

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



***"SUPERVISIÓN DEL MONTAJE MECÁNICO Y  
PUESTA EN SERVICIO DE UNA GRÚA PORTUARIA  
TIPO STS SÚPER POST PANAMAX DE 60  
TONELADAS - PUERTO MARÍTIMO DE PAITA"***

**INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**CESAR EDUARDO HUAYCHO GUTIÉRREZ**

**CALLAO, NOVIEMBRE DEL 2017**

**PERÚ**

## ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL MODALIDAD: INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL

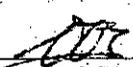
A los SEIS días del mes de ABRIL del dos mil dieciocho, siendo las 13:00 horas, se procedió a la instalación del Jurado de Exposición de Informe de Experiencia Laboral de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Resolución Decanal 002-2018-D-FIME-J-EXP-ITSP) conformado por los siguientes docentes:

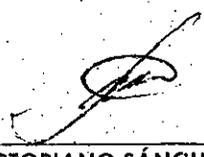
- PRESIDENTE : Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
- SECRETARIO : Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VÁLVERDE
- VOCAL : Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN
- ASESOR : Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA

Con el fin de dar inicio a la **EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** presentado por el Sr. Bach. en Ing. Mecánica **HUAYCHO GUTIÉRREZ, César Eduardo**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, expondrá el **Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional**, titulado: **"SUPERVISIÓN DEL MONTAJE MECÁNICO Y PUESTA EN SERVICIO DE UNA GRÚA PORTUARIA TIPO STS SÚPER POST PANAMAX DE 60 TONELADAS – PUERTO MARÍTIMO DE PAITA"**

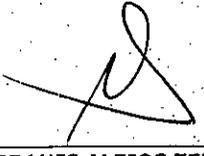
Con el quórum reglamentario de Ley se dio inicio a la Exposición de **Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional** de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente, luego de las preguntas formuladas y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó dar por Aprobado con el calificativo de Diecinueve (19) al Sr. Bach. Ing. Mecánica **HUAYCHO GUTIÉRREZ, César Eduardo**.

Con lo que se dio por cerrada la sesión a las 14:10 del día 06 de Abril del 2018.

  
Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO  
PRESIDENTE

  
Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE  
SECRETARIO

  
Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN  
VOCAL

  
Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Este Informe está dedicado a todas las personas interesadas en alcanzar todos sus objetivos profesionales, que sigan sus sueños y los hagan realidad.

## **AGRADECIMIENTO**

Un Agradecimiento a nuestros colaboradores que sin su apoyo no hubiera sido posible el desarrollo de este informe igualmente un agradecimiento a la Organización TUV RHEINLAND PERÚ S.A.C. por facilitarnos la información y poder darme la oportunidad de complementar mi desarrollo profesional.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>I. OBJETIVOS</b> .....	9
1.1 Objetivo General .....	9
1.2 Objetivos Específicos .....	9
<b>II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN</b> .....	10
2.1 Reseña Histórica .....	10
2.2 Declaraciones Estratégicas .....	11
2.3 Organigrama .....	13
<b>III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN</b> .....	15
3.1 Servicios .....	15
3.2 Principales Clientes .....	16
<b>IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA..</b>	17
4.1 Descripción del Tema .....	17
4.2 Antecedentes .....	17
4.3 Planteamiento del Problema .....	18
4.4 Justificación .....	18
4.5 Marco Teórico .....	19
4.5.1 Antecedentes de Estudio .....	19
4.5.2 Bases Teóricas .....	20
4.5.3 Definiciones básicas .....	40
4.5.4 Marco Normativo .....	44
4.6 Fases del proyecto .....	45

4.6.1	FASE I: Ingeniería Preliminar del Proyecto .....	50
4.6.2	Fase II: Supervisión del desembarco y almacenaje de los componentes de la Grúa Portuaria.....	57
4.6.3	Fase III: Supervisión del Montaje de la Grúa Portuaria .....	69
4.6.4	Fase IV: SKID O Traslado de la Grúa Portuaria.....	103
4.6.5	Fase IV: Comisionamiento y puesta en servicio.....	112
<b>V.</b>	<b>EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA .....</b>	<b>124</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>128</b>
6.1	Conclusiones .....	128
6.2	Recomendaciones .....	129
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIALES .....</b>	<b>130</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS Y PLANOS .....</b>	<b>132</b>
8.1	Anexos.....	132
8.2	Planos.....	148

