



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“MEJORA EN LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE ACERO EN EL SISTEMA DE IZAJE HOIST PARA INCREMENTAR SU DISPONIBILIDAD EN EL USO DE LAS GRÚAS PÓRTICOS EN LA EMPRESA DP WORLD CALLAO 2015.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Miguel Ángel Auca Sutta

Asesor:

Ing. Juan Miguel de la Torre Ostos

Lima – Perú

2016

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Miguel Ángel Auca Sutta**, denominada:

“MEJORA EN LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE ACERO EN EL SISTEMA DE IZAJE HOIST PARA INCREMENTAR SU DISPONIBILIDAD EN EL USO DE LAS GRÚAS PÓRTICOS EN LA EMPRESA DP WORLD CALLAO 2015.”

Mg. Miguel De La Torre Ostos

ASESOR

Lic. Michael Zelada García

JURADO

PRESIDENTE

Lic. Ulises Piscocoya Silva

JURADO

Lic. Ricardo Valqui Guarniz

JURADO

DEDICATORIA

“Dedico esta tesis a mis padres María y pablo quienes fueron mi gran motivación durante la elaboración de mi tesis. A mi pareja Yolanda que me apoyo todo el tiempo”

A mis hermanos Percy, Gladys y Graciela quienes me alentaron todo momento culminar mi tesis.

A mis compañeros de trabajo que me apoyaron con su experiencia y poder concluir esta tesis.

Para todo ellos mencionados dedico esta tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

“Agradecer en primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino correcto; segundo lugar a cada uno de mi familia padres, esposa y mis hermanos, a mis tíos y compañeros de trabajo por haberme ayudado con su experiencia y compañeros de estudio por sus conocimientos que me ayudaron mucho. Por ultimo a mi esposa por haberme tenido paciencia estos años de estudio, tiempo en todo momento cuando lo necesitaba”

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Realidad Problemática	6
1.3. Formulación del Problema	7
1.3.1. <i>Problema General</i>	8
1.3.2. <i>Problema Específico</i>	8
1.3.2.1. <i>Problema específico 01</i>	8
1.3.2.2. <i>Problema específico 02</i>	8
1.3.2.3. <i>Problema específico 03</i>	8
1.4. Justificación.....	8
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i>	8
1.4.2. <i>Justificación Práctica</i>	8
1.4.3. <i>Justificación Cuantitativa</i>	9
1.4.4. <i>Justificación Académica</i>	9
1.5. Objetivo	10
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	10
1.5.2. <i>Objetivo Específico</i>	10
1.5.2.1. <i>Objetivo específico 1</i>	10
1.5.2.2. <i>Objetivo específico 2</i>	10
1.5.2.3. <i>Objetivo específico 3</i>	10
1.5.2.4. <i>Objetivo específico 4</i>	10
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Cable de acero	11

2.1.1	Cable de acero en la industria	11
2.1.2	Elementos del cable de acero.....	13
4.2.2.1	Alambres.....	13
4.2.2.2	Torones.....	14
2.2.2.3	Alma 16	
2.1.3	Torcido del cable de acero.....	17
2.1.4	Preformado del cable de acero.....	18
2.1.5	Nomenclatura comercial de los cables de acero	19
2.1.6	Factores en la selección del cable de acero.....	19
2.1.6.1	Cargas de trabajo	20
2.1.6.2	Fatiga de flexión	20
2.1.6.3	Resistencia a la abrasión	21
2.1.6.4	Resistencia al aplastamiento.....	23
2.1.6.5	Resistencia de Reserva.....	23
2.1.6.6	Corrosión	24
2.1.7	Factor de seguridad	24
2.1.8	Especificaciones de un cable de acero	25
2.1.8.1	Diámetro	25
2.1.8.2	Peso lineal	26
2.1.8.3	Módulo de elasticidad.....	26
2.1.8.4	Resistencia mínima de ruptura.....	26
2.1.8.5	Cable de acero según la norma ISO 4309.....	27
2.2.	Grúa Pórtico	29
2.2.1	Concepto.....	29
2.2.2	Tipos de grúa pórtico	30
2.2.3	Características de grúa pórticos	30
2.2.4	Ventajas y desventajas de la grúa pórtico	31
2.3.	Contenedor	33
2.3.1.	Concepto	33
2.3.2.	Tipos de contenedores.....	33
2.3.3.	Características de contenedores	34
2.3.4	Ventajas y desventajas de contenedores	35
2.3.5	Materiales en la construcción de contenedores	35

2.3.6	<i>Materiales de madera o fibra, acero y aluminio</i>	36
2.3.7	<i>Materiales para usos secos, refrigerados, secos ventilados y abiertos</i>	37
2.3.8	<i>Estándares o normas</i>	37
2.3.9	<i>Contenedores tipos de carga y medios de transporte</i>	38
2.4.	Muelle.....	39
2.4.1	<i>Concepto</i>	39
2.4.2	<i>Tipos de muelle</i>	40
2.4.3	<i>Características de Muelle</i>	40
2.4.4	<i>Factores de competitividad de un Puerto</i>	42
CAPÍTULO 3. DESARROLLO		43
3.1.	Desarrollo el Objetivo 1	43
3.2.	Desarrollo el Objetivo 2.....	46
3.2.1.	<i>Mapa de procesos actividad Dp World Callao.</i>	46
3.2.2	<i>Proceso inspección de cable acero del sistema hoist de la grúa pórtico.</i>	47
3.2.2.1	<i>Mantenimiento Preventivo:</i>	47
3.2.2.2	<i>Inspección de cable acero Hoist del sistema de izaje grúa pórtico.</i>	47
3.3.	Desarrollo del Objetivo 3.....	49
3.4.	Desarrollo el Objetivo 4.....	77
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES		78
4.1.	RESULTADOS.....	78
4.1.1.	<i>Calculo de costo total por el correctivo de cambio cable acero hoist y grúa pórtico parada</i>	78
4.1.1.1.	<i>Costo de cables de acero ZPMC; Procables S.A. y Verope para grúa pórtico</i>	78
4.1.1.2.	<i>Costo por cambio de cables acero hoist grúa pórtico en Dp World Callao.</i>	79
4.2.	CONCLUSIONES	88
4.3.	RECOMENDACIONES	89
ANEXOS		91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1.1 Puerto Dp World Callao.....	2
Figura n.º 1.2 Organigrama general de la empresa Dp World Callao.....	3
Figura n.º 1.3 Partes principales de la grúa pórtico QC.	5
Figura n.º 2.1 Elementos que conforman un cable de acero.	13
Figura n.º 2.2 Cable de acero del grupo 6x7.....	15
Figura n.º 2.3 Cable 6x19(9/9/1) Seale.	15
Figura n.º 2.4 Cable de acero del grupo 6x37.....	16
Figura n.º 2.5 Cable de acero del grupo 6x37.....	17
Figura n.º 2.6 Torcido del cable de acero	18
Figura n.º 2.7 Influencia de cantidad de alambres en la resistencia a la fatiga de flexión.....	21
Figura n.º 2.8 Influencia de cantidad y diámetro de los alambres en la resistencia a la abrasión.	21
Figura n.º 2.9 Esquema de un cable desgastado debido a la abrasión.	22
Figura n.º 2.10 Relación entre la resistencia a la abrasión y la resistencia a la fatiga.	22
Figura n.º 2.11 Relación entre la resistencia a la abrasión y la resistencia a la fatiga.	23
Figura n.º 2.12 Forma correcta de medir el diámetro del cable.....	25
Figura n.º 2.13 Forma correcta de medir el diámetro del cable.....	28
Figura n.º 2.14 Grúa pórtico	29
Figura n.º 2.15 Tipos de grúas.	30
Figura n.º 2.16 Características de la grúa pórtico.....	31
Figura n.º 2.17 Ventajas y desventajas de la grúa pórtico.....	32
Figura n.º 2.19 Ventajas y desventajas de contenedores.....	35
Figura n.º 2.20 Material para contenedor de Reefers.....	36
Figura n.º 2.21 Oferta y demanda Portuaria.....	38
Figura n.º 2.22 Muelle Dp World Callao.	39
Figura n.º 2.23 Muelle de carga suelta.	40
Figura n.º 2.24 Muelle de contenedores.....	40
Figura n.º 2.25 Característica de muelle.....	41
Figura n.º 3.1 Procesos actividad Dp World Callao.	43
Figura n.º 3.2 Diagrama de flujo de la importación y exportación de la carga de contenedores.....	44
Figura n.º 3.3 Proceso inspección de cable acero de sistema hoist de la grúa pórtico.	45

Figura n.º 3.4 Proceso interno en el servicio que ofrece Dp World Callao cuando llega o se retira un buque del terminal.....	46
Figura n.º 3.5 Metodología Kaizen.	49
Figura n.º 3.8 Construcción del cable acero 6x36 galvanizado y compactado.	52
Figura n.º 3.9 Cable acero lubricado-fabrica.	53
Figura n.º 3.10 Tipo lubricador para cable de acero.	54
Figura n.º 3.11 Método de lubricación.....	55
Figura n.º 3.12 Inspección de cable acero hoist de grúa portico.Fuente: (ZPMC, 2010) ...	56
Figura n.º 3.13 Proceso de inspección de cable acero del sistema de izaje hoist.	57
Figura n.º 3.18 Media por vida útil cable acero PROCABLES primera Propuesta.....	63
Figura n.º 3.19 Media por vida útil cable acero PROCABLES segunda propuesta.	65
Figura n.º 3.19 Media por vida útil cable acero PROCABLES tercera propuesta.	66
Figura n.º 3.20 Media por vida útil cable acero PROCABLES tercera propuesta.	67
Figura n.º 3.21 Cable acero 8 x 26 Galv. / Comp. 1770 N/mm²	68
Figura n.º 3.22 Cable con cordones compactados.	69
Figura n.º 3.23 Certificado de cable acero 8x26 G/C 1770 N/mm².	70
Figura n.º 3.25 Cable lubricado con recubrimiento de grasa	71
Figura n.º 3.26 Lubricador para cable óptimo.	72
Figura n.º 3.31 Imagen comparativa de vida útil de cable acero inicial con la mejor propuesta 8x26 grado R1770.	77
Figura n.º 4.1 Comparativo de vida útil de cable acero inicial con la mejor propuesta 8x26 grado R1770.....	78
Figura n.º 4.2 Comparación de precios del cable inicial y el actual.....	79
Figura n.º 4.3 Costos de la tarifa Dp World Callao.	82
Figura n.º 4.4 Costo de actividad por cambio de cable hoist marca ZPMC	84
84	
Figura n.º 4.5 Costos por actividades de cambio de cable hoist marca PROCABLES –vida útil por 472 días.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1.1 Partes de grúa pórtico	6
Tabla n.º 2.1 Calidades de los alambres de acero.	14
Tabla n.º 2.2 Calidades de los alambres de acero.	20
Tabla n.º 2.3 Porcentaje de resistencia de reserva en cables de 6 u 8 torones.....	24
Tabla n.º 2.4 Factor de seguridad recomendados para cables usados en distintas aplicaciones.....	25
Tabla n.º 2.5 Módulos de elasticidad para construcciones más utilizadas.....	26
Tabla n.º 2.6 Norma por descarte de cable acero para grúa pórtico según ISO 4309.....	27
Tabla n.º 2.7 Características de contenedor	34
Tabla n.º 3.1 Histograma de cables acero por tiempo de vida útil (días) en 5 QCs - ZPMC	50
Figura n.º 3.6 Media por vida útil cable acero ZPMC.	51
Tabla n.º 3.2 Frecuencia de inspección de cable de acero.	56
Tabla n.º 3.3 Cuadro comparativo por movimientos de contenedores de Dp World Callao con otro Muelle de Dp World.	60
Tabla n.º 3.3 Histograma de primera propuesta de cable acero tipo cascabel 6x36 R1960 marca PROCABLES.....	63
Tabla n.º 3.4 Histograma de la segunda propuesta de cable acero tipo G/C 6x36 R1770 marca PROCABLES.....	64
En el cable tipo Galvanizado compactado 6x36 1770 - PROCABLES se realizaron 2 muestras en las grúas pórticos, la durabilidad o media fue de 413 días mayor a la segunda propuesta.....	64
Tabla n.º 3.5 Histograma de la tercera propuesta de cable acero tipo G/C 8x26 R1770 marca PROCABLES.....	65
Tabla n.º 3.6 Histograma de la cuarta propuesta de cable acero tipo G/C 8x26 R1960 marca PROCABLES.....	66
Tabla n.º 3.7 Cuadro de frecuencia por inspección de cable hoist.....	73
Tabla n.º 4.1 Cuadro de costo del cable acero para sistema hoist.	78
Tabla n.º 4.2 Cuadro por preparativo cambio cable acero hoist para grúa pórtico.	79
Tabla n.º 4.3 Cuadro por materiales usados en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.	80
Tabla n.º 4.4 Cuadro x H. hombres empleadas en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.....	81

Tabla n.º 4.5 Cuadro por materiales usados en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.	81
Tabla n.º 4.6 Cuadro de costo del cable inicial ZPMC y obtenido de PROCABLES en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.	82
Tabla n.º 4.7 Cuadro por costo de servicios y equipos usados en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.	83
Tabla n.º 4.8 Cuadro costo total por correctivo de cambio cable acero hoist ZPMC para grúa pórtico.	83
Tabla n.º 4.9 Cuadro costo total por correctivo de cambio cable acero hoist PROCABLES para grúa pórtico.	85
Tabla n.º 4.10 Cuadro comparativo de lucro cesante de cambio cable hoist de las 6 grúas pórtico de la empresa Dp World Callao.	86
Tabla n.º 4.11 Comparación del costo por correctivo entre cable inicial y final.....	87

RESUMEN

Este trabajo consiste en mejorar un proceso, encontrar una mejor opción de cable acero para sistema de izaje hoist de la grúa pórtico en la empresa Dp World Callao, para que la actividad del área de operaciones ayude a mejorar la productividad de las grúas por movimientos de contenedores, así como a lograr un mayor ingreso y reducir costos.

El segundo capítulo abarca los conceptos básicos para poder poner al lector en contexto a los términos y definiciones utilizadas en este trabajo de mejora, así como ciertos conceptos técnicos necesarios para su mejor comprensión.

El tercer capítulo se establece la relación directa entre la desarrollo por cable hoist óptimo – productividad de la grúa pórtico por minimizar parada de correctivo de 20 horas por cambio de cable acero. La empresa ayuda de una u otra forma en el fortalecimiento, orientación tanto técnica por terceras personas para una beneficio.

El cuarto capítulo se obtiene el resultado del cable óptimo después de varias pruebas de ensayo en las 6 grúas pórticos durante un periodo de 4 años, el beneficio por mejorar los costos y mejorar el proceso de la productividad por parte de operaciones.

Finalmente se plantearon factores determinantes que ayudaron a obtener un resultado para la utilización del nuevo cable de acero hoist y tratar de compartirlo con los otros puertos la mejora.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Dp World fue fundado en 1972, es un operador portuario con sede en Dubái cuya actividad principal es movilización de contenedores. DP World es suministrador líder del comercio mundial y una parte integral de la cadena de suministro.

Se operan múltiples negocios, aunque relacionadas, - desde los terminales marítimos y fluviales, servicios marítimos, logística y servicios auxiliares a las soluciones comerciales basadas en la tecnología

Se cuenta con una cartera de 77 que operan los terminales marítimos y fluviales apoyados por más de 50 negocios relacionados en 40 países a través de seis continentes, con una presencia significativa tanto en alto crecimiento y los mercados maduros. Nuestro objetivo es ser esencial para el futuro brillante del comercio mundial, lo que garantiza todo lo que hacemos tiene un impacto positivo duradero en la economía y la sociedad.

Nuestro equipo dedicado de más de 37.000 empleados de 110 países cultiva relaciones con los gobiernos, líneas navieras, importadores y exportadores, las comunidades y muchos otros componentes importantes de la cadena de suministro global de larga data, para agregar valor y proporcionar servicios de calidad hoy y mañana.

El manejo de contenedores es la actividad principal de la empresa y genera más de tres cuartas partes de sus ingresos. En 2015, DP World manejó 61,7 millones de TEU (unidades equivalentes a veinte pies) a través de nuestro portafolio. Con su línea de compromiso de los desarrollos y ampliaciones, se espera que la capacidad bruta actual del 79,6 millones de TEU que aumente a más de 100 millones de TEU en 2020, en línea con la demanda del mercado.

Por pensar en el futuro, previendo el cambio y la innovación de nuestro objetivo de crear las soluciones comerciales más productivos, eficientes y seguros a nivel mundial.

Dp World Callao está localizado en el puerto del Callao, primer puerto del Perú ubicado estratégicamente en la costa centro- oeste del país y en la parte central del Pacífico sudamericano (DpWorldCallao, 2015) .

Dp World Callao - Muelle Sur forma parte del portafolio de Dp World, líder internacional en operaciones, logística, desarrollo de nuevas terminales portuarias y servicios relacionados al rubro marítimo.

Este terminal privado ha dado inicio a sus operaciones en mayo del 2010 y cuenta con la más alta tecnología de punta para el manejo de operaciones portuarias. Nuestra principal actividad es el embarque y descarga de contenedores de barcos que visitan nuestro terminal, incluyendo también la movilización de carga de transbordo. Esta actividad es realizada de manera eficiente, eficaz y continua durante las 24 horas del día, los 365 días del año.

Dp World Callao es el 3er puerto con mayor movimiento de contenedores de la Costa Oeste de Latinoamérica y el 1ro de la Costa Oeste de América del Sur – COAS, posee oportunidades para constituirse en puerto HUB de esta parte del Continente por su posición geoestratégica central y su importante Hinterland (área para la cual el asentamiento central es el nexa comercial) (DpWorldCallao, 2015) .

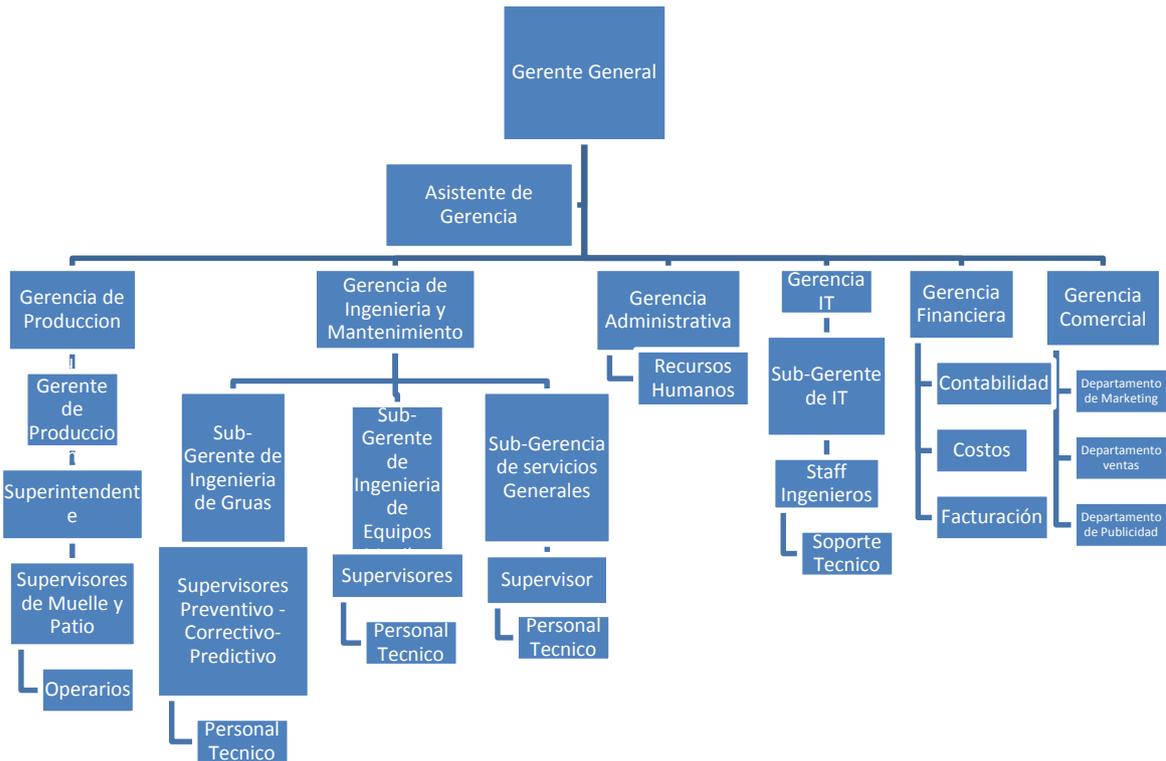
Figura n.º 1.1 Puerto Dp World Callao



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

1.1.1 Organigrama de la empresa Dp World Callao

Figura n.º 1.2 Organigrama general de la empresa Dp World Callao



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Del organigrama se observa que la empresa está constituida por un Gerente General que es la persona de mayor rango en el terminal, luego se observa que todas las demás gerencias comparten el mismo nivel jerárquico, la gerencia de mantenimiento y producción se encuentran al mismo nivel jerárquico. Es decir los niveles de decisiones de producción y mantenimiento son equivalentes. Esto da una clara idea del reposicionamiento del mantenimiento en el organigrama industrial. Mantenimiento e ingeniería comparten la misma gerencia (DpWorldCallao, 2015).

1.1.2 Infraestructura de equipos de la empresa Dp World Callao

Maquinaria

El equipamiento con el que cuenta el terminal portuario es el siguiente:

- 06 grúas pórticos eléctricas (QC) 2010
- 21 grúas de patio diésel (RTG) 2010
- 02 montacargas Kalmar (RS) 2010
- 02 montacargas Kalmar (ECH) 2010

Grúa pórtico de la empresa portuaria DP World Callao (QC)

Dp World Callao cuenta con seis grúas pórticos en un muelle de 600 metros de largo, siendo estas los equipos más importantes de la empresa. A continuación se presentará conceptos básicos para un mejor entendimiento del presente trabajo de investigación (DpWorldCallao, 2015) .

Definición de una grúa pórtico de Dp World Callao

La grúa pórticos o también llamadas porta-contenedores, portainer o grúas puentes, son equipos de grandes dimensiones con una altura total de la grúa de 76 metros y un ancho de 30 metros capaces de movilizar contenedores de 20 pies, 40 pies y levantar cargas de hasta 80 toneladas, situada en zona portuaria y cuya función principal es la carga y descarga de los contenedores de los barcos hacia el muelle y viceversa.

Está montada en el muelle sobre unos rieles y soportada por 16 ruedas de hierro fundido que se desplazan lateralmente, accionada eléctricamente mediante una toma de corriente exterior. En el caso del suministro eléctrico de Dp World Callao es alterna de 10000 voltios. El cable de la grúa viene enrollado y mide 350m, permitiendo el desplazamiento del pórtico de 350m a cada lado. La grúa está equipada con un *spreader* telescópico que es la que realiza la función de carga de los contenedores estándar de 20 y 40 pies, el marco de la grúa pórtico es de construcción soldada, sistema de elevación principal de la carga tiene una protección contra sobrecargas y sobre velocidad (DpWorldCallao, 2015) .

Partes principales de la grúa

Figura n.º 1.3 Partes principales de la grúa pórtico QC.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

La parte frontal de la grúa (lado mar) está equipada con un brazo mecánico llamado *Boom* que tiene dos posiciones, es decir, vertical y horizontal; lo cual le permite que pueda levantarse para dejar espacio libre durante el atraque y desatraque del barco.

En la parte superior se encuentra la viga principal que es la que soporta la cabina del operador la cual se desplaza para realizar los movimientos horizontales de manipulación de carga de los contenedores. La grúa es manipulada por un operador que está sentado en una cabina suspendida del carro, el operador desplaza el carro sobre el barco para levantar la carga que generalmente son contenedores. La carga es enganchada a través de un *spreader* y depositadas en el lado tierra en *trailers* los cuales distribuirán la carga en el muelle (DpWorldCallao, 2015) .

La parte superior posterior se encuentra el cuarto de máquinas y sala eléctrica de los *drives*, en la sala de maquina se encuentra el motor principal de elevación llamado *Hoist* y los reductores

de protección de sobrecargas. En la sala eléctrica se encuentra la parte de control de todo el sistema de la grúa incluyendo los controladores lógicos programables llamados *PLC* y los *Drives* que son los encargados de controlar los motores y movimientos de la grúa. En la parte inferior la grúa se encuentra soportada por 16 ruedas de hierro fundido distribuidas 8 ruedas por lado, las cuales solo pueden desplazarse lateralmente, además de contar con un sistema hidráulico anti terremoto el cual compensa cualquier movimiento telúrico manteniendo estable la grúa (DpWorldCallao, 2015) .

Tabla n.º 1.1 Partes de grúa pórtico

1 - Viga principal.	7 - Postes.
2 - Lado agua viga principal	8 - Vigas testeras
3 - Lado tierra viga principal	9 - Cabina de mando.
4 – Traviesa	10 – Carro
5 - Tirantes.	11 - Mecanismo de traslación de la grúa
6 - Diagonales.	12 - Paquete de rodadura

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

1.2. Realidad Problemática

Se ha presentado la oportunidad del área de ingeniera grúas – mantenimiento en mejorar su cable de acero del sistema izaje Hoist de las grúas Pórticos, motivo que en la actualidad cuenta con un cable de acero de 6x36 galvanizado – compactado que tiene una vida útil de 6 meses de funcionamiento. El área de mantenimiento de la empresa Dp World Callao ha presentado una propuesta de mejora en el cable de acero con apoyo del proveedor que provee los cables, para cumplir y pasar sus objetivos de la empresa con movimientos de un 1'200,000 de contenedores al año.

La empresa Dp World se encuentra ubicada en el puerto del callao dedicado al rubro de movimientos carga y descarga de contenedores 20, 40 y 45 pies, por la demanda de movimientos de contenedores debe mejorar su disponibilidad de equipo. La empresa en la actualidad solo cuenta con 6 grúas pórticos y cada una de ellas tienen el mismo tipo de cable acero en el sistema de izaje Hoist el cual se desea mejorar.

