además se ha de comprobar el apriete de tornillos y tuercas de fijación de los distintos elementos y el estado de soldaduras de forma anual.

Mantenimiento de los frenos.

En los frenos de elevación se realizarán las diferentes tareas de:

- Verificar que estando con carga máxima, el freno mantenga la posición sin resbalamientos.

- Controlar que no existan juegos anormales y desgastes en los mecanismos de accionamiento.
- El espesor del material antifricción debe tener un espesor que no debe ser inferior a la marca de espesor mínimo que el mismo posee.
- Se ha de realizar una prueba de los frenos con carga (carga de prueba dentro de su rango)

En los frenos de disco se llevarán a cabo los diferentes trabajos:

- Debido al desgaste, la contaminación o la avería es recomendable cambiar las pastillas de freno y en alguna ocasión será obligatorio.
- Comprobar que el depósito de los frenos se encuentra con líquido dentro de los límites máximo y mínimo marcados.
- Comprobar que las tuberías están limpias sin apreciarse fugas, que las zapatas y las pastillas están ajustadas y sin desgastar.
- Comprobar que el dispositivo de accionamiento de freno es el correcto y su eficacia. Un recorrido grande significa alargamiento de los cables o desgaste de las zapatas.

Mantenimiento eléctrico

Mantenimiento de los motores

Una carga excesiva puede llevar rápidamente a un fallo en el motor, un cambio de carga o en el acoplamiento de accionamiento, se manifestará como una sobrecarga en el motor. Los rodamientos comenzarán a fallar, los engranes están expuestos a presentar fallas en sus dientes o bien se presentará algún otro tipo de fricción que se manifiesta como sobrecarga. Cuando se presenta una sobrecarga, el motor demanda más corriente, lo cual incrementa la temperatura del mismo, reduciendo la vida del aislamiento.

Los problemas en rodamientos son una de las causas más comunes de fallo en los motores, también la alineación errónea de éstos y la carga, malos acoplamientos, o bien errores en la aplicación de engranes o piñones, son causa de fallos mecánicos. Por otro lado se debe de hacer un correcto balanceo dinámico para evitar problemas de vibraciones.

Así mismo, una incorrecta alimentación del voltaje al motor, puede reducir la vida o causar un fallo rápido si la desviación del voltaje es excesiva. Un voltaje bajo soporta

una corriente mayor a la normal. Si el voltaje decrece en una forma brusca se presenta una corriente excesiva que sobrecalienta el motor.

Para la buena lubricación se debe utilizar el aceite o grasa recomendado en la cantidad correcta. Los distribuidores de lubricante pueden ayudar si hay un problema en el grado del lubricante, y, en especial, para los cojinetes que necesitan lubricantes para altas temperaturas. Hay que quitar o expulsar toda la grasa vieja antes o durante la aplicación de la grasa nueva. Se deberá arrancar y parar los distintos motores eléctricos y comprobar la respuesta de los mandos que accionan los distintos movimientos.

Comprobar anclajes y amarres del motor y reductor, así como su alineación, reapretando los tornillos si fuera necesario, para evitar vibraciones y alargar la vida de sus rodamientos.

Identificar las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas, la determinación de las causas de la vibración, y la corrección del problema que ellas representan. Las consecuencias de las vibraciones mecánicas son el aumento de los esfuerzos y las tensiones, pérdidas de energía, desgaste de materiales, y las más temidas: daños por fatiga de los materiales, además de ruidos molestos en el ambiente laboral, etc.

En los motores CC comprobar el estado de las escobillas, y sustituirlas si están desgastadas y revisar los filtros. Revisar también los aislamientos del motor.

Para engrasar los motores se deberá desconectar eléctricamente el motor, excitación, rotor y resistencias de caldeo, seguidamente quitar las tapas del motor que dan acceso al colector y a la parte trasera del motor, retirar la grasa en los sitios donde se haya acumulado con un trapo o similar, a continuación limpiar el colector con líquido desengrasante así como el resto del motor, engrasar ambos rodamientos, y por último dejar secar.

En los motores de CA se revisará las temperaturas y que la resistencia calorífica caliente.

Control de motores

Controlar colector

- Controlar estado de escobillas, su largo debe ser mayor al mínimo demarcado en la misma por el fabricante. No se deben observar rayas en la superficie de contacto, debe desplazarse libremente en su alojamiento.
- Controlar estado de resortes y su posición en el alojamiento

- Controlar estado de anillos rozantes, formación de pátina y ausencia de rayas superficiales
- Realizar limpieza por medio de aire filtrado

Controlar dínamo tacométrica

- Retirar tapas de colector.
- Controlar ajuste de acople elástico mecánico con el eje del motor- Retirar tapas de colector.
- Controlar estado de escobillas, su largo debe ser como mínimo el 50% del original. No se deben observar rayas en su superficie de contacto. Debe desplazarse libremente en su alojamiento.
- Controlar estado de resortes y su posición en los alojamientos.
- Controlar estado de colector, formación de pátina y ausencia de rayas superficiales.
- Repasar ajuste de terminales o conectores.
- Soplar con aire filtrado.
- Controlar ajuste de acople elástico mecánico con el eje del motor.