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: LOGO DE LA EMPRESA TÜV RHEINLAND PERÚ S.A.C.....	10
FIGURA N° 2: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA TÜV RHEINLAND PERU S.A.C.....	14
FIGURA N° 3: PUERTO MARÍTIMO DEL CALLAO .....	25
FIGURA N° 4: PUERTO MARÍTIMO DE PAITA .....	25
FIGURA N° 5: EMBARQUE DE CONTENEDORES EN BUQUE CON GRÚA ..	28
FIGURA N° 6: MOVIMIENTO DE CONTENEDORES EN PUERTO .....	29
FIGURA N° 7: CLASIFICACIÓN DE NAVES PORTA CONTENEDORES POR CAPACIDAD .....	32
FIGURA N° 8: GRÚA PORTA CONTENEDORES .....	34
FIGURA N° 9: GRÚA PÓRTICO .....	35
FIGURA N° 10: GRÚA DE CUELLO DE CISNE .....	35
FIGURA N° 11: GRÚA DE CUELLO DE CISNE DESMONTABLE .....	36
FIGURA N° 12: SERVICIO DE GRÚAS PÓRTICO DE MUELLE .....	37
FIGURA N° 13: TABLA DE CARGA DE UNA GRÚA .....	39
FIGURA N° 14: FASES DEL PROYECTO.....	49
FIGURA N° 15: IZAJE DE COLUMNA A CAMIÓN DE CARGA .....	59
FIGURA N° 16: IZAJE DE VIGAS CON RUEDAS A CAMIÓN DE CARGA .....	59
FIGURA N° 17: DESPRENDIMIENTO DE PINTURA EN LOS COMPONENTES DE LA GRÚA A MONTAR .....	60
FIGURA N° 18: MEDIDAS DEL TRAZADO DE EJES .....	77
FIGURA N° 19: MEDIDAS PARA LOS RIELES DE BASES TEMPORALES ....	78
FIGURA N° 20: ENSAMBLE DE RIELES TEMPORALES .....	79
FIGURA N° 21: POSICIONADO DE LOS BOGIES SOBRE LOS RIELES .....	80
FIGURA N° 22: MONTAJE DE LAS TESTERAS SOBRE LOS BOGIES .....	81

FIGURA N° 23: ARMADO DE LOS PORTALES A NIVEL SUELO .....	83
FIGURA N° 24: LEVANTAMIENTO O IZAJE DEL PORTAL 2-3.....	85
FIGURA N° 25: LEVANTAMIENTO O IZAJE DE LA PATA N°4.....	86
FIGURA N° 26: LEVANTAMIENTO O IZAJE FINAL DE LOS PORTALES .....	86
FIGURA N° 27: INSTALACIÓN DEL CARRIER EL CUAL DIO SOLIDEZ A LA ESTRUCTURA .....	87
FIGURA N° 28: IZAJE DE LA PLUMA INSTALADA PREVIAMENTE AL CARRO (TROLLEY).....	88
FIGURA N° 29: VISTA DESDE OTRA PERSPECTIVA DEL IZAJE DE LA PLUMA JUNTO AL CARRO .....	89
FIGURA N° 30: VISTA DE LAS DIAGONALES EN SUELO JUNTO AL CABALLETE PREVIO A SU ENSAMBLE A LA PLUMA PRINCIPAL .....	90
FIGURA N° 31: SALA DE MAQUINAS PREPARADA PARA SER MONTADA EN LA GRÚA .....	91
FIGURA N° 32: SALA DE MAQUINAS FINALMENTE MONTADA EN LA PLUMA PRINCIPAL .....	92
FIGURA N° 33: PREPARACIÓN DEL CABALLETE PARA SER MONTADO SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA GRÚA .....	93
FIGURA N° 34: IZAJE E INSTALACIÓN DE LA PLUMA .....	94
FIGURA N° 35: SPREADER CON LOS CABLES INSTALADOS .....	95
FIGURA N° 36: SISTEMA DE TRASLADO DEBAJO DE LA GRÚA .....	105
FIGURA N° 37: ESQUEMA DE SISTEMA DE TRASLADO DEBAJO DE LA GRÚA .....	106
FIGURA N° 38: AMARRE DE LAS PATAS LADO MAR .....	108
FIGURA N° 39: AMARRE DE LAS PATAS LADO TIERRA .....	108
FIGURA N° 40: SISTEMA DE EMPUJE POR GATEO .....	109
FIGURA N° 41: MOVIMIENTO DE LAS PISTAS DE DESLIZAMIENTO .....	109
FIGURA N° 42: ESQUEMA DEL SISTEMA DE APOYOS TEMPORARIOS ...	111