En su totalidad los muelles de Dp World ubicados en varios puntos del mundo presentan observaciones con sus cables de acero del sistema izaje Hoist, no se cuenta en la actualidad con un estándar de cable para las grúas, es variable su tiempo de vida en los puertos por los movimientos y no medible con exactitud hasta la actualidad.

Existen varias empresas como APM que buscan jalar clientes – barcos marítimos para descarga y carga contenedores el cual sería nuestra competencia directa en el puerto de callao, mantener una buena calidad de servicio y disponibilidad nos llevara a nuestro objetivo.

La APN está encargada del desarrollo del Sistema Portuario Nacional, el fomento de la inversión privada en los puertos y la coordinación de los distintos actores públicos o privados que participan en las actividades y servicios portuarios, su objetivo es establecer y consolidar una sólida comunidad marítimo-portuaria que enlace a todos los agentes del desarrollo marítimo-portuario, estatales y privados con un objetivo común: el fortalecimiento de la competitividad de los puertos nacionales para hacer frente al fenómeno de la globalización y a los retos planteados por la necesidad de desarrollar a plenitud su sector exportador. La UNCTAD es un ente que investiga proyectos desarrollados en el ámbito portuario que se lleva a cabo en los países de desarrollo como las mejoras en contenedores, infra estura de puertos en general y otros.

Por ello, la mejora de usar un mejor cable de acero del sistema de izaje Hoist según sus especificaciones técnicas es de reducir costos de insumos y tener una buena disponibilidad de equipo.

Así, ante lo anteriormente expuesto, la pregunta principal que guía esta mejora: ¿De qué manera el usar un cable de acero con otras especificaciones técnicas para las grúas pórticos, puede mejorar la disponibilidad y reducir costos?

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo la mejora en la especificación técnica del cable acero en el sistema de izaje hoist incrementara su disponibilidad en el uso de las grúas pórticos en la empresa Dp World callao 2015?

1.3.1. Problema General

1.3.2. Problema Específico

1.3.2.1. Problema específico 01

¿Cuáles son los factores que afectan en el rendimiento de las grúas pórticos en la empresa Dp World Callao?

1.3.2.2. Problema específico 02

¿Cómo la disminución del tiempo de parada de las grúas pórticos en la empresa Dp World callao aumentara la productividad de movimiento de contenedores?

1.3.2.3. Problema específico 03

¿Cómo a partir de una correcta selección de la especificación técnica del cable de acero se disminuirá el tiempo de parada de las grúas pórticos en la empresa Dp World Callao 2015?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

La presente mejora nos permitirá estudiar la variedad de especificaciones técnicas del cable de acero como: Resistencia materiales; propiedades; construcción y otros. El cual nos permitirá seleccionar con las pruebas de laboratorio el cable de acero de mejor diseño y poder realizar las pruebas que correspondan para evaluar su eficiencia en el tiempo o horas de trabajo en las 6 grúas pórticos. Tomando las muestras por cada cambio de cable de acero del sistema de izaje hoist ayudaran a mejorar la selección final del cable. A la investigación por la mejora del cable de acero ayudara a la partes involucradas (técnicos, supervisión y otros) a adquirir conocimientos, buenas prácticas, métodos de trabajo que fortalecerán su experiencia y será a benéfico para la empresa.

1.4.2. Justificación Práctica

La presente mejora por usar otro tipo de cable de acero más eficiente en las grúas pórticos es que dure mayor tiempo o horas de trabajo que ayudara a aumentar la disponibilidad, logrando generar mayores ingresos y reducir costos a la empresa. A continuación mencionamos algunos beneficios:

- Reducir correctivos por cambio cable de acero del sistema de izaje hoist.
- Reducir horas hombres por el mantenimiento correctivo.
- Reducir costos por insumos, servicios de terceros y otros.

1.4.3. Justificación Cuantitativa

La mejora por cambiar un cable de acero es valorativa para la necesidad útil de la actividad operativa de la empresa. También para el medio ambiente y seguridad en general.

Con el presente trabajo de Suficiencia Profesional desarrollado en la Universidad Privada del Norte demostraremos que una correcta selección del cable de acero puede contribuir a incrementar su disponibilidad en el uso de las grúas pórticos en la empresa Dp World Callao, en la cual pretendemos trabajar con el indicador de desempeño.

1.4.4. Justificación Académica

La innovación es de vital importancia para mejorar como profesional y continuar mejorando en el proceso de la empresa que igualmente servirá de referencia para investigaciones futuras.

Por lo tanto, esta información puede ser materia de análisis para otros estudios universitarios; así mismo, contribuir a otras empresas del mismo rubro y a futuros investigadores de esta materia con la información y estudios recopilados en este informe.

1.5. Objetivo

1.5.1. Objetivo General

Demostrar que a partir de la mejora en las especificaciones técnicas del cable de acero del sistema de izaje hoist mejorara la disponibilidad en las grúas pórticos por mayor vida útil del cable.

1.5.2. Objetivo Específico

1.5.2.1. Objetivo específico 1

Elaborar un mapa de proceso actual para determinar el momento de cambio del cable de acero en las grúas pórticos del sistema de izaje hoist en la empresa Dp World Callao del 2015.

1.5.2.2. Objetivo específico 2

Describir el proceso de recambio del cable de acero hoist de las grúas pórticos en la empresa Dp World Callao 2015.

1.5.2.3. Objetivo específico 3

Mejora en el proceso de selección del tipo de cable acero óptimo para incrementar la disponibilidad en el uso de las grúas pórticos en la empresa Dp World Callao.

1.5.2.4. Objetivo específico 4

Comparar como el cambio de especificaciones técnicas del cable acero aumentara su disponibilidad mejorando la eficiencia en durabilidad y productividad de las grúas pórticos en la empresa Dp World Callao.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cable de acero

2.1.1 Cable de acero en la industria

La historia de los cables de acero, nos lleva al periodo de 1849 a 1889, que fue cuando la mayoría de las formas básicas de cable de acero, que actualmente continúan en uso, se desarrollaron. Previamente, en Alemania, se habían desarrollado cables que se utilizaron en minería y que consistían en tres secciones de alambre del mismo tamaño, de hierro forjado, que se entrelazaban entre ellos a mano, para hacer un filamento. Después, tres o cuatro filamentos más, se entrelazaban entre sí, para formar el cable de acero, muy rudimentario. Estos cables hechos a mano, fueron conocidos como “Cables Albert”, debido al oficial minero en las montañas de las minas de plata de Harz, que promocionaba su uso. Estos cables no eran muy flexibles, pero resultaron superiores a las cadenas que tendían a romperse sin advertencia. Desafortunadamente, el tedioso proceso de fabricarlas, impidió el uso en otras áreas, ya que ninguna tenía un corazón que soportara los filamentos exteriores. Se abandonó su uso en el año 1850 (DpWorldCallao, 2015) .

Mientras tanto, en Londres, otra persona Andrew Smith, experimentaba varias formas de anclar los barcos al muelle utilizando cables de acero. En el crecimiento de la industria del ferrocarril conocido como “ Blackwall”, utilizó la técnica de las cuerdas de cáñamo en este negocio. Al mismo tiempo, otro inglés, Robert Newall, notó la conveniencia de utilizar maquinaria en lugar del torcido a mano de los filamentos de cable, que fue probado con éxito en el negocio del ferrocarril, lo que los llevó a una disputa de patentes en 1845 para estos dos ingleses, mismo que al final condujo a la fusión de ambas compañías, como Smith and Newall y continúan hasta la fecha. Smith, pronto dejó Inglaterra con la fiebre del oro en California. El estilo del cable de Newall, que era fabricado de seis filamentos, cada uno con su respectiva fibra en el núcleo y todos retorcidos helicoidalmente sobre un núcleo central, pronto dominó el mercado Inglés. Sin embargo, la mayor contribución inglesa a la industria, fue la idea de hacer los filamentos en una máquina conocida como trefiladora (DpWorldCallao, 2015) .

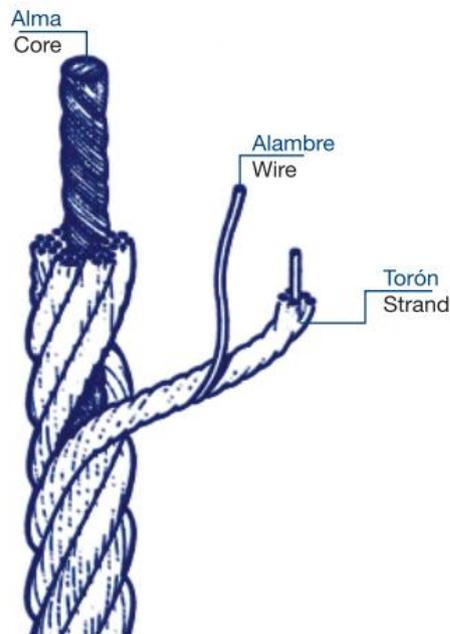
Los ferrocarriles y los cables de alambre, caminaron a la par, ya que se conocieron los experimentos de los ingleses y alemanes, que se difundieron rápidamente en los Estados Unidos. Previamente al advenimiento de la locomotora a vapor, los primeros ferrocarriles lograron subir grandes elevaciones mediante una combinación de grúas con cuerda de cáñamo y descenso por gravedad, que operaban muy similarmente a los modernos sistemas para el transporte de esquiadores. En Pensilvania, un sistema de transportación, conocido como Allegheny Portage RR, aceptaron probar un cable de acero hecho a mano en 1842, como sustituto a los cables de cáñamo, que tendían a pudrirse en poco menos de un año. La prueba fue satisfactoria y la compañía cambió a cables de alambre. Esto atrajo la atención de la compañía Morris Transportation System en New Jersey y a muchas más compañías de transporte de carbón, incluyendo a Delaware & Hudson Co. en New York y Lehigh Co. En Pensilvania. Estos cables de acero, fueron nombrados por el topógrafo John Roebling. Que aunque él retorció los cables a mano, como Albert, adoptó la construcción del cable en seis filamentos más el núcleo, como Smith y Newall; sin embargo, estaba construida totalmente de alambre, utilizando un núcleo o alma, que era idéntico a los seis filamentos exteriores, cada uno compuesto de 19 alambres. Roebling pronto descubrió que este proceso de retorcer 19 alambres juntos, hacía un filamento que tendía a ser hexagonal en lugar de redondo. Por lo que lanzó una serie de experimentos con cables hechos a máquina, buscando una forma de hacer filamentos redondos. Mientras tanto, uno de sus clientes Lehigh Co. Se inspiró y construyó su propia fábrica de cables de alambre en 1848 (DpWorldCallao, 2015) .

¿Qué es un cable de acero?

Un cable de acero es una máquina compuesta por elementos precisos y con movimiento independiente, diseñados y fabricados para trabajar en una función muy definida entre uno y otro. Además, en muchos casos, el cable funciona como fusible de la maquinaria donde trabaja (Miranda, 2005).

2.1.2 Elementos del cable de acero

Figura n.º 2.1 Elementos que conforman un cable de acero.



Fuente: (Miranda, 2005)

4.2.2.1 Alambres

El alambre es el componente básico de un cable de acero. Es fabricado con acero de alto carbono y según el destino final del cable se tienen distintos grados o calidades, que contemplan no sólo la resistencia nominal a la tracción, sino que además, la resistencia a dobleces (paso por poleas), la resistencia a torsiones axiales y, la adherencia, uniformidad y peso del recubrimiento de zinc (galvanizado).

Los alambres para la fabricación de los cables de acero se clasifican según la calidad del acero que lo compone, de acuerdo a la siguiente tabla (Miranda, 2005).

Tabla n.º 2.1 Calidades de los alambres de acero.

Grados o Calidades	Nombre Común	Resistencia Nominal a la Tracción (Kgf/mm ²)
Grado 1	Acero de tracción	120 – 140
Grado 2	Arado suave	140 – 160
Grado 3	Arado	160 – 180
Grado 4	Arado mejorado	180 – 210
Grado 5	Arado extra mejorado	210 – 245
Grado 6	Siemens – Martín	Mínimo 70
Grado 7	Alta resistencia	Mínimo 100
Grado 8	Extra alta resistencia	Mínimo 135

Fuente: (ZPMC, 2010)

4.2.2.2 Torones

El torón se compone de un determinado número de alambres que van enrollados en forma helicoidal en torno a un alma o alambre central. El número de alambres y la disposición de éstos en una o varias capas, se denomina “construcción”. Las principales construcciones de un torón se clasifican en tres series:

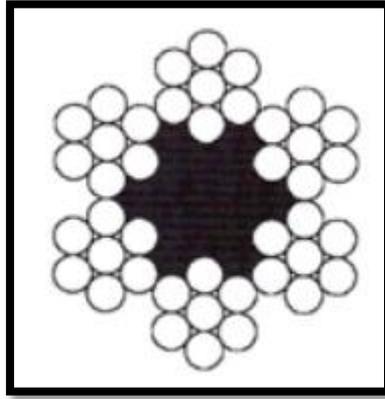
- Serie 7: construcciones que poseen de 3 a 14 alambres.
- Serie 19: construcciones que poseen de 15 a 26 alambres.
- Serie 37: construcciones que poseen de 27 a 49 alambres.

Las series y construcciones más utilizadas en los cables de acero son las siguientes:

- **Serie 6x7:** Son cables conformados por seis torones, con 3 a 14 alambres por cada torón.

Debido a que el número de alambres por torón es reducido, la construcción del cable es con alambres gruesos, por lo tanto, es resistente a la abrasión y poco flexible (Miranda, 2005).

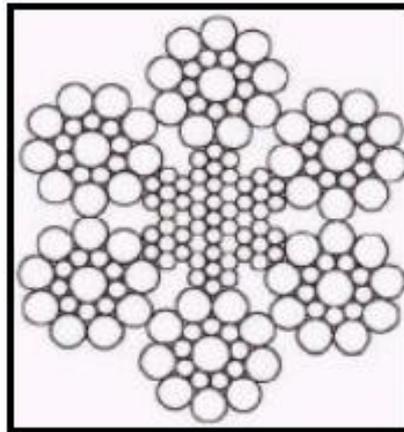
Figura n.º 2.2 Cable de acero del grupo 6x7.



Fuente: (Armijos, 2009)

• **Serie 6x19:** Son cables conformados por seis torones, con 15 a 26 alambres por cada torón y poseen buena resistencia a la abrasión y al aplastamiento, además de suficiente flexibilidad. Como ejemplo, una construcción común es la 6x19 (9/9/1) Seale, en que cada torón posee dos capas, de 9 alambres cada una, enrolladas en torno a un alambre central. Los alambres exteriores son más gruesos, para otorgarle mayor resistencia a la abrasión (Armijos, 2009).

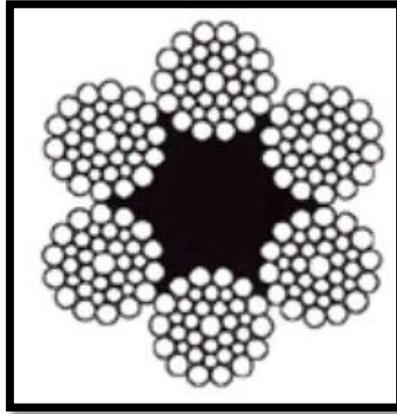
Figura n.º 2.3 Cable 6x19(9/9/1) Seale.



Fuente: (ZPMC, 2010)

• **Serie 6x37:** Los cables que poseen esta construcción son más flexibles que los del grupo 6x19, debido a que tienen un mayor número de alambres, 27 a 49 por torón. Son utilizados de preferencia cuando se requiere mucha flexibilidad, pero no cuando están sometidos a una fuerte abrasión, ya que los alambres son de diámetro pequeño (Armijos, 2009).

Figura n.º 2.4 Cable de acero del grupo 6x37.



Fuente: (Armijos, 2009)

- **Serie 8x19:** Son cables fabricados con ocho torones, lo que los hace más flexibles que los 6x19, pero son menos resistentes al aplastamiento, debido a su mayor alma (Miranda, 2005).

2.2.2.3 Alma

El alma de un cable de acero es el eje o centro donde se enrollan los torones y su función principal es conservar la redondez del cable. El alma debe soportar la presión de los torones y mantener el correcto espaciado entre estos. El alma del cable puede ser de acero, de fibras naturales o sintéticas (Miranda, 2005).

- **Alma de acero (AA):** En este caso el cable posee un torón de acero como alma, cuya construcción generalmente es similar a la de los torones exteriores. Existen además los cables con alma de acero independiente, en este caso se tiene otro cable de acero como alma del cable, otorgándole una mayor resistencia a la tracción y al aplastamiento, en desmedro de la elasticidad.

- **Alma de fibra natural (AF):** Las fibras más utilizadas son “Sisal” y “Manila”, ya que son fibras largas, duras y poseen una aceptable resistencia a la descomposición (en ambientes húmedos y salinos). Los cables con alma de fibra natural son utilizados principalmente en ascensores debido a su capacidad para absorber o amortiguar las cargas de aceleraciones y frenado.

- **Alma de fibra sintética (AF):** La fibra más utilizada es el “Polipropileno” debido a la similitud de sus características físicas con la fibra natural, pero con mayor resistencia a la descomposición. La

única desventaja que posee es que al ser un material muy abrasivo entre sí, pierde consistencia al trabajar con mucha tensión en sistemas de poleas de diámetro reducido (Miranda, 2005).

Figura n.º 2.5 Cable de acero del grupo 6x37.

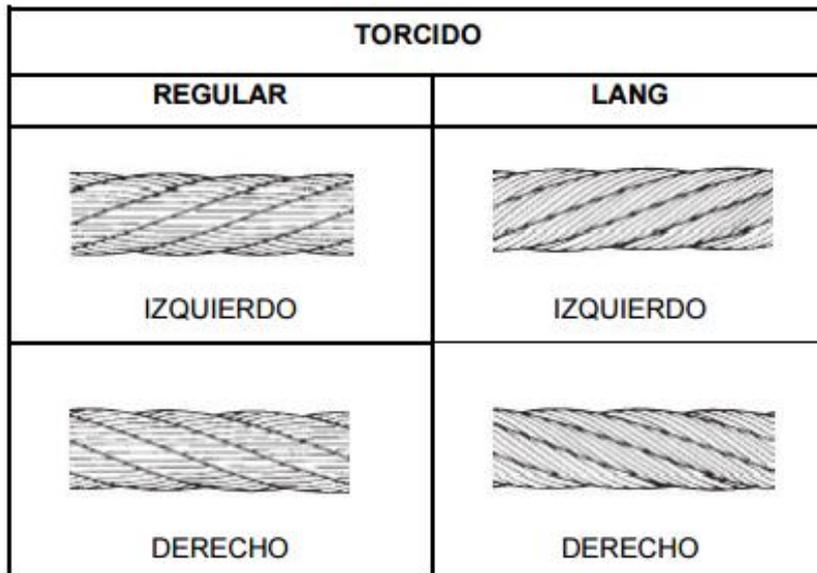
SISAL/MANILA	POLIPROPILENO	ACERO
Ventajas:		
Elástico, absorbe energía	No afectado por agua ácidos o alcalinos	Resistencia al calor y compresiones, bueno en trabajos duros
Desventajas:		
No aguanta calor. Tampoco Agua, ácido, alcalino	No aguanta calor, ni frecuentes ciclos de operación sobre poleas	No es elástico
Áreas de uso:		
Ascensores, cables de Izaje en piques de Minas, Grúas Puente, Huinches generales.	Cables de pesca y uso marino. Cables para Sondeo y limpieza Petrolera.	Cables de perforación petrolera, Grúas de fundición, Palas mecánicas y Cables forestales.

(Miranda, 2005).

2.1.3 Torcido del cable de acero.

Los cables de acero son fabricados principalmente con torcido Regular y/o torcido Lang. En el torcido Regular los alambres del torón están torcidos en dirección opuesta a la dirección de enrollado de los torones en el cable. Los cables con torcido Regular poseen mayor resistencia al aplastamiento, son más fáciles de manejar y presentan menor tendencia a destorcerse al aplicarles cargas. Los alambres del torón en el torcido Lang están torcidos en la misma dirección de los torones en el cable. Los cables con torcido Lang son algo más flexibles y resistentes a la abrasión (mayor superficie de contacto de los alambres exteriores con las poleas), pero tienden a destorcerse, por lo que se aconseja utilizar estos cables, sólo cuando ambos extremos de éste se encuentren fijos. Los cables de acero, tanto en el torcido Regular como en el torcido Lang, pueden ser fabricados con torcido derechos o izquierdos. Generalmente, es indiferente utilizar torcido derecho o izquierdo, pero los cables con torcido derecho son conocidos como de fabricación normal y son los más empleados (Miranda, 2005).

Figura n.º 2.6 Torcido del cable de acero



Fuente: (Miranda, 2005)

2.1.4 Preformado del cable de acero.

El preformado es un proceso de fabricación que ha introducido un progreso en la construcción de los cables de acero. El preformado significa que tanto los alambres individuales como los torones poseen la forma helicoidal exacta antes de ser montados en el cable.

En los cables no preformados los torones son mantenidos a la fuerza en su posición, y por lo tanto, se presentan grandes esfuerzos internos. El preformado otorga a los alambres y torones un estado de reposo, de esta manera no podrán reaccionar, es decir, se eliminan las tensiones internas, dado que la forma definitiva fue dada en el proceso de fabricación.

La preformación tiene entre sus ventajas, que se obtienen cables con mayor flexibilidad (se eliminan las tensiones radiales entre alambres y torones), mayor facilidad de manejo, distribución uniforme de las cargas entre los alambres y torones, y además, suprime la tendencia a destorcerse de los cables con torcido Lang.

La eliminación de los esfuerzos internos al emplear el preformado, otorga al cable de acero una mayor vida útil. Es por esto, que algunos fabricantes y en especial, la empresa consultada Prodinsa S.A., tienen como norma, fabricar cables en estado preformado (Miranda, 2005).

2.1.5 Nomenclatura comercial de los cables de acero

Para establecer una nomenclatura o lenguaje común entre los fabricantes y el cliente, es necesario especificar las abreviaciones más utilizadas en la producción de los cables de acero, para así comprender los catálogos que éstas proveen. Las abreviaciones más utilizadas que se mencionan a continuación son las registradas en los catálogos de Prodinsa S.A. (2004):

- AF : Cable con alma de fibra.
- AA : Cable con alma de acero.
- RD : Cable con torcido Regular derecho.
- RI : Cable con torcido Regular izquierdo.
- LD : Cable con torcido Lang derecho.
- LI : Cable con torcido Lang izquierdo.

Con respecto, a la designación estrictamente comercial, Prodinsa S.A., designa la mayoría de sus cables de acero con nombres de animales. Así entonces, se fabrican cables de acero negro llamados Cobra, Boa, Jirafa, Jabalí, Topo, entre otros y cables galvanizados llamados Tonina, Tiburón, Ballena, Delfín, Galgo, Salmón, etc.

A modo de ejemplo, para explicar la especificación de un cierto cable comercial por parte de Prodinsa S.A., si se tiene un cable Jirafa AF 6x7(6/1) LI, esto quiere decir que:

- Es un cable de acero negro (sin galvanizar), cuyo nombre común es Jirafa.
- Es un cable de acero con alma de fibra (AF).
- Es un cable construido con 6 torones de 7 alambres cada uno (6x7).
- Los torones están contruidos con 6 alambres enrollados alrededor de un alambre central (6/1).
- Es un cable con torcido Lang izquierdo (LI).
- Otras propiedades del cable (que no viene al caso mencionar) se deben buscar en los respectivos catálogos ofrecidos por la empresa proveedora (Miranda, 2005).

2.1.6 Factores en la selección del cable de acero

Para seleccionar el cable más adecuado para los requerimientos en su destino final, deben contemplarse y equilibrarse los siguientes **6 factores principales**:

2.1.6.1 Cargas de trabajo

Se debe determinar la máxima carga que el cable deberá soportar, en base a la llamada carga segura de trabajo. A menudo, se define el trabajo de un cable por el esfuerzo estático que sufre a la tracción. Sin embargo, el esfuerzo estático se puede ver aumentado por los esfuerzos dinámicos que se desarrollan al detenerse o al acelerar el cable, cargas de impacto, altas velocidades, fricción al pasar por poleas, etc.

2.1.6.2 Fatiga de flexión

La fatiga de flexión se produce al doblar varias veces un trozo de alambre. Este fenómeno es similar a lo que ocurre cuando un cable pasa por poleas, es decir, doblándose alrededor de ellas. La fatiga disminuye si, al menos, se cuenta con una polea con el diámetro mínimo recomendado, dado en función de las veces del diámetro del cable que pasa por ella, establecido en la tabla n.º 2-2 para las construcciones más conocidas. Mientras menor es el diámetro de las poleas, mayor es el efecto de la fatiga de flexión (Miranda, 2005).

Tabla n.º 2.2 Calidades de los alambres de acero.

Construcción	Diámetro Mínimo Polea (<i>n</i> veces el diámetro del cable)
6x19 Filler	26
6x26	30
6x19 Seale	34
6x37	23
6x7	42
8x19 Seale	26
8x19 Filler	20
6x43 Filler Seale	23
8x37 Filler Seale	19

Fuente: (ZPMC, 2010)

Para efectos de seleccionar un cable de acero que posea una adecuada resistencia a esta fatiga de flexión, puede considerarse el número de alambres que lo componen. Así entonces, tal como lo indica la Fig. 2-6, para una mayor cantidad de alambres se tienen cables con mejor resistencia a la fatiga de flexión y, lo inverso sucede para un menor número de alambres.

Figura n.º 2.7 Influencia de cantidad de alambres en la resistencia a la fatiga de flexión.