Controles

Antes de que entre en funcionamiento la grúa, hay que rearmar los relés térmicos de los motores para que salten en caso de sobrecarga del motor y paren la maniobra.

Se realiza la maniobra de los puntos cero (accionado de palanca de control), verificación física. Al accionar el pulsador de marcha, arranca el contactor general, después de estar todos los contactos a cero.

Mandos de control

Controlar el estado y funcionamiento de botoneras, manipuladores, indicadores luminosos y llaves de contacto. En caso de encontrar piezas deterioradas reemplazarlas. Comprobar cable y la estanqueidad de su carcasa.

Limitadores fin de carrera y carga

Comprobar limitadores de fin de carrera de elevación, traslación de carro y traslación de pórtico, tanto su funcionamiento eléctrico como sus soportes con una periodicidad mensual.

Se realiza una inspección visual, donde se comprueba si están rotas las palancas de accionamiento y se verifica si funcionan eléctricamente mediante maniobra.

- Accionar todos los límites de carrera de a uno y verificar que produzcan el efecto deseado.
- Verificar y, de ser necesario ajustar, los tornillos de fijación y de las palancas accionadoras de los límites de carrera.
- Verificar y ajustar de ser necesario los topes fijos de accionamiento de los límites
- de carrera, tanto los que se encuentran fuera de la grúa como los que se encuentran a bordo de la misma.

Relés Térmicos

- Se fuerza la maniobra del relé térmico para saber si corta dicha maniobra.
- Se saca el relé y la activación de las sondas de temperatura del motor tiene que cortar la maniobra

Mantenimiento eléctrico general

- Comprobar cuadro eléctrico: Revisar conexiones de conectores, interruptores, contactores, relés, etc. Realizar con una periodicidad mensual.
- Comprobar estado de las cajas de conexión con una periodicidad mensual.
- Revisar estado de los elementos móviles de alimentación eléctrica cada mes.
- Comprobar la presión de los tomacorrientes con una periodicidad trimestral o semestral.
- Comprobar estado de las conexiones en general cada semestre.
- Revisar empalmes y sujeción de línea a alimentación con una periodicidad semestral.
- Comprobar y rectificar el sistema de alumbrado y señalización de la grúa, manteniendo óptimo el coeficiente de conservación proyectado.
- Revisión de los sistemas de puesta a tierra
- Revisión de centros de transformación

Mantenimiento de los diferentes elementos

Mantenimiento del spreader

- Realizar la verificación de deformaciones, grietas, desgaste y corrosión de la estructura y de los mecanismos.
- Además comprobar los dispositivos de seguridad para evitar la caída de la carga
- Comprobar lámparas de señalización y finales de carrera.
- Realizar ensayos no destructivos en la estructura y sus componentes para encontrar posibles grietas.

Mantenimiento de las poleas:

- Verificar si el diámetro de la polea corresponde al cable y si el diámetro garganta es el apropiado, además la garganta de la polea debe ser lisa y no presentar en su superficie defectos que podrían causar desgastes de las cuerdas.
- Comprobar que los rodamientos estén bien y engrasarlos si es necesario.

Mantenimiento de los cables

- Se deberá verificar la naturaleza y número de los alambres rotos, desgaste debido al rozamiento, picaduras por corrosión, pinzamientos, aflojamiento de la capa exterior de alambres y otros cambios en la construcción del cable. No debe observarse oxido
- Se comprobará la protección para evitar que el cable salga de sus guías y el estado del anclaje del cable.
- Periódicamente se realizaran inspecciones visuales del cable y semanalmente se efectuarán comprobaciones del estado de lubricación del cable y se lubricará si es necesario.

Mantenimiento de los tambores

- Comprobar a diario el estado general, la fijación, la guía y el buen enrollamiento del cable de tracción en el tambor. No ha de haber desorden en el tambor del cable y que las espiras han de estar juntas y sobre todo no cruzarse.
- En caso de mal enrollamiento, desenrolle totalmente el cable y vuelva a enrollarlo juntando las espiras. Esto es muy importante para evitar el desgaste prematuro del cable.
- El cable ha de ser cambiado imperativamente si presenta desgarros o aplastamientos.
- Ningún ruido o vibración anormal en los extremos de apoyo.

- Cable correctamente arrollado sobre los canales
- Verificar existencia de lubricación.
- Verificar si el diámetro del tambor es el apropiado.
- Si el diámetro de las ranuras es el que corresponde.
- Angulo de desviación lateral.
- Reapretar presillas de fijación del cable, tambores

Mantenimiento de las ruedas

- Comprobar el desgaste de las ruedas.
- Comprobar el juego libre de las pestañas de los carriles.
- Comprobación de las protecciones de mecanismos (engranajes, acoplamientos, etc.).
- Comprobación de cables y ganchos.
- Comprobación de defectos (corrosiones, cocas, desgastes, etc.).
- Comprobar el punto de fijación del cable.
- Lubricación (según normas del fabricante).
- Engrasar rodamientos de cuatro ruedas de la traslación del carro

Comprobar el estado de los grafitos que disminuye el rozamiento entre la rueda y la guía, de forma trimestral o semestralmente