FIGURA N° 43: SISTEMA DE APOYOS TEMPORARIOS .....	111
FIGURA N° 44: DESMONTAJE DEL SISTEMA DE TRASLADO .....	102
FIGURA N° 45: TOMA DE DATOS DE TEMPERATURA EN MOTORES Y FRENO .....	120
FIGURA N° 46: PRUEBAS DEL SENSOR ULTRASÓNICO DE MOVIMIENTO .....	120
FIGURA N° 47: INSPECCIÓN DEL ACCIONAMIENTO DE EMERGENCIA ...	121
FIGURA N° 48: PRUEBAS DE SOBRECARGA ESTÁTICA .....	122

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: MATRIZ DE PELIGROS .....	55
TABLA N° 2: RELACIÓN DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS POR DÍA .....	58
TABLA N° 3: PACKING LIST DE LOS COMPONENTES DE LA GRÚA .....	61
TABLA N° 4: TABLA DE CARGA GRÚA SENNEBOGEN 683 HD.....	73
TABLA N° 5: TABLA DE CARGA GRÚA TEREX DEMAG CC2500.....	74
TABLA N° 6: TABLA DE TORQUE .....	96
TABLA N° 7: INSPECCIÓN DE LOS ENGRANAJES TRASLACIÓN .....	113
TABLA N° 8: INSPECCIÓN DEL SPREADER .....	114
TABLA N° 9: INSPECCIÓN DEL SALVAGUARDA .....	115
TABLA N° 10: INSPECCIÓN ELÉCTRICA DE LA CABINA DEL CONDUCTOR .....	116
TABLA N° 11: INSPECCIÓN DEL ENGRANAJE PLUMA .....	117
TABLA N° 12: INSPECCIÓN DEL FRENOS PLUMA .....	117
TABLA N° 13: INSPECCIÓN DE LA PUERTA DE SALIDA DEL CABLE .....	117
TABLA N° 114: INSPECCIÓN DEL ACCIONAMIENTO DE EMERGENCIA ...	118

## INTRODUCCIÓN

El transporte Marítimo tiene sus inicios en la civilización cretense, cuyos principios se remontan al tercer milenio AC, ellos fueron los primeros en recorrer el Mediterráneo y llegaron a tener una flota poderosa, con otros pueblos ubicados en tierras de los actuales países de Italia y España, produjeron vino, aceite, artículos de cerámica, etc. Que vendían al extranjero; la intensidad de su comercio le hizo alcanzar hegemonía en todo el mediterráneo oriental. Esta hegemonía se ha denominado Talasocracia, desde entonces continuaron muchos otros pueblos comerciando a través del mar llegando hasta la actualidad donde el comercio mundial en su mayor parte lo realiza mediante contenedores estandarizados de 20, 30,40 y 45 pies. Estos contenedores son transportados desde su origen y destino en barcos denominados portacontenedores que desde su inicio han ido ganando en su peso muerto y en número de portacontenedores capaces de transportar. Los barcos más grandes pueden llegar a albergar hasta los 12000 Teus (TEU unidad equivalente a un contenedor de 20 pies). Estos contenedores son manipulados por grúas denominados grúas pórticos de barco a costa o de muelle. Las siglas en inglés para este tipo STS (Ship to Shore), adicionalmente existen grúas de patio denominadas RTG'S (Rubber Tyred Gantry) y otros equipamientos que permiten mantener una correcta operación de los terminales portuarios, siendo los puertos del Callao, Paíta, Salaverry, Chimbote, San Martín, Matarani e Ilo, los más importantes en el Perú.

Por otro lado el Puerto marítimo de Paíta, se encuentra ubicado en el departamento de Piura y su zona de Influencia comprende los departamentos de Piura, Tumbes, Lambayeque, Cajamarca, San Martín y Amazonas, siendo este puerto adjudicado por 30 años a la empresa Terminales Portuarios Euroandinos Paíta S.A. (TPE) el 31 de marzo del 2009 bajo el acuerdo de modernizar el puerto, comenzando en el 2012