Fuente: (Miranda, 2005)

2.1.6.3 Resistencia a la abrasión

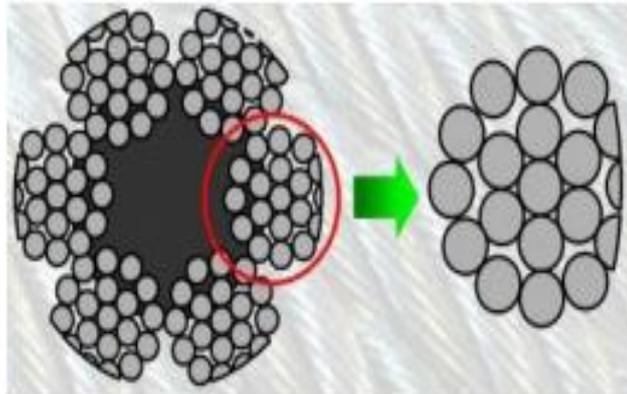
La abrasión es uno de los agentes más perjudiciales para los cables de acero y se produce al rozar el cable con otro material, provocando un desgaste de los alambres exteriores. Como regla general se tiene que, a menor número de alambres exteriores (alambres que conforman cada torón) y mayor diámetro de éstos, mayor es la resistencia a los efectos de la abrasión (Miranda, 2005).

Figura n.º 2.8 Influencia de cantidad y diámetro de los alambres en la resistencia a la abrasión.



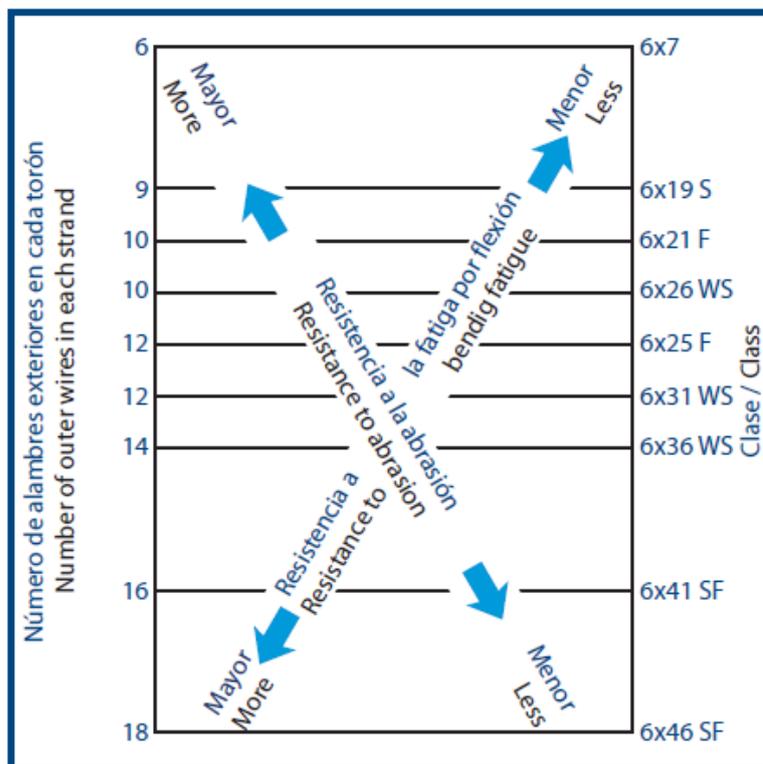
Fuente: (Miranda, 2005)

Figura n.º 2.9 Esquema de un cable desgastado debido a la abrasión.



Fuente: (Armijos, 2009)

Figura n.º 2.10 Relación entre la resistencia a la abrasión y la resistencia a la fatiga.



Fuente: (Armijos, 2009)

Figura n.º 2.11 Relación entre la resistencia a la abrasión y la resistencia a la fatiga.



Fuente: (Armijos, 2009)

2.1.6.4 Resistencia al aplastamiento

El aplastamiento de un cable de acero ocurre principalmente cuando está sujeto a cargas excesivas y, es frecuente también, cuando es enrollado en varias capas en carretes o tambores, provocando el contacto entre sí mismo. Por lo tanto, cuando se presenten estas condiciones, debe elegirse aquel cable que posea la construcción óptima para evitar el aplastamiento. Los cables que ofrecen buena resistencia al aplastamiento son cables con alma de acero y torcido regular (Armijos, 2009).

2.1.6.5 Resistencia de Reserva

La resistencia de reserva de un cable equivale a la resistencia combinada de todos los alambres, excepto aquellos de las capas exteriores de los torones.

A mayores números de alambres, mayor es la resistencia de reserva, ya que al disminuir el diámetro de los alambres exteriores, mayor sección metálica estará concentrada en las capas internas del torón.

La tabla siguiente indica el porcentaje de resistencia de reserva en cables de 6 u 8 torones, relativas a la cantidad de alambres exteriores en cada torón.

Tabla n.º 2.3 Porcentaje de resistencia de reserva en cables de 6 u 8 torones.

Cantidad de alambres exteriores	Resistencia de Reserva [%]
6	18
8	27
9	32
10	36
12	43
14	49
16	54
18	58

Fuente: (Armijos, 2009)

2.1.6.6 Corrosión

La corrosión ataca a los cables de acero principalmente cuando están expuestos a ambientes húmedos y con alta salinidad, disminuyendo la sección del cable. Para contrarrestar los efectos nocivos sobre las propiedades del cable, se recomienda el recubrimiento de zinc o galvanizado en ambientes donde la corrosión es muy activa. Sin embargo, se recomienda recurrir a engrasados periódicos cuando la corrosión no es tan fuerte, ya que el galvanizado va en desmedro de la resistencia y elasticidad del cable (Miranda, 2005).

2.1.7 Factor de seguridad

El factor de seguridad de un cable de acero está dado por la relación entre la resistencia mínima a la ruptura garantizada y la carga de trabajo, a la cual está sujeta. Es importante saber cuál es el factor de seguridad, sobre todo donde se ve involucrada la integridad física de personas, en estos casos es necesario aumentar este factor. La tabla n.º 2-4, muestra el factor de seguridad recomendados para cables usados en distintas aplicaciones (Miranda, 2005).

La ecuación para factor de seguridad del cable es:

$$n = \frac{T_R}{T_{m\acute{a}x.}}$$

Donde:

T_R : Carga de rotura mínima del cable seleccionado, en Kg.

$T_{m\acute{a}x.}$: Carga máxima que soporta el cable, en Kg.

No es posible detallar el factor de seguridad para todas las aplicaciones, porque también hay que considerar el ambiente y circunstancias en el área de trabajo, pero en la siguiente tabla se presenta una guía general para la selección del correspondiente factor.

Tabla n.º 2.4 Factor de seguridad recomendados para cables usados en distintas aplicaciones.

APLICACIÓN	FACTOR
Tirantes de cable o torones (trabajo estático)	3 a 4
Cables principales para puentes colgantes	3 a 3,5
Cables de suspensión (péndulo para puentes colgantes)	3,5 a 4
Cables carril para teleféricos y andariveles	3 a 4
Cables de tracción para teleféricos y andariveles	4 a 6
Cables de arrastre para sky	5 a 5,5
Cada cable de operación de una grúa almeja	4 a 5
Palas mecánicas – excavadoras	5
Cable de arrastre en minas	4 a 5
Cables de izaje en minas (vertical e inclinado)	7 a 8
Grúas tecles y polipastos industriales	6 (mínimo)
Grúas - tipo puente, portal, pluma, derrick, etc.	6 (mínimo)
Ascensores - elevadores - para personal	12 a 15
Ascensores - elevadores - para material y equipos	7 a 10
Grúas con crisoles calientes de fundición	8 (mínimo)
Cables no rotatorios, antigiratorios, etc.	10 (mínimo)

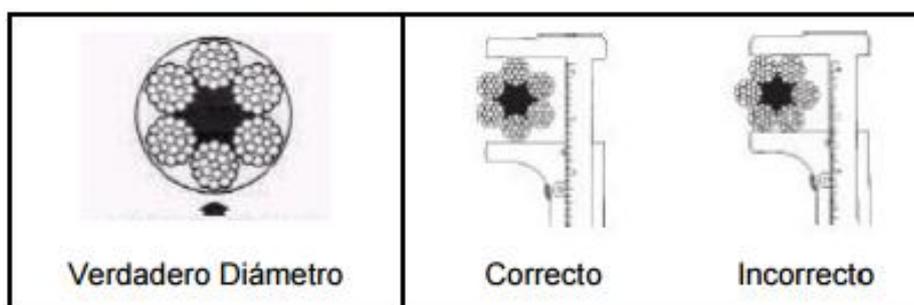
Fuente: (ZPMC, 2010)

2.1.8 Especificaciones de un cable de acero

2.1.8.1 Diámetro

El diámetro correcto del cable está dado por el círculo tangente a los torones exteriores (Fig. n.º 2-8). Se mide sobre el resalte máximo de los torones, o sea, utilizando un calibrador entre los torones opuestos, tal como lo indica la Fig. n.º 2-8. **Se especifica en mm o en pulgadas** (ZPMC, 2010).

Figura n.º 2.12 Forma correcta de medir el diámetro del cable



Fuente: (ZPMC, 2010)

2.1.8.2 Peso lineal

El peso lineal aproximado se obtiene de los catálogos proporcionados por las empresas proveedoras, según el diámetro del cable y la serie o construcción a la que pertenezca. **Se especifica en Kgf / m.**

2.1.8.3 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad varía con las diversas construcciones de cables, pero generalmente es directamente proporcional con el área de la sección de acero. En el Cuadro IV.5, están tabulados los módulos elásticos para las construcciones de cables más utilizadas. Se especifica en Kgf / mm².

Tabla n.º 2.5 Módulos de elasticidad para construcciones más utilizadas.

Construcción	Tipo Acero	Alma	Módulo de Elasticidad (Kgf/mm ²)
6x7	Negro	Fibra	6300
6x7	Negro	Acero	7000
6x19	Negro	Fibra	5000
6x19	Negro	Acero	6000
6x37	Negro	Fibra	4700
6x37	Negro	Acero	5600
1x7 (6/1)	Galvanizado	-	11000
1x19 (12/6/1)	Galvanizado	-	10000
1x37 (18/12/6/1)	Galvanizado	-	9500

Fuente: (ZPMC, 2010)

2.1.8.4 Resistencia mínima de ruptura

Esta resistencia es determinada experimentalmente por los fabricantes, mediante ensayos de tracción sobre un trozo de cable entero (resistencia práctica o real) o dada por la suma del total de cargas de ruptura experimentales de los alambres constitutivos (resistencia teórica). La resistencia mínima de ruptura es entregada por los fabricantes y tiene calidad de “garantizada”. **Se especifica en Kgf** (ZPMC, 2010).

2.1.8.5 Cable de acero según la norma ISO 4309

Esta Norma Internacional establece principios generales para el cuidado y mantenimiento, y la inspección y descarte de cables de acero utilizados en grúas y montacargas.

La presente Norma es aplicable a los cables utilizados en los siguientes tipos de grúas, la mayoría de las cuales están definidas en el ISO 4309-1 (ZPMC, 2010).

Tabla n.º 2.6 Norma por descarte de cable acero para grúa pórtico según ISO 4309.

Rope category Number RCN ²	Number of load –bearing wires in all outer strands of the rope ³ (n)	Number of visible broken wires ⁴			
		Mechanism group of M1~M4 in rope over a length of ⁵		Mechanism group of M5~M6 in rope over a length of	
		6d	30d	6d	30d
01	$n \leq 50$	2	4	4	8
02	$51 \leq n \leq 75$	3	6	6	12
03	$76 \leq n \leq 100$	4	8	8	8
04	$101 \leq n \leq 120$	5	10	10	20
05	$121 \leq n \leq 140$	6	11	11	22
06	$141 \leq n \leq 160$	6	13	13	26
07	$161 \leq n \leq 180$	7	14	14	28
08	$181 \leq n \leq 200$	8	16	16	32
09	$201 \leq n \leq 220$	9	18	18	36
10	$221 \leq n \leq 240$	10	19	19	38
11	$241 \leq n \leq 260$	10	21	21	42
12	$261 \leq n \leq 280$	11	22	22	44
13	$281 \leq n \leq 300$	12	24	24	48
21	4-strand ropes, $n \leq 100$	2	4	4	8
22	3 or 4- strand ropes, $n \geq 100$	2	4	4	8
23	At least 10 outer strands	2	4	4	8

1: Above values may also apply to ropes working in sheaves that are exclusively made of a polymer in combination with multi-layer coiling. They do NOT apply to ropes working in sheaves that are exclusively made of a polymer material in combination with single-layer coiling

2. See ISO 4309:2004(E) Annex E for detail rope category number RCN. Where:

09-Including rope of 6X36WS-IWRC(line contract) / 6xK36WS-IWRC(compacteds strands) usually used for main hoist, trolley and boom hoist.

21~23-Rotation-resistant

3: Filler wires are not regarded as load-bearing wires and are not included in the value of n. In ropes having a number of layers of strands, only the visible outer layer is considered in the value of n. In ropes having a steel core, this is regarded as an internal strand and is not considered in the value of n.

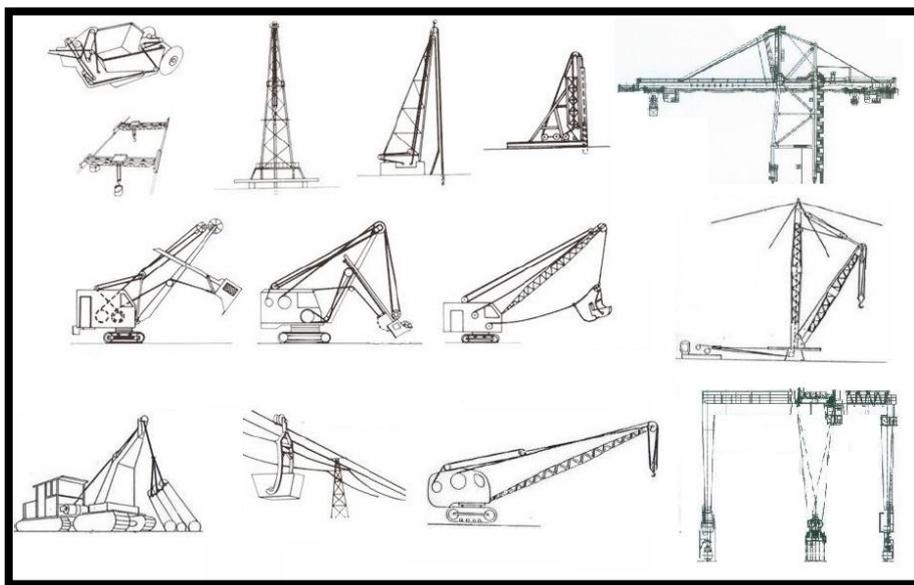
4: A broken wire will have two ends.

5: d=nominal diameter of rope.

Fuente: (ZPMC, 2010)

- A) Grúas de cable y por cable.
- B) Grúas voladizas (pilar, pared o andando).
- C) Grúas de cubierta.
- D) Grúas de torre de perforación.
- E) Grúas de derrick con refuerzo rígido.
- F) Grúas flotantes.
- G) Grúas móviles.
- H) Grúas elevadoras.
- I) Grúas de puente de portal o semi-portal.
- J) Grúas de portal o semi-portal.
- K) Grúas ferroviarias.
- L) Grúas de torre.
- M) Grúas marinas, es decir, grúas montadas sobre una estructura fija soportada por el lecho marino o sobre una unidad flotante soportada por fuerzas de flotación.

Figura n.º 2.13 Forma correcta de medir el diámetro del cable.



Fuente: (Miranda, 2005).

Esta Norma Internacional se aplica a los cables de las grúas utilizadas para las funciones de gancho, agarre, imán, cuchara, excavadora o apiladora, ya sean operadas manualmente, eléctricamente o hidráulicamente, también se aplica al cable utilizado en los polipastos y los bloques de elevación. Dado que el uso exclusivo de poleas sintéticas o revestimientos metálicos que incorporan revestimientos sintéticos no se recomienda cuando se enrolla una sola capa en el

tambor, debido a la inevitabilidad de roturas de alambres que ocurren internamente en gran número antes de que haya evidencia visible de cualquier rupturas de alambre o signos de desgaste sustancial en la periferia del cable (Miranda, 2005).

2.2. Grúa Pórtico

2.2.1 Concepto

Las grúas pórtico montadas sobre raíl (RMG DEL INGLÉS RAIL MOUNTED GANTRY) de KONECRANES son el resultado de décadas de experiencia en el diseño de grúas y de funcionamiento en el campo. Incorporan las innovaciones más recientes y tecnologías probadas en millones de horas de trabajo in situ para ofrecer un alto rendimiento, fiabilidad, maniobras fáciles y precisas, bajos costos operativos y bajo consumo de energía. Podemos diseñar las RMG a medida para sus operaciones específicas. Las entregamos en diferentes tamaños y configuraciones incluyendo alcance cero y alcance desde los dos lados, con carros giratorios y no giratorios que están diseñados para elevar todo tipo de contenedores y tráileres (news, 2015).

Figura n.º 2.14 Grúa pórtico



Fuente: (news, 2015)

2.2.2 Tipos de grúa pórtico

Los tipos de grúas cubren una gama completa de productos, suministrando soluciones específicas para todo tipo de manipulación de cargas. La tecnología punta y los más altos niveles de calidad garantizan el máximo rendimiento y disponibilidad de los equipos.

Para las aplicaciones del sector marítimo utilizar los tipos de grúa mencionados debajo para una mejor eficiencia de trabajo (LIEBHERR, 2015).

En el mercado global tenemos las siguientes tipos:

- Gruas móviles Portuarias
- Gruas Portico para la carga de contenedores
- Gruas fijas manipulacion de carga.
- Gruas apiladora de contenedores sobre neumatico.
- Gruas de astilleros.

Figura n.º 2.15 Tipos de grúas.



Fuente: (LIEBHERR, 2015)

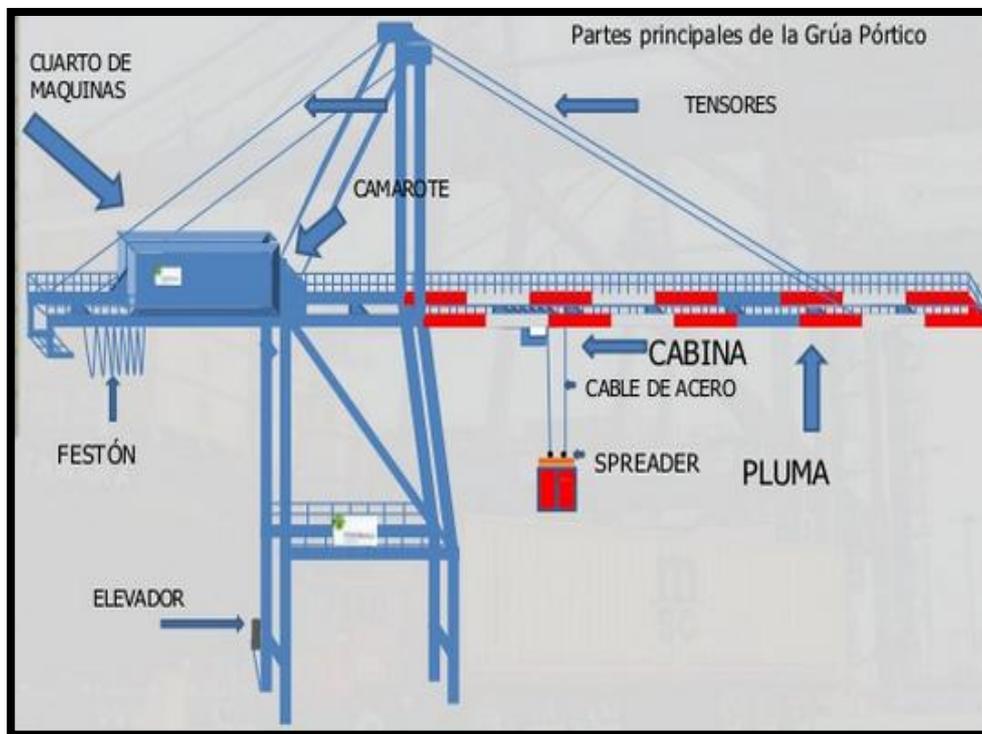
2.2.3 Características de grúa pórticos

La grúa pórtico es un tipo especial de grúa que eleva la carga mediante un montacargas instalado sobre una viga, que a su vez es rígidamente sostenida mediante dos o más patas. Estas patas generalmente pueden desplazarse sobre unos rieles horizontales al nivel del suelo. En algunas fábricas y naves se utiliza la llamada Puente-grúa que tiene el mismo funcionamiento que la grúa pórtico con la diferencia de que la viga descansa directamente sobre los rieles. Tanto una como otra tienen un sistema de montacargas similar que puede recorrer la viga completamente, y un pórtico apoyado sobre rieles que recorre todo el largo del área de trabajo (Paz, 2013).

Las grúas pórtico se utilizan particularmente para elevar cargas muy pesadas en la industria pesada, como la naval. Permiten el transporte y la colocación de secciones completas de un barco moderno. El actual récord de carga más pesada sostenida por una grúa lo mantiene una grúa pórtico en Taisun, China que pudo levantar un peso de 20.000 Ton.

A pesar de esto también existen grúas pórtico pequeñas en algunos talleres que funcionan mediante ruedas neumáticas, siendo innecesarios los raíles. Se usan para elevar mecanismos de automóviles o piezas de máquinas (Gruasa, 2010).

Figura n.º 2.16 Características de la grúa pórtico.



Fuente: (Paz, 2013)

2.2.4 Ventajas y desventajas de la grúa pórtico

Las grúas del tipo pórtico como se dijo anteriormente son aquellas grúas que están montadas sobre pilares de variadas secciones y perfiles que se mueven por raíles anclados al suelo. Las mismas presentan ventajas y desventajas en su diseño (Gruasa, 2010)

Figura n.º 2.17 Ventajas y desventajas de la grúa pórtico.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>No depende de tensores ni contrapeso para mantener su estabilidad, ya que la viga transversal junto a su carga, descansa sobre una columna tipo A, que da una mayor estabilidad y rigidez al sistema.</p>	<p>No presenta desplazamiento de forma radial, por lo que la grúa pórtico fue diseñado para quedarse en estado estático, con la opción de que solo se mueve el TROLLEY y la cadena del tecele eléctrico, que se acopla a la rueda dentada especial.</p>
<p>Se puede desplazar largas distancias en el plano horizontal con mucha facilidad, porque la viga transversal, soporta todo el peso de la carga, y se necesita motor reductor robusto, para el funcionamiento continuo.</p>	<p>No puede tener mucha altura por que pierden estabilidad, es decir si se diseña una grúa portica de mayor altura de lo normal, es más difícil de operar, y obviamente es más complicado su mantenimiento.</p>
<p>Son de fácil construcción y mantenimiento, algunas son desarmables por partes, pero la mayoría presentan restricciones, con el piso que esta fijo con una placa base.</p>	<p>Pueden producirse en efectos de pandeo en las columnas, las columnas deben ser verificadas, antes del montaje de la grúa pórtico.</p>
<p>Son capaces de soportar hasta grandes cantidades de carga según configuración.</p>	

Fuente: (Paz, 2013)

2.3. Contenedor

2.3.1. Concepto

El trabajo determina por primera vez la utilización de un contenedor para transporte de un producto. Se demuestra que en un buque petrolero si podía realizar otro tipo de transporte que solo el petróleo, en la cubierta se pudo trasladar 58 llenos. El empresario Malcolm P. Mc. Lean cargó en un petrolero tipo TH 2 con la cubierta reforzada, bautizado “Ideal X”, 58 contenedores llenos, el cual zarpó del puerto de Newark (Nueva Jersey) con destino a HOUSTON.

Sobre la primera vez que se embarcó 26/04/ 56 un contenedor es diferente a la información de campo que detalla que los primeros contenedores en ser embarcados fueron el año 1965 (Palomino, 2009)

2.3.2. Tipos de contenedores

En el mercado, hay contenedores de transporte con varias dimensiones. La externa mayoría tienen componentes con longitudes de 6,0, 9,0 y 12,0 m y alturas con 2,4, 2,75, y 2,7 m. La anchura es de 2,4 m lo general. Para la vivienda edificios de los contenedores más utilizados tienen 6.0 y 12,0 m de largo y 2,7 m de altura, ya que proporciona la mayor altura del techo. Tales recipientes se llaman HC (High Cube), con los nombres comerciales de la 20'HC (6,0 m o 20 pies de largo) y 40'HC (12,0 m 40 pies de largo) (Department of Civil Engineering and Architecture, University of Beira Interior, 6201-001,, 2011).

Figura n.º 2.18 Tipos de contenedores.



Fuente: (Andrade, DISEÑO DE UNA PLATAFORMA CAMA, 2007)

2.3.3. Características de contenedores

El trabajo nos permite determinar las características de cada uno de contenedores que se cuenta en la actualidad (Department of Civil Engineering and Architecture, University of Beira Interior, 6201-001,, 2011).

Tabla n.º 2.7 Características de contenedor

Modelo	Longitud(m) Interna /externa	Ancho(m) Interna/ externa
20 HC	5.9/6	2.34/2.4
40HC	12/12.2	2.34/2.4
Alto(m) Interna/externa	Peso (KG)	Total(Kg)
2.71/2.89	2300	28000
2.71/2.89	2300	36000
Surf. (Kg/m ²)	Volumen (m ³)	
867.63	37.41	
1229.51	76.1	

Fuente: (Department of Civil Engineering and Architecture, University of Beira Interior, 6201-001,, 2011)

2.3.4 Ventajas y desventajas de contenedores

Figura n.º 2.19 Ventajas y desventajas de contenedores

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Es posible el transporte puerta a puerta	Se precisa una gran inversión inicial de capital para este tipo de transporte; en contenedores, barcos, instalaciones terminales y equipamiento.
Se reduce el papeleo, así como los costes de almacenaje e inventario.	
No son precisas las manipulaciones intermedias, lo que traduce en : *Menos deterioro *Menor riesgo de robos *Menos gastos de embalaje	Algunas mercancías no son aptas o no resultan económicas para el transporte por contenedor.
Mayor productividad laboral. *Se requiere menos mano de obra, lo que reduce considerablemente los costes. *La uniformidad de las tareas reduce al mínimo la necesidad de la formación técnica	Se requiere una utilización a gran escala. Los contenedores no siempre están llenos cuando se les envía al punto de destino, y en este caso se reduce su rentabilidad.
La constante uniformidad de la carga hace que puedan utilizarse inversiones de capital a largo plazo.	No siempre es adecuada la manipulación de la carga en el lugar receptor.
Una amplia gama de mercancías puede ser transportada por contenedor.	

Fuente: (triooperadores, 2012)

Definitivamente las ventajas superan a las desventajas sobre los contenedores, ya que la mejora continua es atacar dichas inconvenientes para que estos se han mínimos, además estandarización facilita la descarga y carga de contenedores. Por ende reducirás los tiempos, tendrás mejor servicio a tus clientes y aprovecharas la disponibilidad de las grúas (triooperadores, 2012).

2.3.5 Materiales en la construcción de contenedores

Los tipos de material a utilizar en el contenedor de acuerdo a la necesidad de la carga. La redacción de acero Corten es la mayor parte de los componentes de los contenedores. Sólo el perfil DCP está hecho con acero SM50YA. Los valores característicos del rendimiento a tensión (fyk) son 343 MPa (Corten A) y 363 MPa (SM50YA).

Las estructuras de los contenedores están diseñadas a cargas 20,36 toneladas. También es un limitante que las grúas pueden cargar hasta 60 toneladas como máximo a un contenedor de 40 pies. Se busca que el material de los contenedores presente el menor peso y aprovechar al máximo el volumen, así mismo asegurar que dicho contenedor va estar expuestos a diferentes fuerzas, pesos, leyes naturales como la gravedad. Por eso es importante en la elección del acero, ya que debe tener una fluencia alta (Department of Civil Engineering and Architecture, University of Beira Interior, 6201-001,, 2011).

2.3.6 Materiales de madera o fibra, acero y aluminio

Demostrar tipo de material de construcción para contenedor para mantener adecuado la carga.

Figura n.º 2.20 Material para contenedor de Reefers.

CONTENEDORES REEFERS	
MARCA:	CARRIER / THERMOKING / DAIKIN
REFRIGERANT:	R134A
POWER REQUIREMENTS:	460 V, 50/60 HZ, 3 PHASE POWER
MODELO:	69NT40-511
TAMAÑO:	40' HIGH CUBE REEFER
RANGO DE T°:	-28°C A +20°C
ESPESOR DE PANELES:	100MM. DE POLIURETANO INYECTADO
CARACTERÍSTICAS INTERNAS	
PANELES LATERALES Y PUERTA EN ACERO INOXIDABLE.	
TECHO:	ALUMINIO TRATADO.
PISO:	ALUMINIO TRATADO Y RIELES EN T
POSTERIOR:	ALUMINIO TRATADO.

Fuente: (Palomino, 2009)

Actualidad se busca utilizar el material necesario para la construcción de algún dispositivo, como es un contenedor los recursos tienen que ser los justos para que los precios no sean elevados pueda abaratar los costos de transferencias de mercancías (Palomino, 2009).

2.3.7 Materiales para usos secos, refrigerados, secos ventilados y abiertos

Nos explica el material según necesidad del producto a llevar (Palomino, 2009).

- **Contenedores Comunes o Dryvan**

20 Pies Standard 20' x 8' x 8'6".- Disponible para cualquier carga seca normal. Ejemplos: bolsas, pallets, cajas, tambores, etc.

- **Contenedores refrigerados Integrales o Reefer**

Con equipo propio de generación de frío. Diseñados para el transporte de carga que requiere temperaturas constantes sobre bajo cero. Ejemplo: carne, pescado, frutas, etc.

- **Contenedores Insulados Phortole o Conair**

Sin equipo generador de frío. Preparados para el transporte de carga que requiere temperaturas constantes. Ejemplo: manzanas, frutas, etc.

Como son contenedores estándar es mucho más fácil almacenarlos y aprovechar al máximo los espacios tanto en los almacenes como en las instalaciones de los buques y así disminuir los costos de transferencia de mercancía (Palomino, 2009).

2.3.8 Estándares o normas

La siguiente lista incluye normas ISO importantes para contenedores de carga y son:

- ISO 1496-1: 1990? Serie 1? El transporte de contenedores. Especificaciones y pruebas? Parte 1:
- ISO 668: 1995? Serie 1? Contenedores para aplicaciones marinas en uso, transporte de contenedores.
- ISO 3874: 1997? Serie 1? Clasificaciones, dimensiones y cálculos; transporte de contenedores.
- El transporte de contenedores.
- ISO 830; 1999? Manipulación y seguridad; contenedores de carga.

Los depósitos como son los contenedores se manejan un estándar a nivel global DPWC respeta dicho estándares ISO para adecuarse a la vanguardia de otros puertos del mundo, está obligado a recibir contenedores en buen estado y con su revisión al día, no ser parte de los entes que no cumplen con dichas normas (Department of Civil Engineering and Architecture, University of Beira Interior, 6201-001,, 2011).

2.3.9 Contenedores tipos de carga y medios de transporte

La siguiente tabla nos permite apreciar los tipos de carga movilizadas y movimientos en un año (Palomino, 2009).

Figura n.º 2.21 Oferta y demanda Portuaria.

TRÁFICO PORTUARIO	VALOR
Tráfico total (Millones de toneladas, Mt)	482,92
Gráneles líquidos (Mt)	150,36
Gránales Sólidos (Mt)	116,89
Mercancía general (Mt)	200,642
Otras mercancías (Mt)	15,03
Número de contenedores (miles de TEUS)	13,319
Número de buques (miles)	131
Pasajeros (miles)	26,392

Fuente: (Palomino, 2009)

El comercio masivo se da por vía marítima los puertos tiene que estar preparados para recibir varios tipos de embarcaciones. Tanto infraestructura como en logística.

Sistema de transporte que vayamos a utilizar variará. Dependerá si el producto necesita un tipo de transporte en concreto, el coste del transporte, la localización, el tiempo de envío, etc. Todos estos factores nos ayudarán a elegir el tipo de transporte más adecuado. (triooperadores, 2012)

Podemos diferenciar entre 5 medios de transporte distintos:

- Ferrocarril; carretera; aéreo; Marítimos y por conductores.

2.4. Muelle

2.4.1 Concepto

Los muelles pueden ser de construcción sólida o sobre pilones. Adecuado para zonas en las que el lecho marino es rocoso o arenoso. Un muelle construido sobre pilones es más adecuado en zonas en las que el lecho marino es muy blando, como en orillas de ríos o en zonas de manglares. En presencia de grandes variaciones debidas a mareas, la solución normal consiste en tener un desembarcadero flotante. Un desembarcadero flotante es adecuado también para lagos, en los que la diferencia de altura entre pleamar y bajamar puede ser de unos pocos metros de un año a otro. Antes de poner en marcha un proyecto, se debería realizar un cuidadoso estudio del tipo de maquinaria disponible, ya que esto influirá en el coste final de la obra (peruana, 2014).

Figura n. ° 2.22 Muelle Dp World Callao.



Fuente: (peruana, 2014)

2.4.2 Tipos de muelle

Actualmente se considera, además de los "puertos naturales", como los que se han instalado en las bahías u otras zonas costeras cerradas, el llamado "puerto artificial", concepto que implica la existencia de complejas instalaciones especializadas cuyo diseño y estructura ha ido cambiando de acuerdo con las necesidades que el desarrollo de la humanidad ha ido planteando, hasta llegar a instalaciones de inmenso valor y complejidad. Esta transformación de los puertos ha sido paralela a la de los medios de transporte terrestre y marítimo que confluyen en el puerto, buscándose la mayor rapidez y eficacia en los servicios y rentabilidad en las inversiones (Verope, 2015).

Figura n.º 2.23 Muelle de carga suelta.



Fuente: (Verope, 2015)

Figura n.º 2.24 Muelle de contenedores.



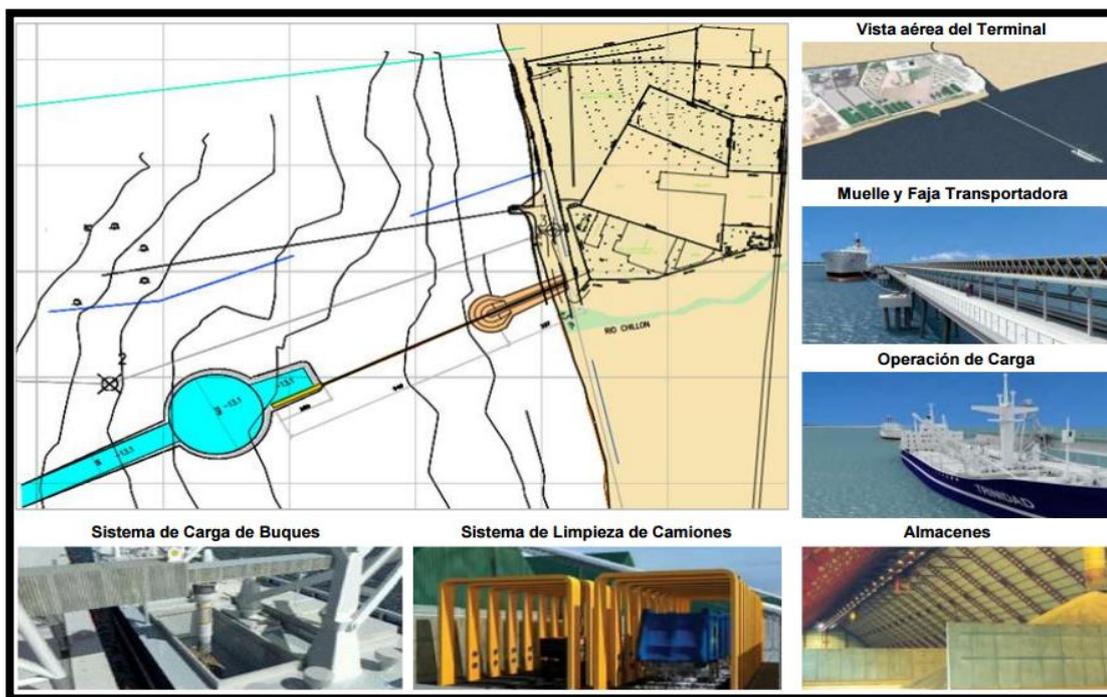
Fuente: (Verope, 2015)

2.4.3. Características de Muelle

Puerto especializado, a ser construido y operado, siguiendo los más altos estándares de seguridad, calidad y cuidado medio ambiental, con tecnología de última generación, mejorando así los niveles de productividad y las características son las siguientes:

1. Estacionamiento para autos y camiones.
2. Bodegas de almacenamiento;
3. Oficinas.
4. Edificio de abastecimiento.
5. Patio de maniobra.
6. Muelle de descarga.
7. Grúa y.
8. Barco atracado al muelle.

Figura n.º 2.25 Característica de muelle.



Fuente: (Verope, 2015)

Las obras de atraque, tráfico y almacenamiento son las instalaciones que facilitan la operación del puerto y entre las principales se encuentran: los muelles de atraque o fondeaderos donde quedan amarrados los barcos; los patios de estacionamiento, donde se detienen los trenes o camiones, y las instalaciones de depósito y clasificación de las cargas transportadas (Verope, 2015)

2.4.4 Factores de competitividad de un Puerto

En cualquier caso los principales requerimientos que los clientes, en genérico, piden de un puerto son los siguientes:

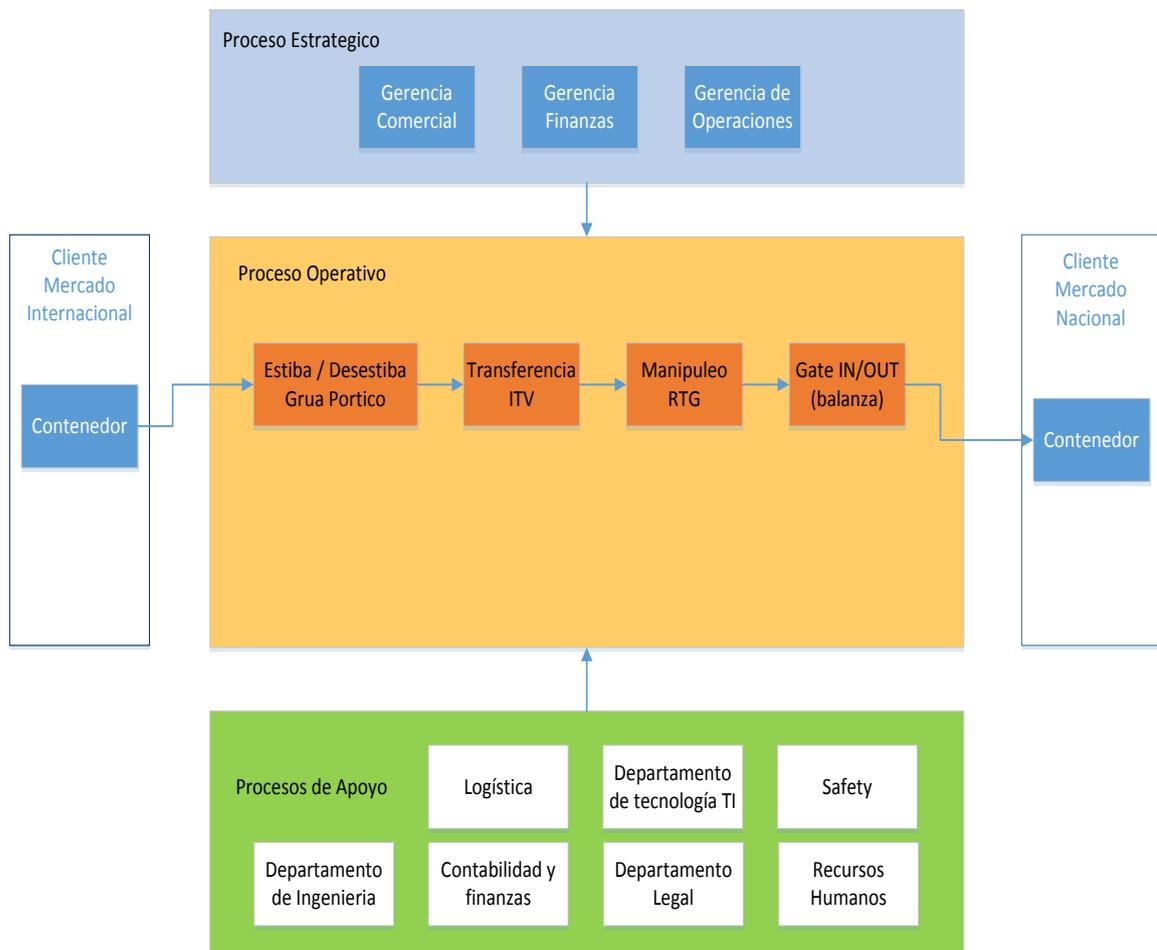
1. La situación geográfica, próxima a los mercados, a los centros de producción o consumo o a nudos de comunicaciones importantes.
2. Abundancia de espacio para las operaciones.
3. Infraestructuras adecuadas para las nuevas características de los tráficos marítimos.
4. Buenos accesos terrestres y marítimos que permitan la conexión con las grandes rutas de transporte y garanticen la eficiencia intermodal.
5. Bajos costes
6. Sin demoras, con fiabilidad y seguridad en la operativa.
7. Autoridad comprensible, con procedimientos de control y supervisión ágiles.
8. Grúas y equipamientos modernos.
9. Buenos sistemas de información que permitan agilizar el flujo documental asociado a la mercancía.
10. Buenas capacidades de transbordo

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Desarrollo el Objetivo 1

Mapa de procesos actividad Dp World Callao.

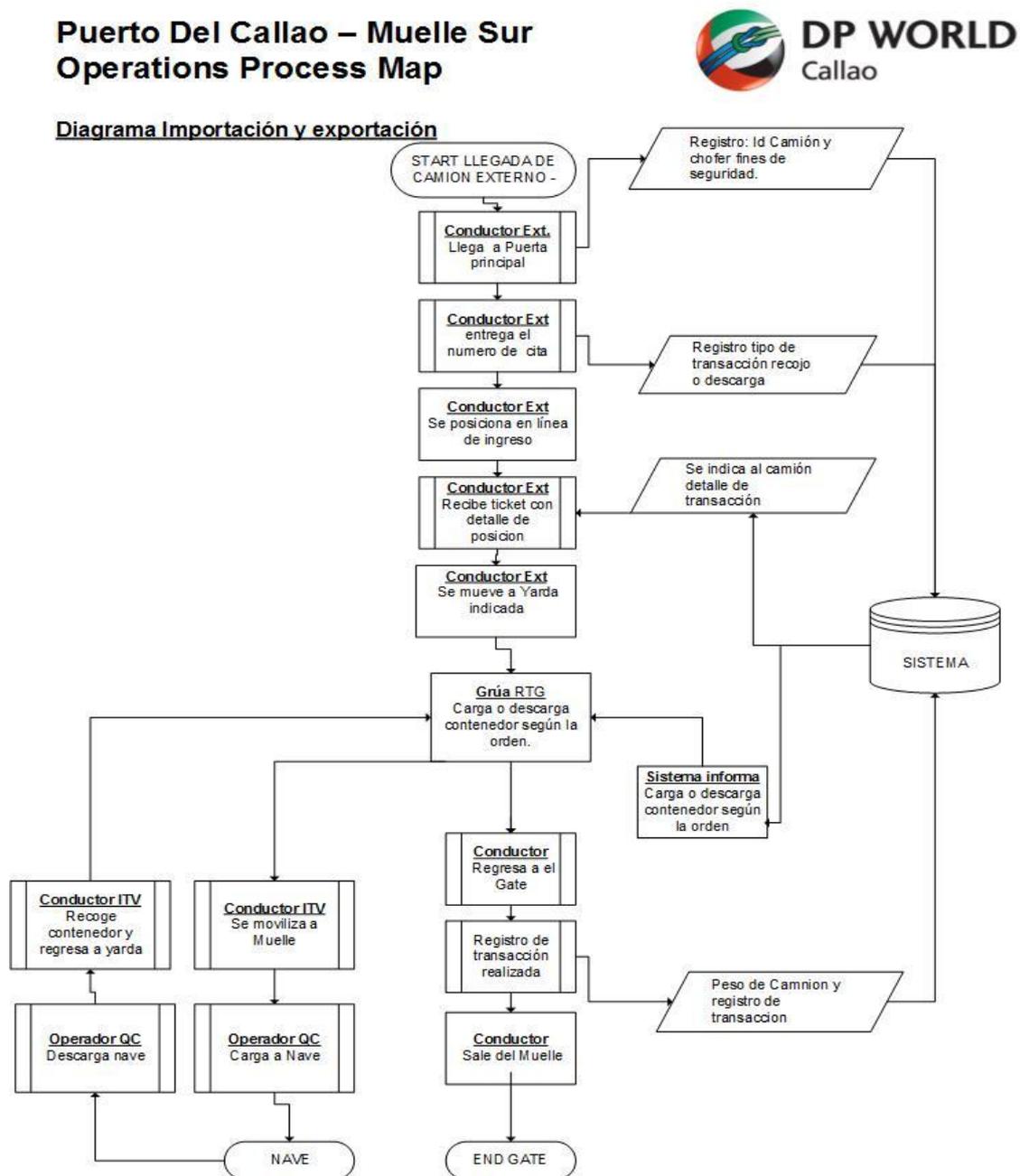
Figura n.º 3.1 Procesos actividad Dp World Callao.



Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de flujo de la importación y exportación de la carga de contenedores.

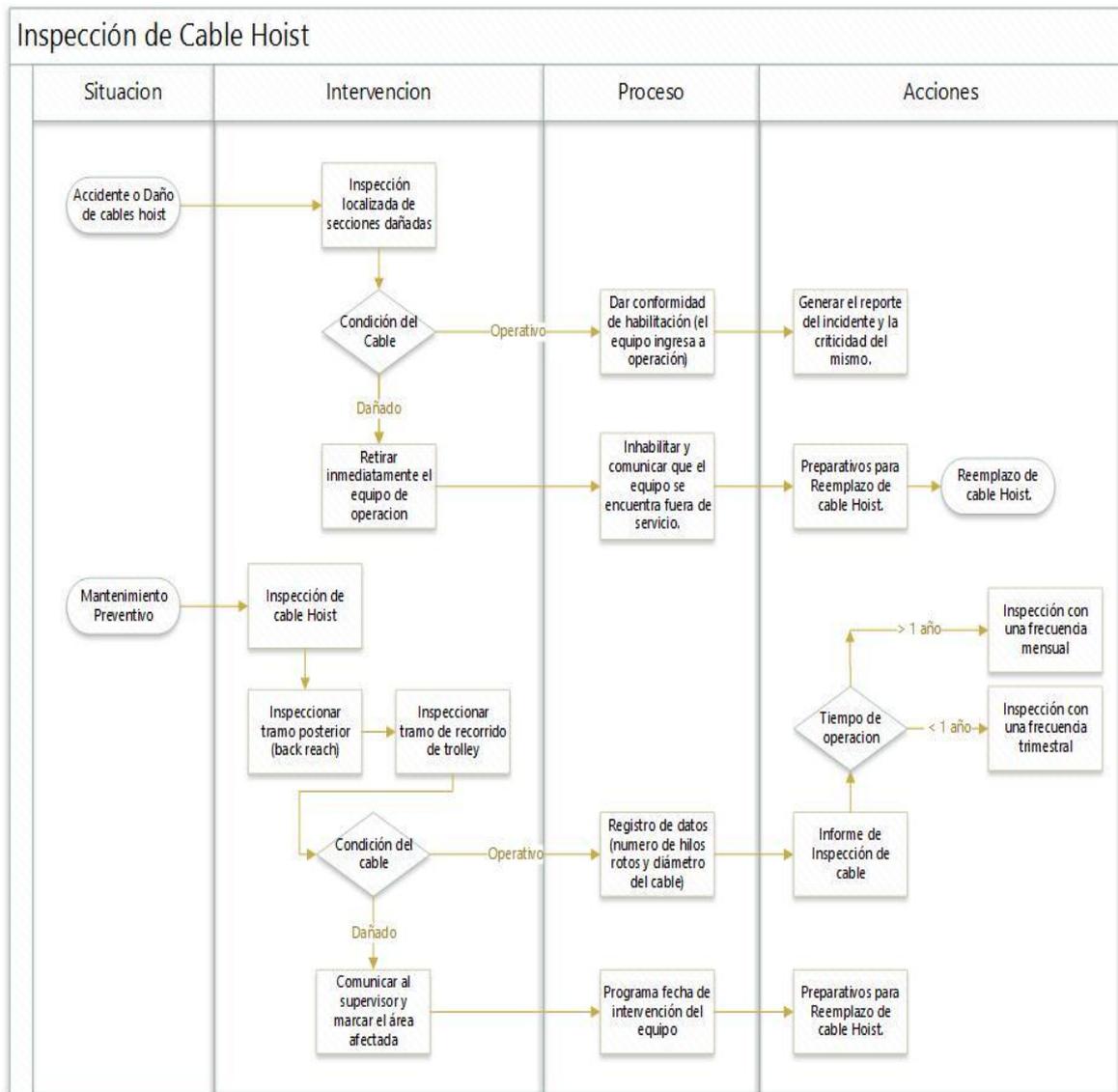
Figura n.º 3.2 Diagrama de flujo de la importación y exportación de la carga de contenedores.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015).

Mapeo de proceso inspección de cable acero de sistema hoist de la grúa pórtico por evaluación

Figura n.º 3.3 Proceso inspección de cable acero de sistema hoist de la grúa pórtico.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Desarrollo el Objetivo 2

3.2.1. Mapa de procesos actividad Dp World Callao.

El proceso de ingreso comienza desde la llegada del camión externo cuando el conductor se encuentra en la puerta principal, en ese momento se realiza el registro del camión y del chofer para fines de seguridad luego estos datos se ingresan al sistema. Luego el conductor externo entrega el número de cita, donde se verifica si es una transacción de recojo o descarga de contenedor y se ingresa al sistema, el conductor se posiciona en la línea de ingreso y recibe un ticket con la posición a donde dirigirse, luego se traslada al bloque indicado en el patio de contenedores, donde lo espera la grúa de patio para atenderlo según la orden de carga o descarga del contenedor, luego el operador regresa a la puerta principal donde se registra la transacción realizada verificando el peso y la transacción de la carga en el sistema, luego el conductor se retira del terminal. Cuando el contenedor se encuentra posicionado en el patio es recogido por camiones internos llamados Itv, el cual es conducido por personal interno y trasladado hacia el muelle donde lo recibe la grúa pórtico para descargar el contenedor del camión interno hacia el barco; sucede lo inverso cuando se va a retirar la carga del barco, esta es retirada por la grúa pórtico y cargada en los camiones internos los cuales la trasladan al patio para ser descargados por las grúas de patio para su almacenamiento o retiro por parte de camiones externos (DpWorldCallao, 2015).

A continuación se muestra en la figura 3-4 un diagrama de operaciones del proceso de recepción de contenedor y carga de nave.

Figura n.º 3.4 Proceso interno en el servicio que ofrece Dp World Callao cuando llega o se retira un buque del terminal



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

De la figura 20 se observa el ciclo que se realiza dentro del terminal portuario para la importación y exportación de mercadería cuando ingresa un buque o cuando se retira con mercadería. Básicamente en el proceso de importación el buque es descargado por la grúa pórtico y el contenedor colocado en el camión interno, viceversa para la exportación el contenedor es retirado del camión interno por la grúa pórtico y colocado en el buque para su retiro (DpWorldCallao, 2015).

3.2.2 Proceso inspección de cable acero del sistema hoist de la grúa pórtico.

En la actualidad la empresa Dp World Callao cuenta con tres tipos de mantenimiento, tales como: mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

3.2.2.1 Mantenimiento Preventivo:

Se define como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación. Las características principales de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo.

3.2.2.2 Inspección de cable acero Hoist del sistema de izaje grúa pórtico.

a.- Primera situación: La grúa pórtico realizando sus actividades de retirar y dejar contenedores en barco se puede producir daño de cable de acero por la siguiente situación:

- **Mala operación del operador con la grúa.-** Quiere decir que el operador no toma sus precauciones al operar la grúa en la actividad de movilizar un contenedor a barco, como: No llevar adecuadamente nivelado el spreader dentro de bodega de barco (muy inclinado), provocar demasiado péndulo del spreader, realizar movimientos de traslación con carga, como consecuencia de todas estas actividades mencionadas el cable de acero tiende a rosar con la estructura de la grúa provocando daño prematuro.

- **Por fuerte oleaje en muelle.-** El oleaje trae como consecuencia movimiento fuerte de barco de popa a proa, el cual genera que cuando el spreader toma o deja una carga dentro de barco no deja soltar la carga o contenedor fácilmente, eso permite que el movimiento de barco por el oleaje jale o tiemple uno de los lados del cable de acero, también se mueva de lado a lado de 6 a 8 metros y rose el cable con estructura de barco provocando daño del mismo (DpWorldCallao, 2015).

En la primera situación por falla de operador y causas naturales (oleaje), el cable de acero sufre daño donde es reportado por el área de operaciones inmediatamente al área de ingeniería de grúas, acudiendo al punto se conversa con la supervisión de operaciones para ver qué tipo de trabajo realizó la grúa – puntos de ubicación (coordenadas). Se solicita al área de operación intervenir la grúa ya conociendo las coordenadas, de encontrarse un daño del cable de acero dentro de sus límites permisibles se generara una WO por seguimiento y si pasara sus especificación se genera WO para cambio del cable de inmediato.

a.- Segunda situación: El área de planeamiento de ingeniería planifica y programa los mantenimientos de los equipos. La inspección del cable de acero Hoist se realiza cada trimestral donde el área de planeamiento entrega los formatos de inspección al área encargada de ejecutarla. Planificado por planeamiento la entrega de la grúa por parte de operaciones en el día acordado y hora para la inspección el área de grúas programa la gente requerida para dicho trabajo con sus WO correspondientes.

La grúa es entregada por operaciones con operador para la inspección donde se delimita el área a trabajar con 4 técnicos mecánicos y los instrumentos adecuados.

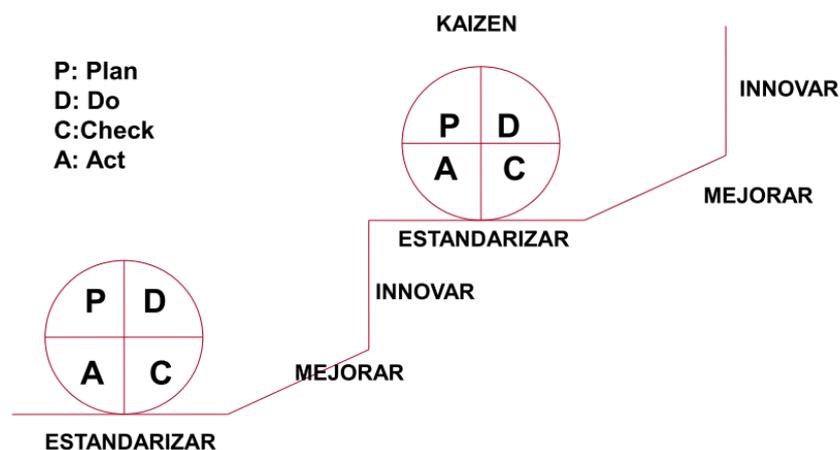
- **Primero:** se procede a realizar la documentación por permisos de seguridad con las firmas correspondientes, bloqueo de equipo y una breve conversación – TOOL BOX entre los técnicos.
- **Segundo:** se ubica cabina en BACK REACH donde inspeccionara el 40 % de longitud del cable y 20% de velocidad del hoist con un técnico en cada línea hasta llegar el spreader en el piso. De haber encontrado hilos rotos se para un momento para tomar las coordenadas según operador y así sucesivamente para el llenado correcto del formato.
- **Tercero:** Al haber culminado en el back reach se lleva el trolley en todo el recorriendo del boom a una velocidad del 10% con un técnico en cada línea. De haber encontrado hilos rotos se para un momento para tomar las coordenadas según operador y así sucesivamente para el llenado correcto del formato (DpWorldCallao, 2015).

3.3. Desarrollo del Objetivo 3

Para el desarrollo del objetivo 3 vamos a usar la metodología Kaizen, que nos va a permitir analizar variables críticas del proceso y buscar su mejora en forma diaria.

Figura n.º 3.5 Metodología Kaizen.

Ciclo Shewhart (Kaizen)



Fuente: (Ingenieriaindustrial, 2010)

KAIZEN = KAI (Cambiar) + ZEN (Bien)

¿Qué es Kaizen?

Mejora Continua, trabajar de manera inteligente, creatividad antes del capital, trabajo seguro, enfocado toda empresa, hecho a través de equipos, aprovechamiento del capital intelectual.

- 1.- Planificar (Plan): Se buscan las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar.
- 2.- Hacer (Do): Se realiza los cambios para implantar la mejora propuesta.
- 3.- Controlar o Verificar (Check): Una vez implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento.
- 4.- Actuar (Act): Por último, Una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora (Ingenieriaindustrial, 2010).

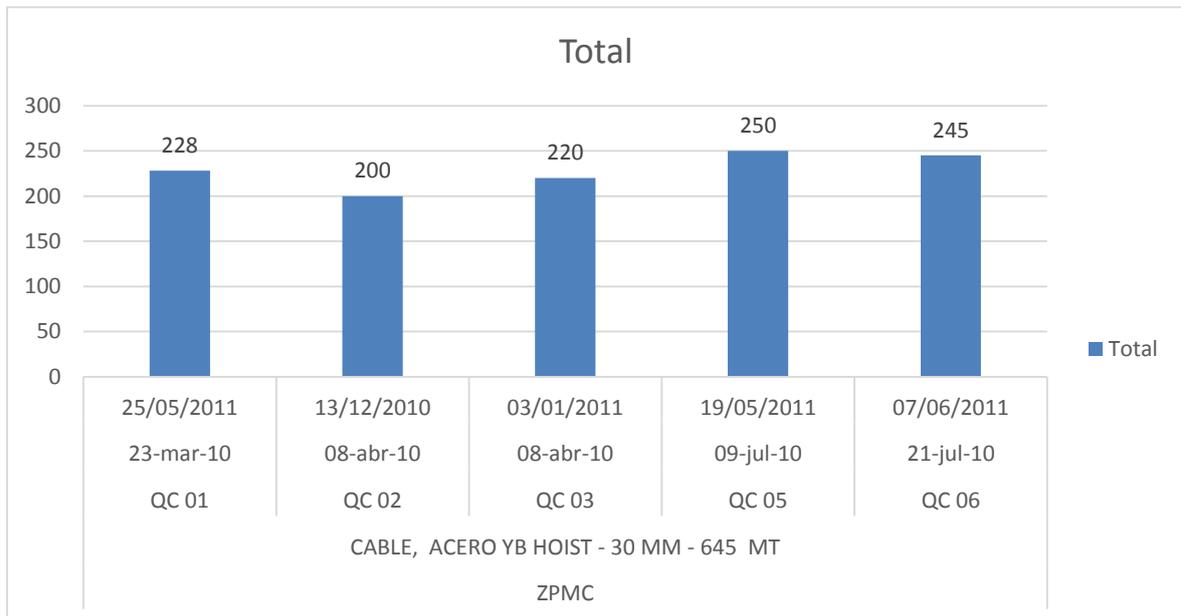
Se aplicara el ciclo PDCA, donde se planteara porque se debe de cambiar el tipo de cable acero.

El cable de acero conque llego la grúa pórtico inicialmente han presentado un deterioro prematuro en su vida útil (días) por encontrar exceso de hilos rotos según ISO 4039. A causa del deterioro se necesita realizar el cambio de cable, el correctivo toma 20 horas para corregirlo por lo cual la grúa dejara de producir en ese tiempo. Se procederá analizar opciones de cables acero para mejorar la durabilidad del mismo en la grúa por su especificación y mejorar la productividad por movimiento de contenedores y reducir costos (ZPMC, 2005).

3.3.1 Cuadro de vida útil (días) de cable acero marca ZPMC- original de la grúa.

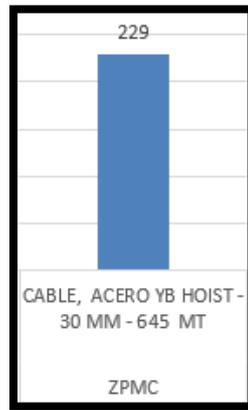
En el histograma se observa las muestras del cable acero ZPMC que fueron cambiados inicialmente en su operación de las grúas pórticos, el primer cambio se realizó a los 200 días de trabajo, motivo que llamo la atención por ser prematuro el correctivo y la mayor vida útil del cable fue de 250 días. A los cambios realizados dentro del primer año de funcionamiento se saca la media en su vida útil y nos da como resultado 229 días tentativos que dura el cable ZPMC.

Tabla n.º 3.1 Histograma de cables acero por tiempo de vida útil (días) en 5 QCs - ZPMC



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Figura n.º 3.6 Media por vida útil cable acero ZPMC.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Para buscar la mejora en el proceso se implementara un plan de trabajo que consiste en lo siguiente:

1. Conocer las características / construcción del cable de acero inicial y su mantenimiento.
2. Verificar el método de trabajo u operación de la grúa pórtico que sea el adecuado.
3. Reunión con las áreas involucradas (Mantenimiento y operaciones).
4. Buscar proveedores que sean especialista de cables de acero y escoger el de mejor soporte.
5. Realizar ensayo o ensayos de cable de acero en las grúas según solicitud del cliente para alcázar su objetivo.
6. Encontrado el cable de acero adecuado conocer su característica / construcción y realizar una mejora en su mantenimiento para su durabilidad.

1.- A continuación se explicara teóricamente el tipo de cable acero que tuvo a inicios la grúa pórtico, características e construcción y mantenimiento que se realizaba.

3.3.1.1 Tipo cable de acero de la grúa Pórtico ZPMC.

El cable de acero con la que cuenta a grúa pórtico cumple con varios factores que influye en la vida útil del cable, como: Carga de trabajo, fatiga de flexión, resistencia a la abrasión, resistencia al aplastamiento, resistencia a la reserva y la corrosión debido a la humedad. Así mismo se realiza tareas de inspección y lubricación (ZPMC, 2005).

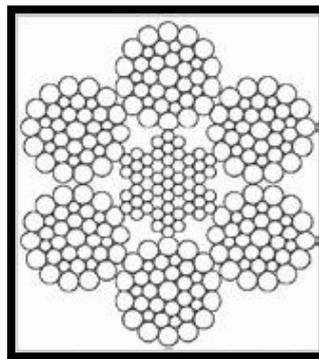
Figura n.º 3.7 Tipo cable acero grúa pórtico

Description	Note
Main hoist rope	Type: Xianyang 6P*36SW+IWRC— 30MM 1960N/mm ² , right lay Dia: 30mm Min Break load: 670kN Length: 645m, totally 2/ crane

Fuente: (ZPMC, 2010)

El cable de acero tiene la siguiente construcción y característica:

Figura n.º 3.8 Construcción del cable acero 6x36 galvanizado y compactado.



Fuente: (ZPMC, 2005).

3.3.1.2 Lubricación del cable de acero del sistema hoist de grúa pórtico ZPMC.

Los cables de acero siempre deben mantenerse lubricados, el cable marca ZPMC presenta solo una capa ligera de lubricante el cual es insuficiente para su conservación.

Porque es importante:

1. Una cuerda de alambre es una máquina, teniendo muchas partes. Cada vez que una cuerda dobla o los cables de las cuerdas de la cuerda deben el uno al otro. Por lo tanto, una película de lubricación debe estar presente en cada parte móvil. Cuando se expone a la misma condición de prueba una cuerda bien engrasada mostró cuatro veces más ciclos de trabajo una cuerda no engrasada.
2. Una segunda razón importante para lubricar la cuerda del alambre es que mantiene lejos la humedad que puede causar corrosión interior proliferación bacteriana simultánea en la fibra núcleo. El lubricante también previene el deterioro del núcleo de la fibra. Una cuerda oxidada es un pasivo, ya que no hay medios de inspección visual, que puede determinar la fuerza restante de una cuerda corroída (ZPMC, 2005).

Figura n.º 3.9 Cable acero lubricado-fabrica.



Fuente: (ZPMC, 2010)

3.3.1.3 Tipo lubricación

Lubricantes principales para cables utilizados en grúa pórtico:

1. Grasa: Principalmente es la grasa base de jabón de litio. A veces se mezclan con aceite mineral para mejor penetrabilidad.
2. Lubricante especial para cuerdas como: ESSO SK (semi-líquido), FUCHS Ropelife (grasa).
3. Aceite base sintético especial para cuerdas como: Ultrachem Chemlube 812 (base de éster sintético Aceite), aceite de base de éster sintético suministrado por PAO (ZPMC, 2010).

Figura n.º 3.10 Tipo lubricador para cable de acero.


ULTRACHEM

PRODUCT DATA SHEET

CHEMLUBE® 812 SERIES

WIRE ROPE LUBRICANTS

Applications:

Chemlube 812 Wire Rope lubricants are specially formulated, full-synthetic fluids enhanced with the latest in additive technology. These fluids have an inherent ability to wet out metal surfaces and also offer outstanding penetration ability to assure long-term performance. The Chemlube 812 series meets the demanding requirements of the mine, marine, metallurgical and construction industries offering supreme protection and performance. Consistent application practices will greatly extend wire rope life supported by fluid performance.

Typical Industrial Applications:

- Marine and Offshore Wire Ropes
- Logging Wire Ropes
- Mining Wire Ropes
- Cranes & Hoists

Performance Benefits:

- Totally wets, penetrates, and covers the metal surfaces
- Readily repels salt and water from the metal surfaces
- No deposits, making it easy to inspect the rope
- Wide operating range -15°C to 50°C
- Hard particles do not adhere to rope
- Superior corrosion protection
- Excellent oxidation protection
- Strong adhesive film
- High flash point

ULTRACHEM

TYPICAL PROPERTIES	TEST METHOD	Chemlube 812-68	Chemlube 812-150	Chemlube 812-460
ISO Grade	ASTM D2422	68	150	460
Viscosity @ 40°C,cSt	ASTM D445	72.5	159	486
Viscosity @ 100°C,cSt	ASTM D445	9.2	16.2	33.6
Viscosity Index	ASTM D2270	100	105	102
Flash Point, °C/°F	ASTM D92	224/435	227/440	233/450
Pour Point, °C/°F	ASTM D97	-42/-44	-36/-33	-21/-6
Rust Prevention	ASTM D665	Pass	Pass	Pass
Timken EP	ASTM D2782	---	55	---
Load Wear Index	ASTM D2783	---	53.13	56.5
Last Non-Seizure Load,kg (scar. mm)	---	---	63	63 (0.36)
Last Seizure Load, kg (scar. mm)	---	---	---	315 (1.92)
Weld Load, kg	---	---	400	400
Four-ball Wear @ 1200r/min, 392N, 60 Min, 75C	ASTM D4172	---	0.36	---
Specific Gravity	ASTM D1298	0.88	0.95	0.94

HEALTH & SAFETY
To obtain an MSDS on this or any other Ultrachem product, please contact your representative.

TECHNICAL SUPPORT
To learn more about Ultrachem products and applications please contact us at info@ultracheminc.com



02/14
 900 Centerpoint Blvd.
 New Castle, DE 19720
 P.....302-325-9880
 F.....302-325-0335
info@ultracheminc.com

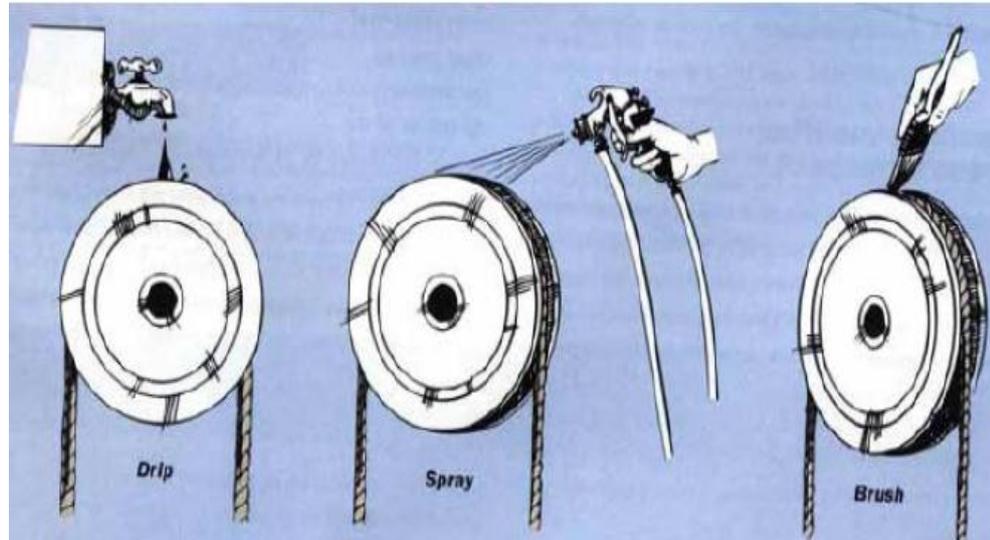
Fuente: (ZPMC, 2010)

3.3.1.4 Método de lubricación y frecuencia

El lubricante se puede aplicar con una lata de aceite o cualquier método eficaz. El objetivo es aplicar un recubrimiento a toda la longitud del cable. El cable es lubricado Manual o semiautomática (ZPMC, 2005).

La frecuencia de lubricación al cable de acero hoist se realizaba cada 3 meses a cada grúa pórtico.

Figura n.º 3.11 Método de lubricación.



Fuente: (ZPMC, 2010)

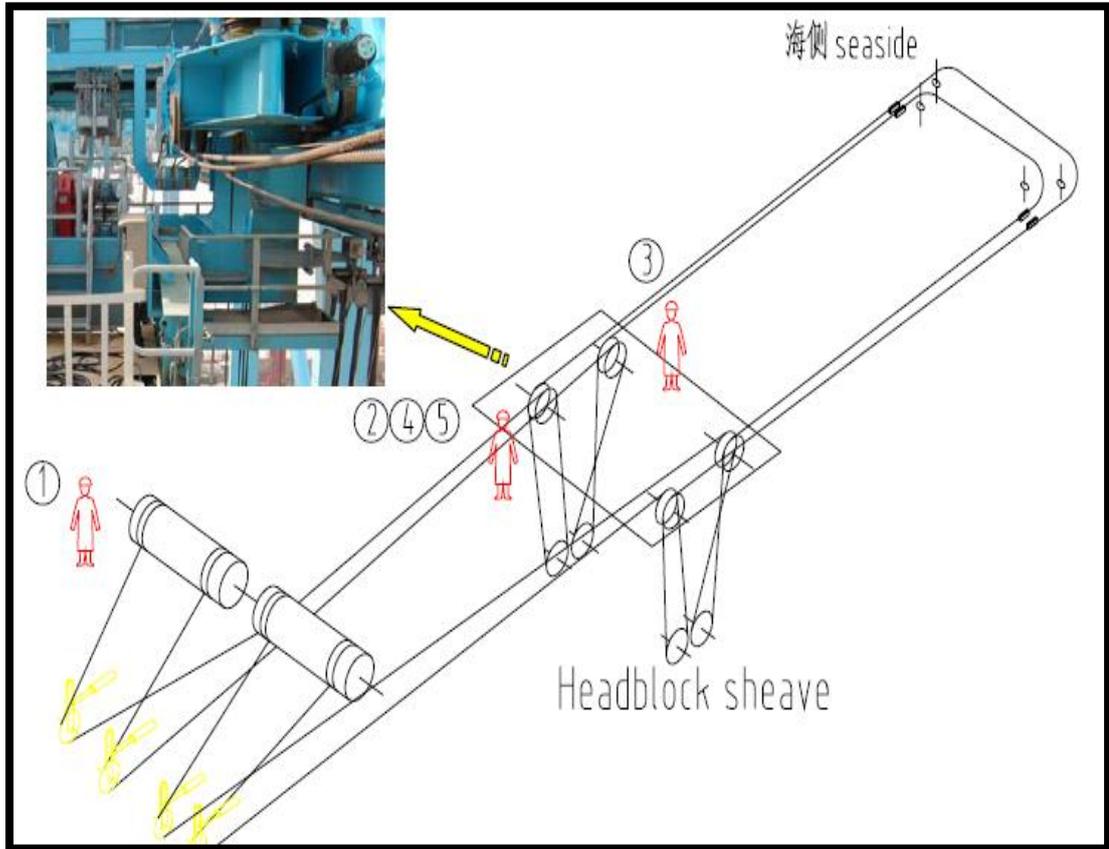
3.3.1.5 Inspección del cable de acero del sistema hoist

Todos los cables de acero eventualmente se desgastarán y gradualmente perderán su capacidad de trabajo a través de su vida útil. Es por esto que las inspecciones periódicas son muy críticas. Los estándares industriales aplicables como el ASME B30.2 para las grúas viajeras o los Reglamentos federales, hacen referencia al criterio de inspección para diferentes aplicaciones (ZPMC, 2005).

La inspección de forma regular de los cables y el equipo, deben hacerse por tres buenas razones:

- Muestra las condiciones del cable y nos dé una indicación de la necesidad de reemplazo.
- Nos puede indicar si se está usando el más adecuado tipo de cable.
- Hace posible el descubrimiento y corrección de las fallas en el equipo u operación, que pueden causar un costoso y acelerado desgaste del cable.

Figura n.º 3.12 Inspección de cable acero hoist de grúa portico.



Fuente: (ZPMC, 2010)

Tabla n.º 3.2 Frecuencia de inspección de cable de acero.

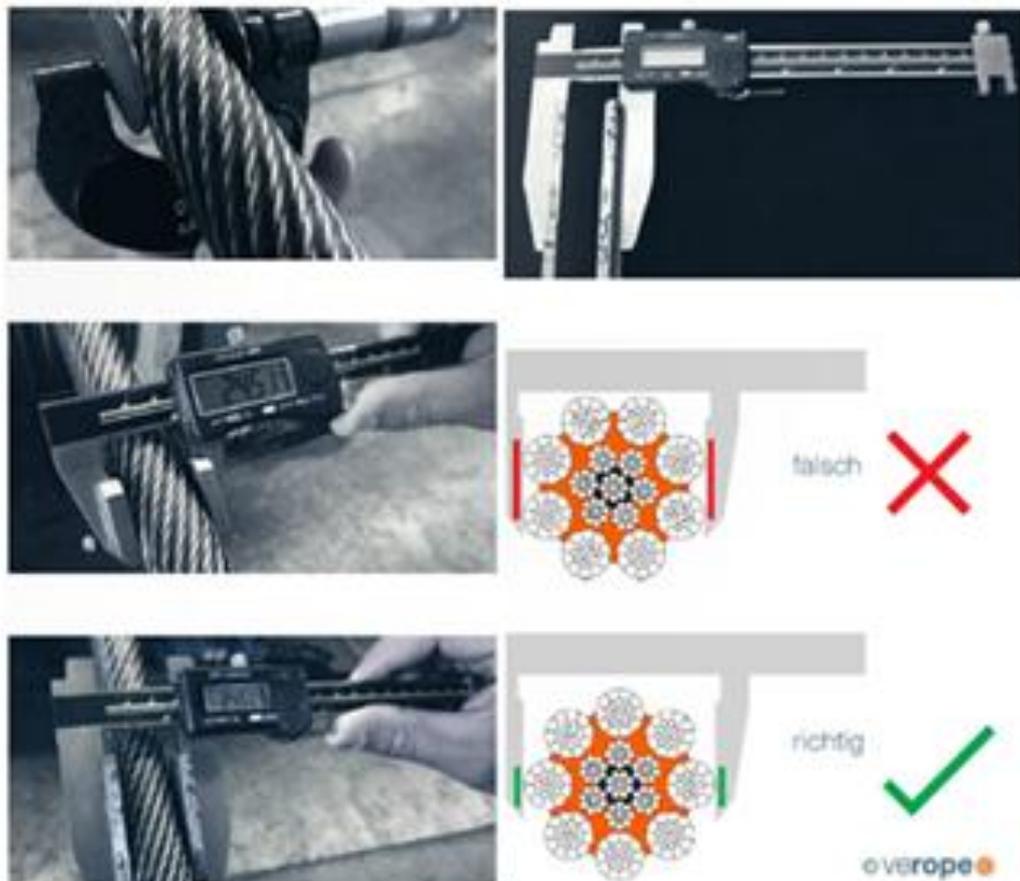
INSPECCIÓN DE CABLE HOIST QC's 2016												
2016												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Quay Cranes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
QC-01			m3			m3			m3			m3
QC-02			m3			m3			m3			m3
QC-03			m3			m3			m3			m3
QC-04			m3			m3			m3			m3
QC-05			m3			m3			m3			m3
QC-06			m3			m3			m3			m3
Planes:												
m1	PM Mensual, CABLE > 360 DÍAS.											
m3	PM Trimestral, CABLE > 180 DÍAS.											
m6	PM Semestral CABLE > 180 DÍAS.											

(DpWorldCallao, 2015)

3.3.1.6 Formato de inspección inicial del cable de acero.

Todos los cables deben ser inspeccionados concienzudamente a intervalos regulares. A mayor tiempo que el cable ha estado en servicio o mientras más severo sea el servicio, más concienzuda y frecuentemente debe ser inspeccionado. Asegurándose de mantener los registros de cada inspección (ZPMC, 2005).

Figura n.º 3.13 Proceso de inspección de cable acero del sistema de izaje hoist.



Fuente: (Verope, 2015)

NOTA: El cable de acero se inspecciona cada 3 meses por cada grúa pórtico. Ha menos que en las inspección de cada grúa se encuentre alguna observación, de encontrar se creara una WO para su seguimiento.

Culminado la inspección del cable de acero se procede a llenar formato para verificar si los hilos rotos están dentro de los límites según norma.

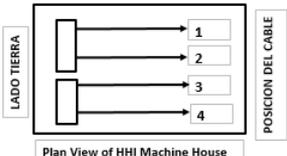
Figura n.º 3.14 Formato de inspección de cable acero grúa pórtico.

MONITOREO FECHA		REGISTRO DE ROTURA DE HILOS Y DIAMETRO DE CABLE												HOIST MEDIDOR DE LECTURA			
		CABLE 01			CABLE 02			CABLE 03			CABLE 04			TOTAL HORAS		TWISTLOCKS	
		MPDL < 10 HILOS	MODAS < 3 HILOS	DIAMETRO > 27.2 mm A < 29.4 mm	MPDL < 10 HILOS	MODAS < 3 HILOS	DIAMETRO > 27.2 mm A < 29.4 mm	MPDL < 10 HILOS	MODAS < 3 HILOS	DIAMETER > 27.2 mm to < 29.4 mm	MPDL < 10 HILOS	MODAS < 3 HILOS	DIAMETER > 27.2 mm to < 29.4 mm	HOIST	ON NEW ROPE	MACHINE COUNT	ON NEW ROPE
12-Aug-14		10cm	2	30mm													
		20cm	5	30mm													
		40cm	4	30mm													

MONITOREO FECHA		ESTADO DE CABLE																COMENTARIOS				
		1. ONDULACION - SI o NO				1.1. CORROSION				1.2. FALTA LUBRICACION				1.3. FATIGA / PICADURA DE ALAMBRE				1.4. ROSE O ABRASION				FIRMA Y NOMBRE RESPONSABLE
		1=N	2=0	3=0	4=0	1=N	2=0	3=0	4=0	1=N	2=0	3=0	4=0	1=N	2=0	3=0	4=0					

NOTES HEALTHY VALUES FOR EACH WIRE ROPE MUST BE BELOW (c) OR ABOVE (p) THOSE INDICATED ABOVE ACCORDING TO BS 6570:1986
 WIRE ROPE POSITION ON HOIST DRUM AS VIEWED BEHIND DRUM LOOKING TOWARDS SEASIDE
 THERE ARE ONLY TWO ROPES, BUT RIGIDLY FASTENED AT THE TLS MECHANISM BOTH ROPES MUST BE REPLACED TOGETHER AND ARE SHOWN HERE AS FOUR ROPES FOR IDENTIFICATION AND CLARITY

MPDL MAX. X DESIGNACION DE LONGITUD = (10 X DIAM. NOMINAL DEL CABLE + 10 X 28 mm) + 280 mm
MODAS MAX. EN UN EXTERIOR O EN HILOS ADYACENTES
DIAMET TOLERANCIA BASADA EN -3% a +5% DE LO NOMINAL
S. O. N : SI O NO



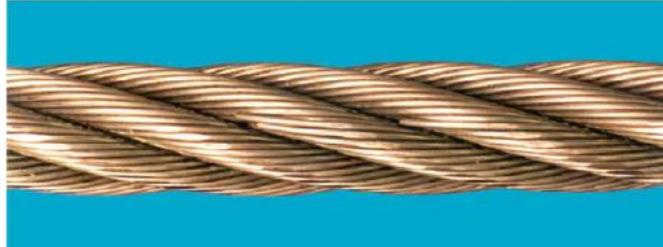
Plan View of HHI Machine House

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

3.3.1.7 Ejemplo típicos de daño cable acero.

Las inspecciones deben de ser realizadas por personal que haya aprendido mediante entrenamiento especializado o con suficiente experiencia práctica, que es lo que hay que buscar y como juzgar la importancia de cualquier condición anómala que pudiera descubrir. Es responsabilidad del inspector el obtener y seguir el criterio de inspección adecuado para cada aplicación que inspeccione (ZPMC, 2005).

Figura n.º 3.15 Daños tipos de cable acero de grúa pórtico.

No.	Description	Picture
1.	Crown wire breaks Usually caused by fatigue	
2.	Valley wire breaks	
3.	Localized grouping of broken wires	
4.	Wire protrusion	

Fuente: (ZPMC, 2010)

Lo obtenido o como resultado de la tabla n.º 3.1 llama la atención al área ingeniería de grúas, motivo que se reporta de otros muelles de Dp World que la vida útil del cable es de 2 años aproximadamente. Por lo cual se investiga la información de otros muelles y realmente la vida útil del cable es de 2 a 2.5 años, pero sus movimientos o ciclos por contenedor es la mitad o menos al de Dp World Callao según muestra la siguiente tabla:

Tabla n.º 3.3 Cuadro comparativo por movimientos de contenedores de Dp World Callao con otro Muelle de Dp World.

MOVIMIENTO DE CONTENEDORES ANUALES	
Dp World Callao	Dp World otros puertos
1'100,000 TEUs anuales	545,000 TEUs anuales

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

La idea inicial de que los cables de acero de Hoist de la grúa pórtico tenga mayor duración el área ingeniería grúas lo toma como objetivo – reto por mejorar el tipo de cable, motivo que la actividad del cambio de cable toma 22 horas para parada la grúa y varias horas hombres, lo cual genera baja productividad por movimiento de contenedor y lo que se quiere es mejorar la disponibilidad de la grúa.

Se busca un soporte de una empresa dedicada al rubro de fabricación de cable acero o especialista encontrando a PROCABLES S.A. a quien se solicita su servicio por compra de cable de acero semejante a lo q se tiene. Se conversa con los especialistas de la empresa dando a conocer nuestra necesidad por mejorar el rendimiento del cable de acero.

La empresa Procables S.A. analiza el circuito del cable de acero en la grúa pórtico y sus componentes como: tambores, poleas, terminales y otros. Verifica si encuentra alguna observación en el sistema por el prematuro deterioro del cable. No encontrando ninguna observación en el sistema Procables S.A. analiza en su laboratorio los cables realizando pruebas de ensayo como tracción, prueba acida y otros.

Obteniendo los datos por las pruebas de ensayos como resultado la empresa Procables S.A. recomienda su **primera propuesta** que es la siguiente:

2.- A continuación el área responsable de la mejora es el área de mantenimiento, motivo que se verificara el método de trabajo de la grúa desde que el operador llega al equipo hasta culminar su turno. El propósito es que el operador no realice maniobras riesgosas o que no deba hacer según su entrenamiento y así para sumar acciones que acorte la vida útil del cable por el deterioro en su trabajo.

Acciones que no debe realizar según su entrenamiento:

- Moverse con carga suspendida – trasladarse de un lugar a otro.
- Evitar formar exceso de péndulo con el spreader, motivo que puede producir abrasión excesiva de cable con la estructura.
- Levantar cargas excesivas con el dispositivo no adecuado.
- Tratar de insistir levantar carga trabadas en barco o trincadas porque se genera templado del cable.

Figura n.º 3.16 Método de trabajo de la grúa pórtico



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

3.- El área de mantenimiento se reúne con operaciones para involucrarlo en la mejora por mejor rendimiento del cable de acero, motivo que operaciones tiene que apoyarnos con la disposición de equipo. El cliente en este caso es operaciones al explicarle la mejora ellos apoyaran en todo lo necesario porque el mayor días de vida de cable mejora la productividad y se podrá planificar adecuadamente el correctivo por el cambio de cable.

4.- A continuación se solicita a compras invitar proveedores que estén en el rubro de venta de cables de acero y que tengan el soporte necesario para un análisis para presentar reportes de laboratorio según muestra de cable. El proveedor que gano la licitación es PROCABLES, empresa única que fabrica cables en el Perú.

Figura n.º 3.17 Método de trabajo de la grúa pórtico



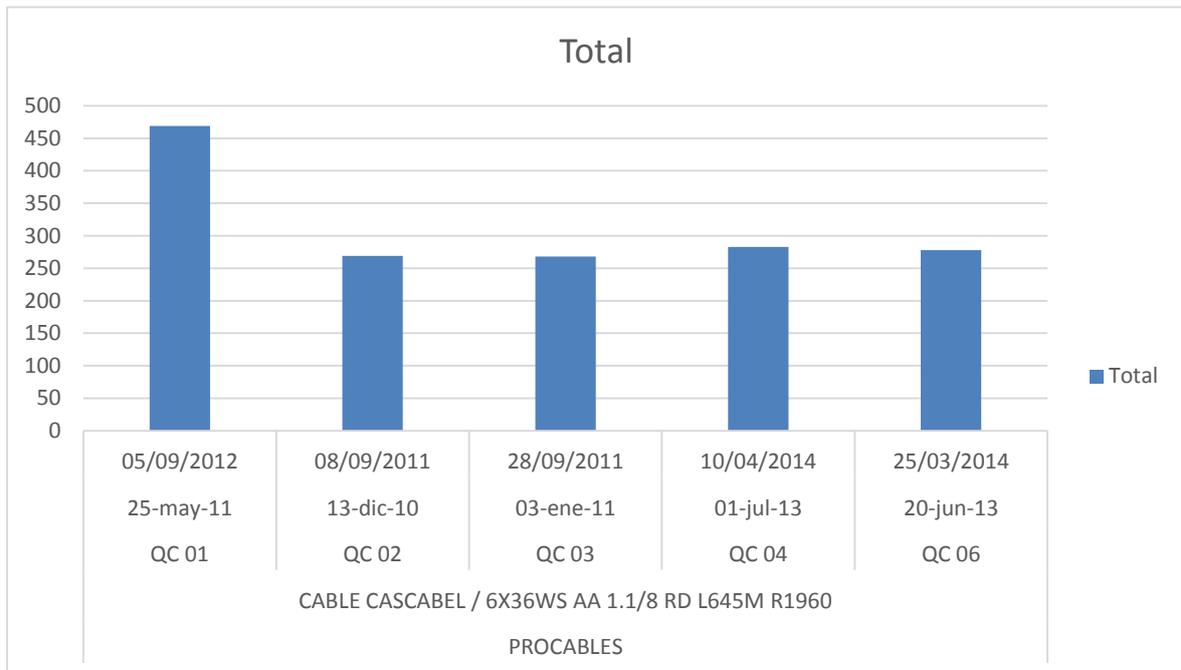
Fuente: Elaboración propia.

5.- Se realizó análisis por el deterioro del cable inicial y encontró lo siguiente:

- El cable tiene una frecuencia de lubricación trimestral.
- La inspección del cable de acero con formato es cada trimestral.
- La operación por parte del operador es estándar o adecuada según seguimiento.
- El cable presenta fatiga en un 60% del tramo total de 650 metros.
- El cable de acero según ficha técnica es muy duro 6x36, motivo que el cable al desplazarse por los dispositivos de poleas y tambores por varios ciclos se quiebra en varios puntos. Motivo el cual se pide al proveedor en la reunión que nos provea de cable más flexible con la misma construcción como: cable acero tipo cascabel 6x36 R1960 N/mm² no galvanizado ni compactado.

Nota: Los únicos grados que se utilizan en la aplicación de cable de acero en grúa pórtico son los siguientes: 1770 N/mm² Y 1960 N/mm².

Tabla n.º 3.3 Histograma de primera propuesta de cable acero tipo cascabel 6x36 R1960 marca PROCABLES.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

En el cable tipo cascabel - PROCABLES se realizaron 5 muestras en las grúas pórticos, la durabilidad o media fue de 313 días mayor al cable inicial.

Figura n.º 3.18 Media por vida útil cable acero PROCABLES primera Propuesta.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

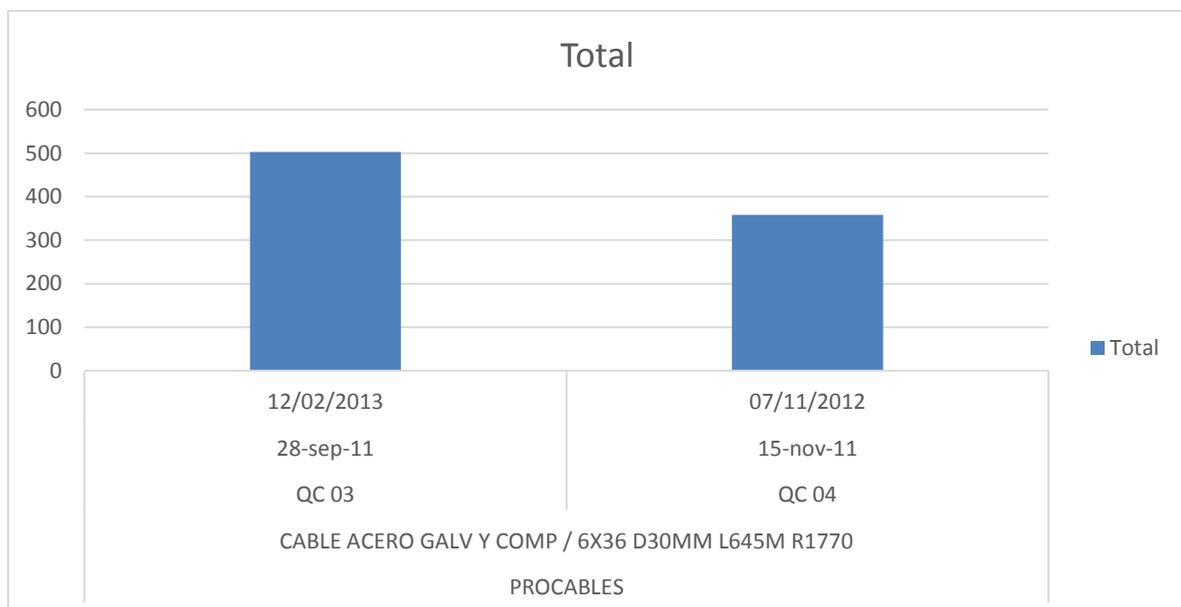
Por la primera propuesta de cable tipo cascabel escogido por el área de mantenimiento según análisis de trabajos y otros puntos tuvo una durabilidad de 313 días, quiere decir que duro más que el cable inicial ZPMC. Se analiza nuevamente el método de trabajo, componentes del sistema de elevación, la empresa PROCABLES S.A. se lleva una muestra para el análisis respectivo en tu laboratorio donde nos reuniremos nuevamente después de los resultados.

El informe culminado por el proveedor del cable cascabel solicita una reunión para ver los resultados de la primera muestra y analizar para mejorar el pedido del nuevo cable, donde se reporta lo siguiente:

- El cable presento excesiva corrosión fuera y dentro.
- El cable de acero era muy suave con relación a la dureza.

El cable por ser muy blando se solicita de mayor dureza y por la corrosión presentada se pide al proveedor galvanizado y compactado de 6X36 1770. Con esa solicitud se evitara uno la corrosión interna que evitara abrasión entre el alma y los torones.

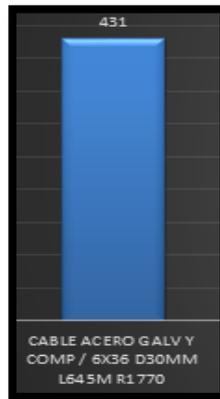
Tabla n.º 3.4 Histograma de la segunda propuesta de cable acero tipo G/C 6x36 R1770 marca PROCABLES.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

En el cable tipo Galvanizado compactado 6x36 1770 - PROCABLES se realizaron 2 muestras en las grúas pórticos, la durabilidad o media fue de 413 días mayor a la segunda propuesta.

Figura n.º 3.19 Media por vida útil cable acero PROCABLES segunda propuesta.

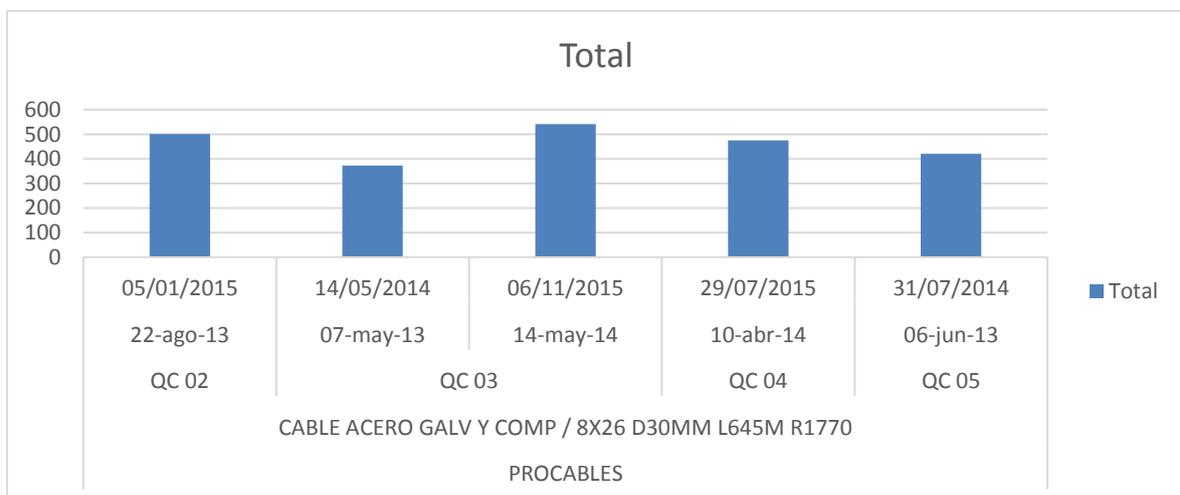


Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

En la segunda propuesta el cable presenta mayor día de vida útil 431 con relación a la segunda y primera muestra, quiere decir que hasta el momento se llegó al objetivo por mejorar la vida del cable. Se solicita una reunión nuevamente entre operaciones-mantenimiento y proveedor para analizar el trabajo o comportamiento del cable en ese periodo de vida, se entrega una muestra al proveedor para que lo analice en su laboratorio.

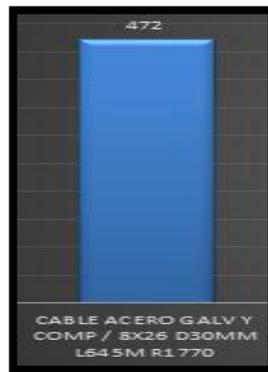
El proveedor solicita una reunión, motivo que cuenta con el reporte de la segunda propuesta, El cable presento fatiga por hilos rotos por ser el cable muy rígido por los 6 torones con que cuenta y se redujo la corrosión interna y externa, El encargado de mantenimiento por la mejora propone entonces un cable de 8x 26 R1770 N/mm2 galvanizado / compactado y con un recubrimiento plástico entre el alma y los torones para evitar abrasión entre alambres.

Tabla n.º 3.5 Histograma de la tercera propuesta de cable acero tipo G/C 8x26 R1770 marca PROCABLES.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

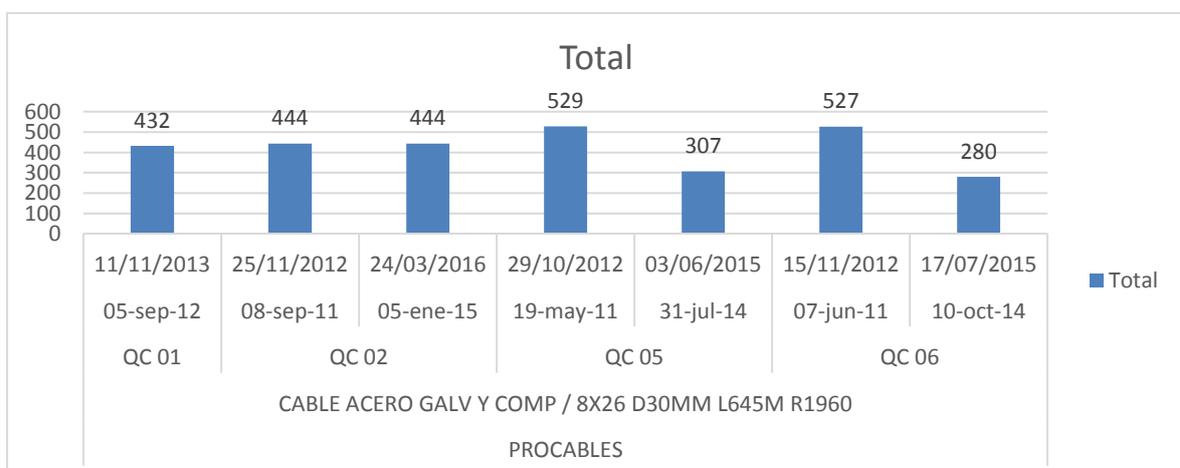
Figura n.º 3.19 Media por vida útil cable acero PROCABLES tercera propuesta.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

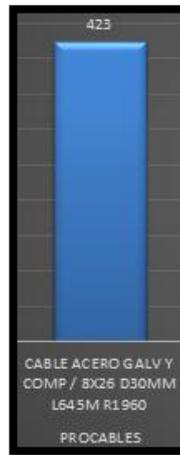
Se notifica para otra reunión por la tercera propuesta que tuvo una durabilidad de 472 días de trabajo, el solicitar un cable de 8 torones permite que el cable sea más flexible y por ser galvanizado y compactado ayuda a desplazarse mejor por la poleas, tambores porque ya no solo apoya un punto el alambre sino una mayor área del alambre. El proveedor PROCABLES se le entrega una muestra para su análisis, y así mismo el área de mantenimiento analiza el trabajo del cable. La durabilidad mejoro bastante a la inicial y solo falta probar un cable de la misma característica y construcción con un grado de 1960 N/mm². Se solicita a PROCABLES una cuarta propuesta mencionado anteriormente.

Tabla n.º 3.6 Histograma de la cuarta propuesta de cable acero tipo G/C 8x26 R1960 marca PROCABLES.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Figura n.º 3.20 Media por vida útil cable acero PROCABLES tercera propuesta.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

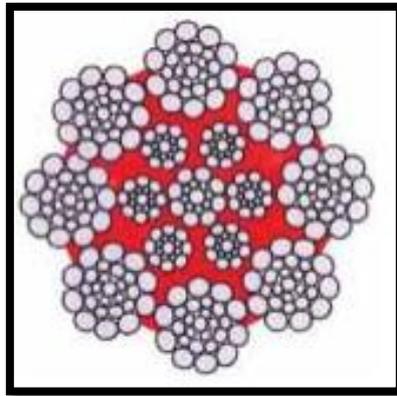
La cuarta propuesta presento una durabilidad de 423 días de trabajo, quedando en el segundo cable de mejor rendimiento. Se solicitó una reunión con las áreas involucradas dando a conocer el cable de mejor rendimiento hasta el momento 8x26 R1770 N/mm² Galvanizado y compactado. En el proceso de la mejora continua se utilizó 4 muestras según necesidad del equipo, se fue descartando y mejorando la especificación del cable llegando a la mejor propuesta.

A continuación se presenta la teoría del cable 8x26 R1770 N/mm² y sus mejoras para seguir con la mejora continua.

3.4.1 Tipo cable de acero de la grúa pórtico de mayor durabilidad - PROCABLES.

El cable propuesto por mejor rendimiento es el 8X26 26 Galv. / Comp. 1770 N/mm² que está fabricado con 8 torones alrededor de un alma. Al utilizar 8 torones en vez de 6, hace que el cable sea más flexible, pero debido a que este tipo de cable tiene un alma más grande que los cables de 6 torones, lo hace menos resistente al aplastamiento (ArcelorMittal, 2008).

Figura n.º 3.21 Cable acero 8 x 26 Galv. / Comp. 1770 N/mm²



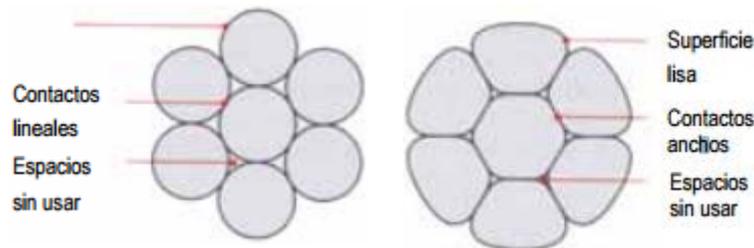
Fuente: (ArcelorMittal, 2008).

3.4.2 Cable galvanizado y compactado.

La compactación de los cordones es un proceso de deformación en frío de los mismos y de sus alambres, en particular, logrado por el paso del cordón por una filera o un par de rodillos. La compactación o compresión logra severas modificaciones, tales como:

- Incremento de la sección metálica del cordón
- Superficies más amplias de contacto entre los alambres.
- Superficie del cordón menos permeable, más regular y más suave.
- Distribución más uniforme de la tensión en los alambres.
- Aumento de la estabilidad dimensional del cordón contra las fuerzas transversales.
- Posibilidad de producir cables con un mayor.

Figura n.º 3.22 Cable con cordones compactados.



Fuente: (ArcelorMittal, 2008).

Las ventajas del cable 8x26 R1770 es la siguiente:

- Mayor resistencia que los cables estándar.
- Resistente al aplastamiento en el tambor, la fricción y el desgaste de superficie.
- Mayor resistencia a la fatiga.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Mejor flexión por la cantidad de torones conformado “8” e hilos que lo conforman.
- Mayor contacto con las superficies del tambor y poleas – mayor vida útil.
- Mejor resistencia a la corrosión por el recubrimiento de galvanizado.

Estos cables técnicos en acero galvanizado, evitan el riesgo de destrucción interna debido a la corrosión, retrasan la corrosión externa en caso de paros prolongados Arcelormittal fábrica sus propios hilos. Este dominio de los hilos de alta resistencia permite asegurar unas resistencias equivalentes a las del acero gris y una gran regularidad en la calidad de sus hilos Cada hilo se somete a un proceso de control integrado dentro del proceso de fabricación (ArcelorMittal, 2008).

Figura n.º 3.23 Certificado de cable acero 8x26 G/C 1770 N/mm².

procables
más que cables



CERTIFICADO DE CALIDAD N° 2014/02-015

CLIENTE : DP WORLD CALLAO S.R.L.
DIRECCIÓN : AV. MANCO CAPAC N° 113 - CALLAO
REFERENCIA : OC 13-2631 / GUIA 001-56905
PRODUCTO : CABLE DE ACERO QC HOIST 8x26WSc 30 mm RD
N° TRAMOS/LONGITUD (m) : 1 x 645
ORDEN DE PRODUCCIÓN : PD 0080050473-10
FECHA DE EMISIÓN : 17 de Febrero de 2014

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

		NOMINAL	REAL
CONSTRUCCIÓN		8x26WSc (14/7+/7/7/1)	8x26WSc (14/7+/7/7/1)
TORCIDO		Regular Derecho	Regular Derecho
DIÁMETRO	[mm]	30.00	30.00
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	[kg -fza]	77 100 min.	77 100
GRADO NOMINAL DEL CABLE	[N / mm ²]	1770 [N / mm ²] GALV.	1770 [N / mm ²] GALV.
PESO POR METRO	[kg / m]	4.200	4.200

ATENTAMENTE.

PROCABLES S.A.

C. ERICK ESPINOZA ENRIQUEZ
Ingeniero de Control Calidad

ERICK E.

Fuente: (Procables, 2012)

3.4.3 Mejora en el lubricador para el cable de acero hoist grúa pórtico.

Inicialmente se usó un tipo de grasa recubriendo el cable con una capa, actualmente se busca buscando la mejor propuesta por los cables La lubricación de los cables de acero es una propuesta difícil, independientemente de su construcción y composición. Los cables con alma de fibra son un poco más fáciles de lubricar que los fabricados exclusivamente de acero. Por esta razón, es importante tomar en consideración si se requiere efectuar re-lubricación en campo (Campos, 2009).

Los lubricantes para cables tienen las siguientes funciones principales:

1. Reducir la fricción entre los torones cuando se mueven uno sobre el otro.
2. Lubricar las zonas de fricción entre el alma y los torones y las superficies exteriores.
3. Proteger contra la corrosión las superficies interiores y exteriores

Hay dos tipos de lubricantes para cables de acero: penetrantes y de recubrimiento. Los lubricantes penetrantes contienen una solvente de petróleo que introduce el lubricante al alma del cable y luego se evapora, dejando detrás de sí una película lubricante gruesa para proteger y lubricar cada hilo de alambre. Los lubricantes de recubrimiento penetran ligeramente, sellando el exterior del cable de la humedad y reduciendo el desgaste y la corrosión por la fricción causada por el contacto con partículas externas (Campos, 2009)

Figura n.º 3.24 Cable lubricado con espuma penetrante



Fuente: (Noria, 2014)

Se utilizan ambos tipos de lubricantes para cables de acero, pero debido a que la mayoría de los cables fallan desde el interior, es importante asegurarse de que el alma reciba suficiente lubricante. Puede utilizarse un enfoque combinado, de manera que se utilice un lubricante penetrante para saturar el alma, y a continuación un revestimiento para sellar y proteger la superficie exterior (Campos, 2009).

Figura n.º 3.25 Cable lubricado con recubrimiento de grasa



Fuente: (Noria, 2014)

El tipo de lubricador aplicado como mejora al cable óptimo es por el clima y temperatura de la zona del callao, presentando capa de neblina todo el año, una elevada humedad que ronda el 80 y 90% (por cercanía del mar). Las temperaturas medias oscilan entre 22°C verano y 17°C en invierno. Los vientos están determinados por la interacción entre la tierra y el mar. De día la tierra se calienta más rápidamente que el mar y los vientos soplan desde el mar frío a la tierra caliente. De noche se produce lo contrario: la tierra se enfría más rápidamente que el mar y los vientos soplan en dirección inversa. De esta manera, el mar tiene un efecto atenuante sobre el clima del litoral, permitiendo un clima más templado del que existiría sin su presencia (callao, 2014)

Figura n.º 3.26 Lubricador para cable óptimo.



PRODUCT DATA SHEET



DRAG CABLE LUBRICANT

Drag Cable Lubricant, commonly known as Bel-Ray Drag Cable Lubricant and Bel-Ray Drag Cable Lubricant 888, is an asphalt based, wire rope lubricant for running wire ropes. **Drag Cable Lubricant** was originally formulated as a barrier rope lubricant for dragline drag ropes where external abrasion is the primary cause of rope damage. When initially applied, however, **Drag Cable Lubricant** also provides excellent rope penetration, protecting inner strands against corrosion and rubbing friction, the primary causes of damage to dragline hoist ropes and shovel hoist and crowd ropes. **Drag Cable Lubricant** is a multipurpose rope lubricant satisfying the performance requirements for the general lubrication of dragline and shovel running wire ropes. **Drag Cable Lubricant** also provides maximum protection of sheaves, drums and fairleads.

Applications

- ◆ For lubrication of all running wire ropes including dragline hoist and drag ropes and shovel hoist and crowd ropes
- ◆ Underground hoist ropes and drums
- ◆ Open gears and chains

Features and Benefits

- | | |
|------------------------------------|--|
| ◆ Superior rope penetration | Protects inner strands against rubbing friction and corrosion for extended wire rope life and reduced rope costs. |
| ◆ Forms tenacious barriers coating | Protects the external surfaces of wire ropes against abrasion for extended life and reduced rope costs. Excellent for dragline drag ropes. |
| ◆ High flash point | Complies with various international regulations concerning safe transport and worker safety. |

Fuente: (BeltRay, 2014)

3.4.4 Método de lubricación y frecuencia.

El nuevo método de lubricación se realiza con un dispositivo que cumple las siguientes funciones:

- Cuenta con un rascador que retira primero la suciedad antes de lubricar.
- Al realizar la limpieza el dispositivo a la vez lubrica el cable.
- El tiempo de lubricación de cable con el dispositivo reduce un 60% de horas hombres Vs la lubricación inicial.

Figura n.º 3.27 Dispositivo lubricador para cable.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

La frecuencia de inspección cable hoist al ser instalado se realiza después de 6 meses, motivo que la lubricación con la grasa Drag ayuda en su vida útil. Después se inspecciona cada 3 meses hasta llegar al año y se continua cada mes, a menos que se encuentre alguna observación por seguimiento lo cual se genera una WO para su evaluación y decidir su cambia cuando sea conveniente según norma ISO 4309.

Tabla n.º 3.7 Cuadro de frecuencia por inspección de cable hoist.

Mes	2016											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Quay Cranes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
QC-01	m1											
QC-02	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1
QC-03									m6			
QC-04	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1
QC-05	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1	m1
QC-06										m6		
Planes:												
	m1	PM Mensual, CABLE > 360 DÍAS.										
	m3	PM Trimestral, CABLE > 180 DÍAS.										
	m6	PM Semestral, CABLE > 180 DÍAS.										

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Figura n.º 3.28 Formato de seguimiento por inspección de cable hoist.

		WO NO		237509	
Mantenimiento Preventivo - Orden de trabajo (CM-WO) EJ / INSPECCION DE CABLE HOIST POR TIEMPO DE OPERACION					
1. Informacion del Trabajo					
Plan: QC05		Equipo Principal			
		Solicitado por		ORACLE - PM	
Frecuencia: EJ / INSPECCION DE CABLE HOIST POR TIEMPO DE OPERACION		Recurso: GR-MECA			
<p>Supervisor de turno:</p> <p>***Cambiar el estado de la Work Order a RELEASED sólo cuando se interviene el Equipo</p> <p>El check indica la condición final del ítem sujeto a inspección.</p> <p>OK significa: Tarea realizada, (a) si se encontró una obs. en la tarea y fue resuelto en el momento se debe colocar un comentario y el número de wo de tipo CMWPM en estado complete. El comentario y número de wo es de carácter obligatorio, (b) si el estado final de la tarea es igual al estado inicial no se debe colocar comentario.</p> <p>NO OK significa:</p> <p>(a) REP, no se completó la tarea por falta de repuesto. El comentario y número de wo es de carácter obligatorio, se generará una wo tipo CM que quedará como backlog en estado unreleased (el Sup. enviará requerimiento de ítems nuevo por email). Las wo CM generadas a partir del NO OK por REP deberá tener reservado el repuesto en la wo.</p> <p>b) PEN, no se completó la tarea por falta de: (1) Non Stock y/o Servicio, el comentario y número de wo es de carácter obligatorio, se genera una wo tipo CM que quedaría como backlog en estado on Hold (el Sup. creará requerimiento de non stock y/o servicio en el sistema) y (2) Por falta de recurso empleado o por disponibilidad de equipo por parte de operaciones quedaría en estado unreleased.</p>					
Fecha de Inicio:		Fecha de Fin:			
Hora de Inicio:		Hora de Fin:			
Supervisor de turno					
Nombre	Hora	Nombre	Hora	Nombre	Hora
Control ON:	Hoist:	Trolley:	Boom:	Gantry:	

\\s\scad\form\Ingenieria\Planteamiento DP WORLD\Ozaki EB\Proyecto Cordillera\Reportes\0 - 08 MD\008
 EAM-8 - Work Order PM (PRIMER ENTREGABLE) Formatos Ingenieria - Grupo DCPM OC V6 OFF ON.rtf

Supervisor :

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Figura n.º 3.29 Formato de inspección de cable acero hoist.

FORMATO INSPECCIÓN DE CABLE ACERO HOIST DE QC

WD de inspección : _____

Equipo : _____

Fecha de último cambio de Cable : _____

WD de último cambio de cable : _____

Especificaciones del Cable entrante

Diámetro : **30 MM**

Tipo de Cable : **CABLE ACERO HOIST COMPACTADO Y GALVANIZADO / 8x26 D30MM L645M R1860**

Proveedor : **PROCABLES**

Según Norma ISO 4309	Máxima Cantidad Permitida de Alambres quebrados en diámetro nominal cable d (mm)	
Equipo - Grua Portico	En 180 mm. (6 x d)	En 300 mm. (30 x d)
	18	36

Estado del Cable

Buen estado	
Ondulación	
Corrosión (Leve ; Medio ; Alto).	
Falta de Lubricación	
Fatiga / Picadura de Alambre	
Ploسة o Abrasión	
Cesta o Jaula	
Curvas o Pliegues	
Torón saliente / Distorsión	

Acción Correctiva

Lubricación	
Cambio de Cable	
Seguimiento X inspección	

Diagrama que muestra un cable correctamente instalado (CORRECTO) y uno incorrecto (INCORRECTO). A la derecha, un diagrama titulado 'LADO TIERRA' muestra la 'POSICIÓN DEL CABLE' con un 'Paso de cable de 180 mm'.

REGISTRO DE INSPECCION DE CABLE ACERO DE HOIST

Fecha de Monitoreo	CABLE 1					CABLE 2					CABLE 3					CABLE 4									
	COORDENADAS		N° HILOS ROTOS			COORDENADAS		N° HILOS ROTOS			COORDENADAS		N° HILOS ROTOS			COORDENADAS		N° HILOS ROTOS							
	TROLLEY	HOIST	DIST	N°HRT	NTD	@ Cable	TROLLEY	HOIST	DIST	N°HRT	NTD	@ Cable	TROLLEY	HOIST	DIST	N°HRT	NTD	@ Cable	TROLLEY	HOIST	DIST	N°HRT	NTD	@ Cable	
			300 mm						300 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180 mm																
			180 mm						180																

Figura n.º 3.30 Formato de inspección de cable acero hoist evaluado.

DP WORLD Callao

FORMATO INSPECCIÓN DE CABLE ACERO HOIST DE QC

WO de Inspección :
 # Equipo : QCD4
 Fecha de último cambio de Cable : 29-Jul-15
 # WO de último cambio de cable : 159879

Especificaciones del Cable entrante
 Diámetro : 30MM
 Tipo de Cable : CABLE ACERO COMP Y GALV / 8026 E00MM (L445) (L1900)
 Proveedor : PROCCABLES

Según Norma ISO 4309
 Máxima Cantidad Permitida de Alambres quebrados
 Equipo - Grúa Portico
 En 180 mm. (6 D) : 18
 En 900 mm. (30 D) : 36

Estado del Cable :
 Buen estado : 0
 Ondulación : 1
 Corrosión : 2
 Falta de Lubricación : 3
 Fatiga / Picadura de Alambra : 4
 Rose o Abrasion : 5
 Curvas o Jaula : 6
 Terce o Jallente / Distorsión : 8

Acción Correctiva
 Lubricación : L
 Cambio de Cable : C
 Seguimiento X Inspección : S

Plan View of RHM Machine Hoist

CORRECTO INCORRECTO

Fecha de Monitoreo	CABLE 1					CABLE 2					CABLE 3					CABLE 4																						
	COORDENADAS TRUCKLEY	HOIST	DIST	Nº HILOS ROTOS N°HAT	Nº HILOS ROTOS NTD	COORDENADAS TRUCKLEY	HOIST	DIST	Nº HILOS ROTOS N°HAT	Nº HILOS ROTOS NTD	COORDENADAS TRUCKLEY	HOIST	DIST	Nº HILOS ROTOS N°HAT	Nº HILOS ROTOS NTD	COORDENADAS TRUCKLEY	HOIST	DIST	Nº HILOS ROTOS N°HAT	Nº HILOS ROTOS NTD																		
15-11-16	4.5		900 mm	1		14.86			900 mm	2	1																											
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm												
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
	13.61			900 mm	1	29.8	50.72			900 mm	2	29.8																										
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
	33.18			900 mm	1		52.80			900 mm	1																											
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														

REGISTRO DE INSPECCIÓN DE CABLE ACERO DE HOIST

Fecha de Monitoreo	CABLE 1					CABLE 2					CABLE 3					CABLE 4																						
	COORDENADAS TRUCKLEY	HOIST	DIST	Nº HILOS ROTOS N°HAT	Nº HILOS ROTOS NTD	COORDENADAS TRUCKLEY	HOIST	DIST	Nº HILOS ROTOS N°HAT	Nº HILOS ROTOS NTD	COORDENADAS TRUCKLEY	HOIST	DIST	Nº HILOS ROTOS N°HAT	Nº HILOS ROTOS NTD	COORDENADAS TRUCKLEY	HOIST	DIST	Nº HILOS ROTOS N°HAT	Nº HILOS ROTOS NTD																		
15-11-16	17.83			900 mm	1	29.8				900 mm	1	29.8																										
				180 mm						180 mm													180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
				180 mm						180 mm													180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
				180 mm						180 mm													180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
				180 mm						180 mm													180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
				180 mm						180 mm													180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
	13.61			900 mm	1	3	53.7			900 mm	02	1																										
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
	16.10			900 mm	1	2				900 mm	1	2																										
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
	13.61			900 mm	4	2				900 mm	4	2																										
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
				180 mm						180 mm														180 mm														
16.49			900 mm	4	4				900 mm	4	4																											
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
10.78			900 mm	3	3				900 mm	3	3																											
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			
			180 mm						180 mm														180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			180 mm			

COMENTARIOS
 Observación general:
 El cable se encuentra con hilos rotos dentro de la tolerancia permitida (Buen estado)
 Requiere Lubricar cables de Hoist y Catenaria.

HORAS DE HOIST:
 INSPECTORES:
 Edgar Dela cruz
 Jaime Montalvan
 Carlos Mori
 Carlos Quispe

NOTA
 N°HAT : Numero de Hilos Rotos Total
 NTA : Numero de Torones Abastados
 6 D : 6 Vezes el diametro del Cable
 30 D : 30 Vezes el diametro del Cable

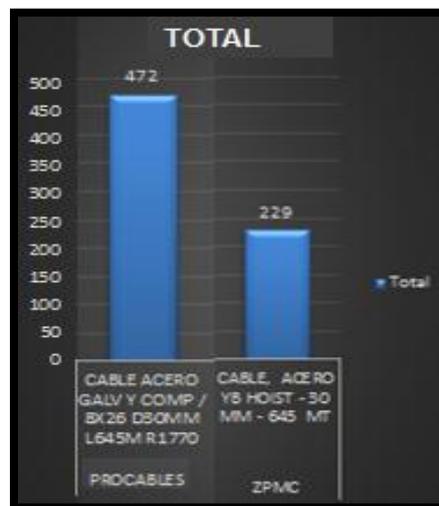
TORON N° 1 UN PASO DEL CABLE

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

3.4. Desarrollo el Objetivo 4

En la búsqueda del cable acero óptimo se realizaron pruebas con 4 tipos de cables con el soporte de la empresa Procables S.A. durante casi 4 años (2011 al 2015). Cada cambio se va mejorando la especificación técnica según pruebas de ensayo. Lo que se busca es mayor vida útil del cable, evitar cambios de cable de la grúa en tiempo prematuro, mejorar costos y mejorar la disponibilidad.

Figura n.º 3.31 Imagen comparativa de vida útil de cable acero inicial con la mejor propuesta 8x26 grado R1770.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Las ventajas del cable 8x26 R1770 es la siguiente:

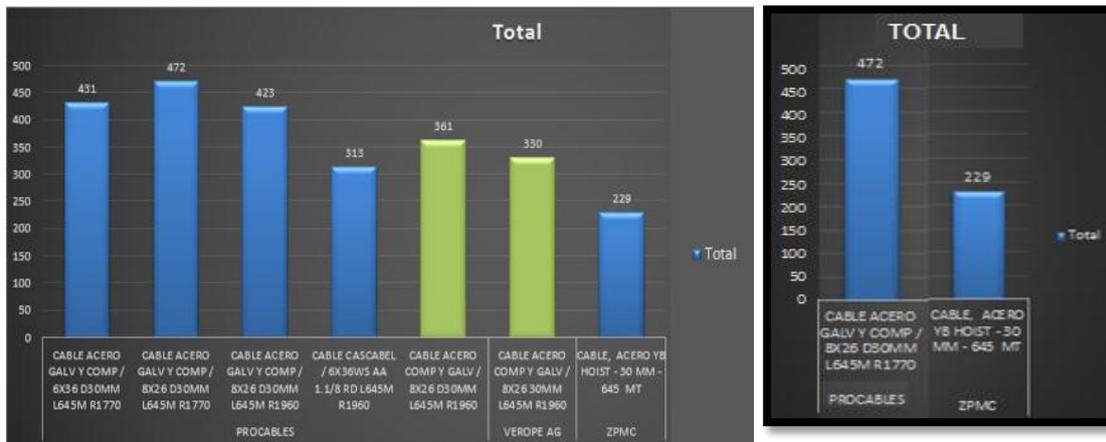
- Mayor resistencia que los cables estándar.
- Resistente al aplastamiento en el tambor, la fricción y el desgaste de superficie.
- Mayor resistencia a la fatiga.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Mejor flexión por la cantidad de torones conformado “8” e hilos que lo conforman.
- Mayor contacto con las superficies del tambor y poleas – mayor vida útil.
- Mejor resistencia a la corrosión por el recubrimiento de galvanizado.

A continuación se explicara teóricamente el tipo de cable acero que tuvo a inicios la grúa pórtico, características e construcción y mantenimiento que se realizaba.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

Figura n.º 4.1 Comparativo de vida útil de cable acero inicial con la mejor propuesta 8x26 grado R1770.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

4.1.1. Cálculo de costo total por el correctivo de cambio cable acero hoist y grúa pórtico parada.

4.1.1.1. Costo de cables de acero ZPMC; Procables S.A. y Verope para grúa pórtico.

Los cables utilizados por la grúa pórtico en el sistema Hoist son 2 unidades de 645 metros de longitud.

Tabla n.º 4.1 Cuadro de costo del cable acero para sistema hoist.

CABLES DE CAERO HOIST QCs					
ITEM	UND	DESCRIPCION	MARCA	COST x MT	PRECIO
1	2	CABLE ACERO COMP Y YB 30MM - 645MT	ZPMC	12.45	\$16,060.50
2	2	CABLE ACERO COMP Y GALV // 6X36 D30MM L645M R1770	PROCABLES	14.4	\$18,576.00
3	2	CABLE ACERO CASCABEL 6X36 AA 1.1/8 RD L645M R1960	PROCABLES	9.77	\$12,603.30
4	2	CABLE ACERO COMP Y GALV // 8X26 30MM L645M R1770	PROCABLES	16.3	\$21,027.00
5	2	CABLE ACERO COMP Y GALV // 8X26 30MM L645M R1960	PROCABLES	16.9	\$21,801.00
6	2	CABLE ACERO COMP Y GALV // 8X26 30MM L645M R1960	VEROPE	15.45	\$19,930.50

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Figura n.º 4.2 Comparación de precios del cable inicial y el actual.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

4.1.1.2. Costo por cambio de cables acero hoist grúa pórtico en Dp World Callao.

Tabla n.º 4.2 Cuadro por preparativo cambio cable acero hoist para grúa pórtico.

1- PREPARATIVO PARA CAMBIO DE CABLE HOIST GRUA PORTICO QCs						
ITEM	Nº TEC.	PERSONAL	HR.	HR./TOL.	SUELDO x	SUELDO x HR / TOL.
					HR DPWC	DPWC
1	6	PERSONAL Dp World Callao	12	72	14.58	S/. 1,049.76
TOTAL						\$318.11

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Tabla n.º 4.2 muestra la cantidad de personal para el preparativo de cambio cable hoist, quiere decir sabiendo una fecha programada por el correctivo se enrolla los 2 cables de 650 metros de lardo en un dispositivo el cual se usada en la actividad.

Tabla n.º 4.3 Cuadro por materiales usados en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.

2- MATERIALES PARA CAMBIO CABLE HOIST GRUA PORTICO QCs		
ITEM	DESCRIPCION INSUMOS	PRECIO
1	Disco de corte de acero inoxidable 4 1/2	\$1.97
2	Traje protección personal	\$7.79
3	Botella de acetileno	\$48.17
4	Buzo descartable	\$68.16
5	Disco de corte de metal 4 1/2	\$2.64
6	Limpiador de mano biodegradable	\$13.01
7	Pintura spray	\$2.70
8	Trapo Industrial	\$7.10
9	Guante de badana	\$52.42
10	Estrobos especial tejido estrobo de cable acero	\$232.40
11	Pernos de grapa	\$600.00
12	eslinga poliéster 2"x2" capas x 1 M	\$17.10
13	Grillete lira 3/4" con pin roscado	\$37.75
TOTAL		\$1,091.21

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Tabla n.º 4.4 Cuadro x H. hombres empleadas en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.

3- HORAS HOMBRE CAMBIO CABLE HOIST DE GRUA PORTICO QCs									
ITEM	Nº TEC.	TURNO	PERSONAL	HR.	HR./TOL.	SUELDO x HR		SUELDO x HR / TOL.	
						DPWC	TERCEROS	DPWC	TERCEROS
1	10	DIA	PERSONAL Dp World Callao	12	120	14.58		1749.6	0
2	4	DIA	PERSONAL CONTARTISTA	12	48		13.15	0	631.2
3	6	NOCHE	PERSONAL Dp World Callao	8	48	14.58		699.84	0
4	2	NOCHE	PERSONAL CONTARTISTA	8	16		13.15	0	210.4
						TOTAL		S/. 2,449.44	S/. 841.60
						TOTAL		\$742.25	\$255.03
						TOTAL		\$997.28	

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Tabla n.º 4.4 muestra las horas totales empleadas por el personal de Dp World Callao y los terceros, así mismo el costo de mano de obra.

Tabla n.º 4.5 Cuadro por materiales usados en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.

4- PERDIDA EN PRODUCTIVIDAD POR CORRECTIVO DE CAMBIO CABLE HOIST DE GRÚA PÓRTICO QCs					
MAQUINA	HORAS DE PARO	PARO (min)	CONTENEDORES NO CARGADOS O DESCARGADOS	PRECIO DE SERVICIO	COSTO DEL SERVICIO NO REALIZADO
GRÚA PÓRTICO	20	1200	600	\$155.95	\$93,570.00

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Figura n.º 4.3 Costos de la tarifa Dp World Callao.

DP World Callao S.R.L.
TARIFARIO AL PÚBLICO GENERAL
(Vigente a partir del inicio de la Explotación)

Ítem	Nombre y Descripción del Servicio	Unidad de Medida	Tarifa					
			USD (\$)*	IGV	Total	USD (\$)*	IGV	Total
Sección 1			Servicios Estándar (Regulados)					
1.1	Uso o alquiler de amarradero (n1)	Eslera Total (m) x Horas Ventana	\$0.746	Exonerado	\$0.746			
(n1): Incluye amarrar y desamarrar. La longitud total de la nave a ser confirmada por su 'International Tonnage Certificate'. El uso de amarradero a contar desde la recepción de la primera espora de la nave hasta la bita, hasta el desamarrar de la última espora antes del zarpe.								
1.2	Embarque y Descarga		20 Pies			40 Pies		
1.2.1	Embarque o Descarga de Contenedores Llenos – Porción Nave	Por Movimiento	\$12.00	Exonerado	\$12.00	\$12.00	Exonerado	\$12.00
1.2.2	Embarque o Descarga de Contenedores Llenos – Porción Tierra	Por Movimiento	\$83.98	\$15.12	\$99.10	\$132.16	\$23.79	\$155.95
1.2.3	Embarque o Descarga de Contenedores Vacíos (n2)	Por Movimiento	\$76.79	Exonerado	\$76.79	\$115.32	Exonerado	\$115.32
1.2.4	Transbordo de Contenedores dentro del Terminal (Llenos o Vacíos) - Ciclo Completo (n3)	Por Ciclo Completo	\$76.79	Exonerado	\$76.79	\$115.32	Exonerado	\$115.32
(n2): Monto regulado según contrato de concesión.								
(n3): Contenedores de transbordo son los que arriban y zarpan en naves que operan en DPW Callao. La tarifa incluye el embarque y descarga en ambas naves (ciclo completo de transbordo). Incluye 2 días de uso de área operativa. Los contenedores de transbordo interterminales se facturan de acuerdo a la tarifa 2.7.1 (Tarifas se aplican por contenedor y no por ciclo).								
Sección 2			Servicios Especiales (No Regulados) – Operadores de Naves					
2.1	Re-Estibas (Movilización de Contenedores entre bodegas de la nave)		20 Pies			40 Pies		
2.1.1	Re-Estibas contenedor estándar - misma Bodega	Por Contenedor	\$135.00	Exonerado	\$135.00	\$270.00	Exonerado	\$270.00
2.1.2	Re-Estibas contenedor estándar - Bodega a Bodega - Via Muelle (4)	Por Contenedor	\$270.00	Exonerado	\$270.00	\$540.00	Exonerado	\$540.00
(n4): Cuando las re-estibas requieren transferencia a patio debido a la naturaleza de la carga (refrigerada, peligrosa, sobredimensionada) o por exceso (máx. 4 cotts por bodega a la vez), el Operador informará al agente de la Línea que la operación se llevará a cabo vía patio, en cuyo caso aplicarán movimientos adicionales en patio. En cuando sea posible, dicha comunicación se llevará a cabo antes del comienzo de operaciones. Movimientos adicionales serán facturados de acuerdo al tarifario al público general.								
2.2	Naves no Celulares		20 Pies			40 Pies		
2.2.1	Cargo por Embarque o Descarga de bodegas de Naves no Celulares (n5)	Por Movimiento	\$50.00	Exonerado	\$50.00	\$70.00	Exonerado	\$70.00
(n5): Incluye el suministro de equipos especiales y/o personal para enganche y desenganche, y productividad reducida debido a la falta de guías de bodega.								
2.3	Otros Servicios Especiales		20 Pies			40 Pies		
2.3.1	Embarque y Descarga de Contenedores (Diversos) y/o Intermedios	Por Movimiento	Se aplicará 1.2.1 y 1.2.2			Se aplicará 1.2.1 y 1.2.2		

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Tabla n.º 4.6 Cuadro de costo del cable inicial ZPMC y obtenido de PROCABLES en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.

5- CABLES DE CAERO HOIST QCs					
ITEM	UND	DESCRIPCION	MARCA	COST x MT	PRECIO
1	2	CABLE ACERO COMP Y YB 30MM - 645MT	ZPMC	12.45	\$16,060.50
4	2	CABLE ACERO COMP Y GALV / 8X26 30MM L645M R1770	PROCABLES	16.3	\$21,027.00

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Tabla n.º 4.6 muestra el costo del cable acero hoist inicial de ZPMC y el de costo del cable obtenido como resultado según ensayo con el soporte de la empresa Procables el cual es **“cable acero compactado y galvanizado 8x26 30mm L645m R1770N/mm²”**.

Con estos 2 cables se trabajara según días trabajados o vida útil para ver si los costos han mejorado.

Tabla n.º 4.7 Cuadro por costo de servicios y equipos usados en el cambio cable acero hoist para grúa pórtico.

6- COSTO DE SERVICIO DE EQUIPO Y DE LA GRUA		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO
1	ALQUILER DE MONTACARGA	\$500.00
2	SERVICIO DE ENERGIA DE LA GRUA	\$100.00
TOTAL		\$600.00

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Tabla n.º 4.7 muestra el costo por alquiler de equipo (monta carga de 16 toneladas) y la energía empleada durante 20 horas para funcionamiento de la grúa pórtico (energía para uso de los sistemas) por cambio de cable hoist.

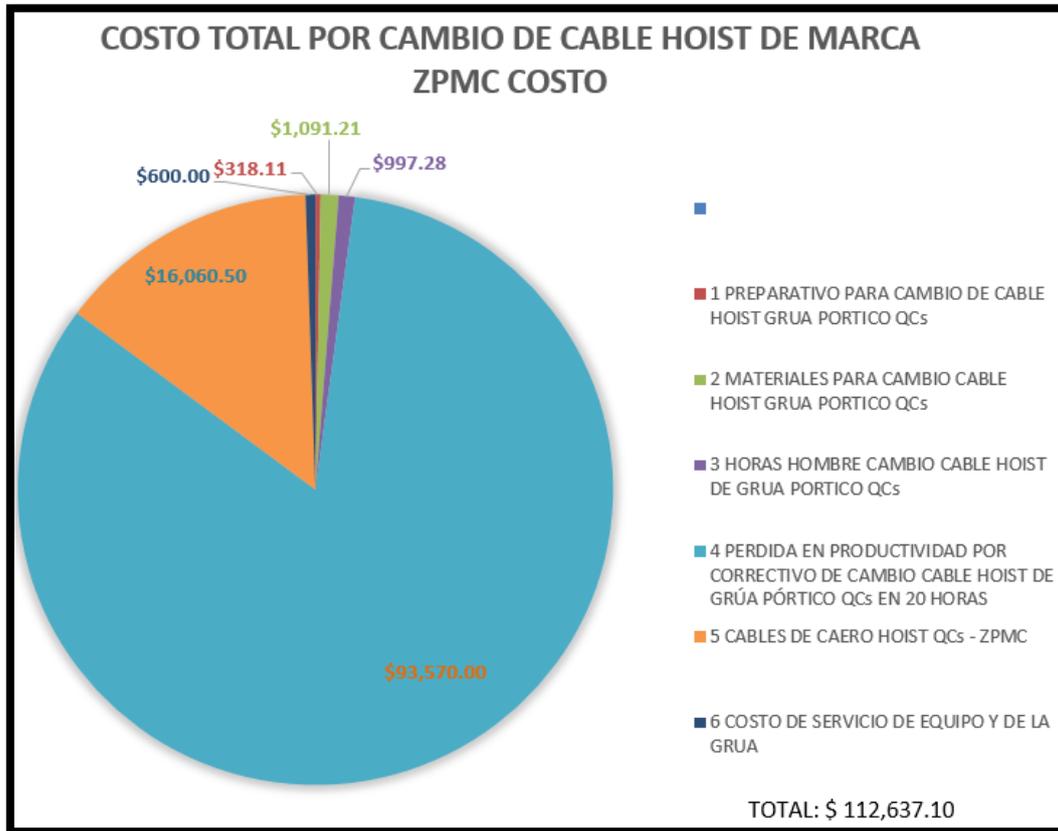
Tabla n.º 4.8 Cuadro costo total por correctivo de cambio cable acero hoist ZPMC para grúa pórtico.

COSTO TOTAL POR CAMBIO DE CABLE HOIST DE MARCA ZPMC		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO
1	PREPARATIVO PARA CAMBIO DE CABLE HOIST GRUA PORTICO QCs	\$318.11
2	MATERIALES PARA CAMBIO CABLE HOIST GRUA PORTICO QCs	\$1,091.21
3	HORAS HOMBRE CAMBIO CABLE HOIST DE GRUA PORTICO QCs	\$997.28
4	PERDIDA EN PRODUCTIVIDAD POR CORRECTIVO DE CAMBIO CABLE HOIST DE GRÚA PÓRTICO QCs EN 20 HORAS	\$93,570.00
5	CABLES DE CAERO HOIST QCs - ZPMC	\$16,060.50
6	COSTO DE SERVICIO DE EQUIPO Y DE LA GRUA	\$600.00
TOTAL		\$112,637.10

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Tabla n.º 4.8 nos muestra el costo total de la actividad por cambio de cable hoist de la grúa pórtico, empleando el cable ZPMC que fue usado en sus inicios y con una durabilidad de aproximadamente 229 días. En el cuadro se observa 2 cambios de cables en un tiempo de 458 días.

Figura n.º 4.4 Costo de actividad por cambio de cable hoist marca ZPMC



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Nota: se observa que la productividad es la que lidera el monto más alto en una parada de 20 horas de la grúa pórtico, se genera pérdida para la empresa.

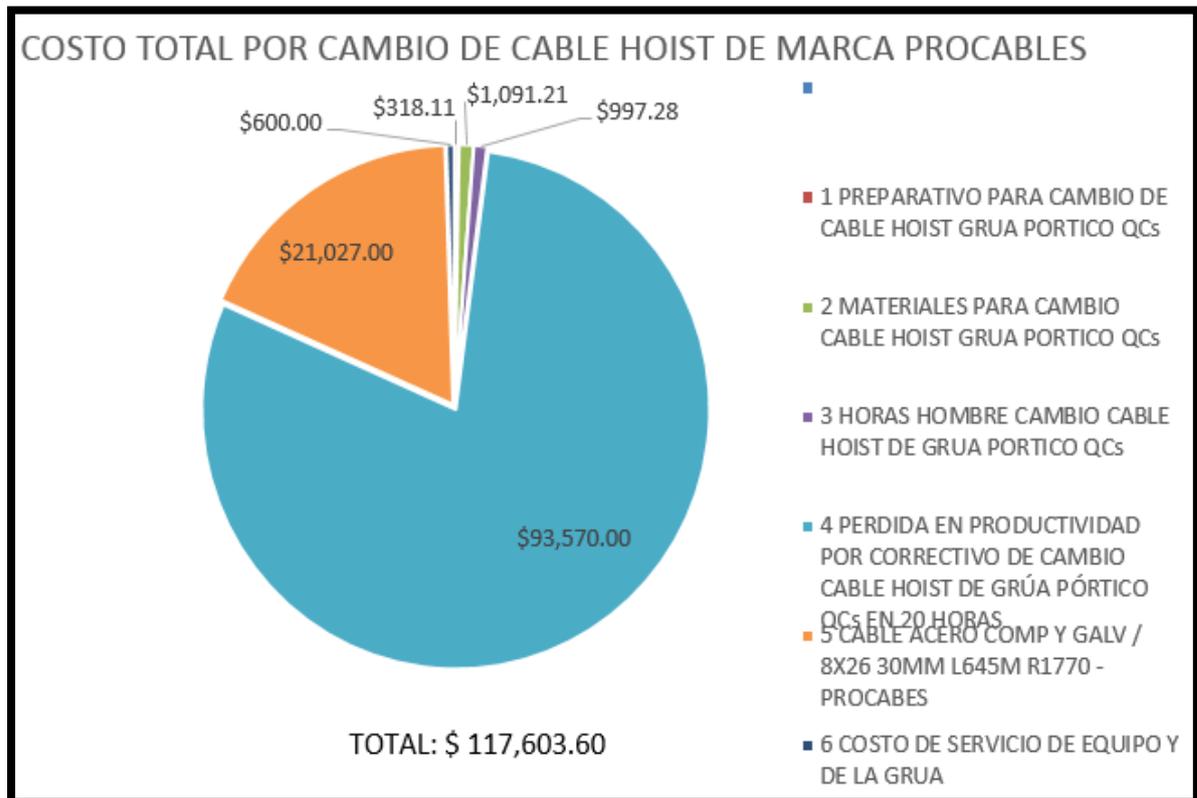
Tabla n.º 4.9 Cuadro costo total por correctivo de cambio cable acero hoist PROCABLES para grúa pórtico.

COSTO POR ACTIVIDADES DE CAMBIO CABLE HOIST DE MARCA PROCABLES- VIDA ÚTIL DE 458 DIAS		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO
1	PREPARATIVO PARA CAMBIO DE CABLE HOIST GRUA PORTICO QCs	\$318.11
2	MATERIALES PARA CAMBIO CABLE HOIST GRUA PORTICO QCs	\$1,091.21
3	HORAS HOMBRE CAMBIO CABLE HOIST DE GRUA PORTICO QCs	\$997.28
4	PERDIDA EN PRODUCTIVIDAD POR CORRECTIVO DE CAMBIO CABLE HOIST DE GRÚA PÓRTICO QCs EN 20 HORAS	\$93,570.00
5	CABLE ACERO COMP Y GALV / 8X26 30MM L645M R1770 - PROCABES	\$21,027.00
6	COSTO DE SERVICIO DE EQUIPO Y DE LA GRUA	\$600.00
TOTAL ANUAL		\$117,603.60

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Tabla n.º 4.9 nos muestra el costo total de la actividad por cambio de cable hoist de la grúa pórtico, empleando el cable elegido según ensayo por 5 años **“cable acero compactado y galvanizado 8x26 30mm L645m R1770 N/mm²”**.

Figura n.º 4.5 Costos por actividades de cambio de cable hoist marca PROCABLES –vida útil por 472 días.



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

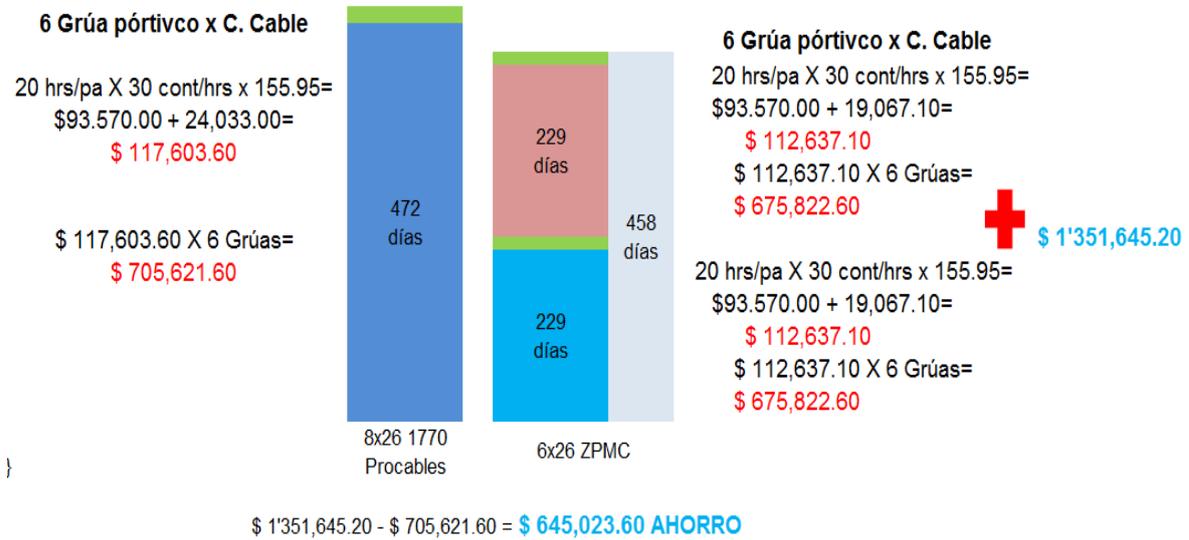
Nota: se observa que la productividad es la que lidera el monto más alto en una parada de 20 horas de la grúa pórtico, se genera pérdida para la empresa.

Tabla n.º 4.10 Cuadro comparativo de lucro cesante de cambio cable hoist de las 6 grúas pórtico de la empresa Dp World Callao.

COMPARACION DE COSTO TOTAL POR CAMBIO DE CABLE AL AÑO POR 6 GRÚAS PÓRTICOS					
ITEM	MARCA	# CAMBIOS AL AÑO	COSTO x 472 DIAS	QCs	TOTAL x 6 GRUAS
1	ZPMC	2	\$225,274.20	6	\$1,351,645.20
2	PROCABLES	1	\$117,603.60	6	\$705,621.60
AHORRO TOTAL POR LA MEJORA					\$646,023.60

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

Tabla n.º 4.11 Comparación del costo por correctivo entre cable inicial y final



Fuente: (DpWorldCallao, 2015)

La tabla n.º 4.10 se observa los 2 tipos de cables que se están comprando, cable inicial por fabricante y cable optimo según proceso de mejora. Por el correctivo del cambio de cable de la grúa se presentan varios costos por la actividad; insumos, mano de obra, alquiler de equipos-servicios y pérdida de productividad los cuales generan un costos altos al parar una grúa 2 veces en 458 días x 6 grúas pórticos 12 veces.

La mejora nos permite solo realizar un solo cambio de cable a los 472 días por grúa, quiere decir solo 6 cambios a los 472 días totales por las 6 grúa pórticos.

El lucro cesante que se obtiene por la mejora a los 472 días es de \$646,023.60 por los cambios de cable en las 6 grúa pórticos al año.

4.2. CONCLUSIONES

El trabajo por mejora de procesos en esta tesis ha consistido en un estudio, combinado de técnicas numéricas y experimentales por parte del proveedor en conjunto con el área de mantenimiento de ingeniería de grúas. A pruebas de ensayos de los cables de acero cada vez que fueron retirados de la grúa pórtico.

Con el mapa de procesos por inspección de cable acero de sistema hoist de la grúa pórtico se aprecia un mejor flujo en la intervención, ya sea por mantenimiento programado, incidente que sufra por una mala operación o por causas naturales (oleaje).

Durante el proceso de la búsqueda de selección por el tipo de cable acero óptimo para el sistema hoist se realizó varios ensayos durante el período de 4 años con 6 grúas pórticos. El resultado obtenido fue un cable diferente en su característica y su construcción el 6x36 Galv. / Compac. (Inicial) Vs 8x26 Galv. / Compac. (Final) la ventaja es de ser más flexible por cantidad de torones y mayor vida útil por lo cual mejorada su disponibilidad en el trabajo.

El cambio en las especificaciones técnicas del cable de acero hoist obtenido como resultado final nos permite tener una mayor vida útil que duplica al cable usado inicialmente ZPMC en las grúas pórticos. Esto ayuda a tener mayor disponibilidad de la grúa para realizar más movimientos de contenedores y reducir costos por parada. El beneficio obtenido por el nuevo cable es que el correctivo de cambio se realizara solo una vez cada año a comparación del cable inicial que se realizaba dos cambios al año, una rentabilidad alta a año por uso del cable óptimo.

Finalmente, se considera haber cumplido con el objetivo presentado al inicio de esta tesis, el cual consistió en aplicar herramientas de Ingeniería Industrial factibles de aplicación para encontrar cuales y como se puede mejorar la disponibilidad de la grúa pórtico en la empresa Dp World Callao 2015.

4.3. RECOMENDACIONES

La mejora en optimizar los cables de acero del sistema hoist de la grúa pórtico en la empresa Dp World Callao, servirá para muchos de los muelles con que cuenta la empresa en los diferentes continentes. Replantear sus esquemas actuales y orientarlos a este nuevo cable como prueba para mejorar su productividad por movimientos de contenedores.

Hay que tener en cuenta que un cliente satisfecho – operaciones, por mayor disponibilidad de grúa mayor será el ingreso para la empresa, llegar a cumplir con su objetivo por movimientos de contenedores al año y cero accidente.

Según la necesidad por el tiempo de vida o funcionamiento del equipo- grúa pórtico, actualizar el mapa de proceso por inspección de cable acero del sistema hoist, para prevenir cualquier inconveniente del cable y se nos presente una falla o rotura de cable en su operación.

Para mejorar la vida útil del cable de acero se recomienda elaborar un procedimiento por lubricación e inspección de componentes (Tambor; polea; ganchos; rolos, etc...) del sistema hoist, donde nos de las frecuencias, uso de herramientas o equipos adecuados y grasa requerida según el sistema. Este paso a paso nos permitirá no accidentarnos y evitar contaminar las aguas

Las expectativas de mejora en el proceso de encontrar un cable de acero que tenga mayor vida útil al inicial fueron altas, lo que significa que la calidad del producto nuevo supero las expectativas deseadas por la empresa Dp World Callao 2015.

REFERENCIAS

- Miranda Soto, J. (2005). Estudio de prefactibilidad técnica y económica de un teleférico en el Cerro Divisadero
- Palomino Almazan, J. (2009). Optimización de la Unidad de explotación del Consencionario Operador de Terminal de Contenedores. Aplicación al Sistema Portuario Español.
- Pinto Ascuña, O. (2011). Diseño de un muelle flotante de acero.
- Carrasco Angulo, C. (2011). Metodología para el análisis estático y dinámico se estructuras metálicas aplicando el método de elementos finitos.
- Esparza Martín, F. (2012). plan estratégico de la industria de equipos para el manejo de contenedores en el callao.
- Department of Civil Engineering, A. (2011). Uso de Contenedores Reformado para construcción de Edificios y Viviendas.
- Prodinsa (2004). Especialistas en diseñar, construir e instalar soluciones para levantar mover y fijar cargas.
- Logi news (2015). Logística y transportes.
<http://noticiaslogisticaytransporte.com/>
- Liebherr (2013). Grúas móviles para puerto.
http://www.liebherr.com/MCP/es-ES/products_mcp.wfw/id-11603-0/measure-metric
- Paz López, A. (2013). Procedimientos operativos de grúas pórticos.
<http://es.slideshare.net/AlbertoLpezPaz/gruas-portico-procedimientos-operativos>
- Industria Gruasa (2004). Fabricación de grúas puente.
<http://www.gruasa.com/documents/gruaporticoanaliselementosfinitos.pdf>
- Peruana I, (2014). infraestructuraperuana.blogspot.com/2014/11/puerto-del-callao-muelle-
- Verope, (2015). Fabricador de cables de acero.
- Dp World (2005). [Dpworld.com/about-dp-world](http://dpworld.com/about-dp-world) (2010).
- Dp World Callao (2016). [dpworldcallao.com.pe/DPWPortal/faces/home?\(2010\)](http://dpworldcallao.com.pe/DPWPortal/faces/home?(2010)).
- ZPMC (2005), <http://www.zpmc.com/index.html>.
- ArcelorMittal(2008), file:///C:/Users/mauca/Downloads/09.-CABLE-DE-ACERO.pdf.
- Campos Antonio, S.(2012), Análisis y selección de cables formados por torones para el manejo de cargas en grúas.
- Noria (2014), <http://noria.mx/lublearn/fundamentos-de-lubricacion-de-cables-de-acero/>.
- Callao (2014), http://www.peru-info.net/callao_geografia_y_medio_ambiente.html.
- Belt ray (2014), http://www.belray.com/msds_search/58000?region=561.

ANEXOS

Anexo n.º 1. Cuadro histórico cables acero grúas pórticos.....	992
---	-----

Anexo n.º 1. Cuadro histórico de cables acero de grúa pórtico.

VIDA UTIL DE CABLES HOIST QC'S

Cables retirados de las QC's, este reporte no registra cambios parciales o por accidente

SISTEMA	HOIST	X			
COMPONENTE	(Varios elementos)	X			
OBSERVACION	(Varios elementos)	X			
Promedio de DL					
EQUIPO	FECHA DE INSTALACION / INSPECCION	FECHA RETIR	FABRICATED / PROVIDER	MODEL	Total
QC 01	23-mar-10	25/05/2011	ZPMC	CABLE, ACERO YB HOIST - 30 MM - 645 MT	228
	25-may-11	05/03/2012	PROCABLES	CABLE CASCABEL / 6X36W3 AA 1.1/8 RD L645M R1960	469
	05-sep-12	11/11/2013	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1960	432
	11-nov-13	15/02/2015	VEROPE AG	CABLE ACERO COMP Y GALV / 8X26 30MM L645M R1960	461
Promedio QC 01					398
QC 02	08-abr-10	13/12/2010	ZPMC	CABLE, ACERO YB HOIST - 30 MM - 645 MT	200
	13-dic-10	08/03/2011	PROCABLES	CABLE CASCABEL / 6X36W3 AA 1.1/8 RD L645M R1960	269
	08-sep-11	25/11/2012	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1960	444
	22-ago-13	05/01/2015	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1770	501
	05-ene-15	24/03/2016	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1960	444
Promedio QC 02					372
QC 03	08-abr-10	03/01/2011	ZPMC	CABLE, ACERO YB HOIST - 30 MM - 645 MT	220
	03-ene-11	28/03/2011	PROCABLES	CABLE CASCABEL / 6X36W3 AA 1.1/8 RD L645M R1960	268
	28-sep-11	12/02/2013	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 6X36 D30MM L645M R1770	503
	07-may-13	14/05/2014	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1770	372
	14-may-14	06/11/2015	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1770	541
	06-nov-15	22/08/2016	PROCABLES	CABLE ACERO COMP Y GALV / 8X26 D30MM L645M R1960	290
Promedio QC 03					366
QC 04	15-nov-11	07/11/2012	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 6X36 D30MM L645M R1770	358
	01-jul-13	10/04/2014	PROCABLES	CABLE CASCABEL / 6X36W3 AA 1.1/8 RD L645M R1960	283
	10-abr-14	23/07/2015	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1770	475
Promedio QC 04					372
QC 05	03-jul-10	13/05/2011	ZPMC	CABLE, ACERO YB HOIST - 30 MM - 645 MT	250
	13-may-11	23/10/2012	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1960	529
	06-jun-13	31/07/2014	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1770	420
	31-jul-14	03/06/2015	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1960	307
Promedio QC 05					377
QC 06	21-jul-10	07/06/2011	ZPMC	CABLE, ACERO YB HOIST - 30 MM - 645 MT	245
	07-jun-11	15/11/2012	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1960	527
	20-jun-13	25/03/2014	PROCABLES	CABLE CASCABEL / 6X36W3 AA 1.1/8 RD L645M R1960	278
	25-mar-14	10/10/2014	VEROPE AG	CABLE ACERO COMP Y GALV / 8X26 30MM L645M R1960	199
	10-oct-14	17/07/2015	PROCABLES	CABLE ACERO GALV Y COMP / 8X26 D30MM L645M R1960	280
Promedio QC 06					306
Total general					363

Fuente: (DpWorldCallao, 2015)