con la construcción de un nuevo muelle de contenedores, equipado con 1 grúa pórtico de muelle y 2 grúa pórtico de patio, adicionando un nuevo equipamiento de grúas en el momento de llegar a mover 180,000 TEUS, por lo que en el año 2014 se dio inicio a las conversaciones y posteriormente a un contrato con la empresa Liebherr Container Cranes LTD. (LCC), quien realizó los trabajos de fabricación, montaje y puesta en funcionamiento de una (01) grúa de muelle para embarque y descarga de contenedores así como de dos (02) Grúas pórtico de patio para reforzar así la capacidad de embarque y desembarque, sin embargo La empresa Terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A. no es especialista en estas actividades como para verificar el correcto montaje y funcionamiento de las grúas, motivo por el cual se contrató los servicios de TUV Rheinland Perú S.A.C. para solucionar esta problemática por lo que el informe de trabajo de suficiencia profesional, titulado : ***“Supervisión del Montaje Mecánico y Puesta en Servicio de una Grúa Portuaria tipo STS Súper Post Panamax, denominada IR1988 - Puerto marítimo de Paita”*** tiene como propósito asegurar la correcta ejecución del proyecto, siendo este iniciado por medio de una Ingeniería preliminar la cual consistió en una planificación de las actividades a realizar, continuando con la supervisión de las actividades de desembarco de los componentes de la grúa y su posterior traslado desde el muelle hasta el lugar exacto del montaje dentro del terminal a una distancia de 300m desde el lugar de atraque del buque, una vez realizado el montaje completo de la Grúa Portuaria tipo STS Súper Post Panamax, este fue trasladado hacia su posición final, siendo esta actividad supervisada ya que este equipo representa un gran tamaño y peso poniendo en peligro la seguridad de los involucrados así como el bien propiamente dicho. El proyecto finalizó con la puesta en funcionamiento y entrega de la Grúa STS a la empresa Terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A. Incrementando de esta manera el crecimiento económico de la zona y por ende beneficiando a las poblaciones dentro de este sector del país.

## **I. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo General**

Supervisar y controlar los procedimientos del Montaje Mecánico de la Grúa Portuaria tipo STS Pórtico Super Post Panamax de 60 Toneladas para garantizar su operatividad en el puerto marítimo de Paita

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las actividades de la supervisión mediante la planificación del proyecto afín de realizar un seguimiento eficiente de las actividades de desembarco y montaje de la Grúa Portuaria tipo STS Súper Post Panamax.
- supervisar el desembarco y traslado de todos los componentes de la Grúa Portuaria tipo STS Super Post Panamax en el Puerto marítimo de Paita, afín de velar por la integridad de cada uno de los componentes.
- Asegurar y supervisar las actividades previas, durante y después del Montaje de la Grúa Portuaria tipo STS Súper Post Panamax.
- Asegurar y supervisar las actividades involucradas en traslado de la Grúa Portuaria tipo STS Súper Post Panamax una vez completado el Montaje en el puerto marítimo de Paita.
- Supervisar el cumplimiento de las actividades involucradas en la puesta en servicio y entrega de la grúa portuaria tipo STS Super Post Panamax en el puerto marítimo de Paita.

## II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

### 2.1 Reseña Histórica

TÜV Rheinland Perú S.A.C. identificada con ruc 20451575989 y ubicada en Av. Pardo y Aliaga N° 675 int 203, Lima - Lima - San Isidro, es una empresa que se dedica a la certificación e inspección en el sector industrial desde el 2011, es sucursal de grupo TÜV Rheinland la cual cuenta con más de 20,000 colaboradores presentes en más de 360 centros alrededor del mundo, pudiéndosele encontrar en 62 países, acercándose a las personas, empresas y organizaciones todo su conocimiento, brindándoles un servicio objetivo e independiente.

FIGURA N° 1: LOGO DE LA EMPRESA TÜV RHEINLAND PERÚ S.A.C.



FUENTE: TÜV RHEINLAND PERÚ S.A.C.

TÜV Rheinland es una entidad líder en servicios técnicos a nivel mundial, desde su creación en 1872 en Colonia, Alemania, el Grupo ha ido desarrollando soluciones para garantizar un progreso seguro y sostenible conciliando la Tecnología con el Hombre y el Medioambiente, sin perder su fundamento principal, se ha especializado en todo tipo de servicios referidos a la calidad, la seguridad técnica e Industrial, actuando como entidad independiente, neutral y competente, la cual se rige por los principios de total imparcialidad en la realización de sus actividades de inspección, control y certificación y no tiene intereses en empresas fabricantes, instaladoras, comercializadoras o de otro tipo que

puedan suponer un conflicto de interés, que pueda a su vez poner en peligro la objetividad de los resultados de sus actuaciones.

## **2.2 Declaraciones Estratégicas**

### **Misión**

El servicio es nuestra vocación, la satisfacción de los clientes nuestra motivación. Por eso, les acompañamos en su camino hacia la expansión internacional y actuamos responsablemente como compañía global. Nuestro objetivo es posicionarnos mundialmente como la mejor entidad sostenible e independiente que ofrece servicios de ensayo, inspección, certificación, consultoría y formación.

### **Visión**

Mediante una cooperación abierta y transparente a nivel de Grupo, utilizamos posibles sinergias con el fin de poder forjar con éxito la identidad de nuestra empresa en el mercado. El éxito económico es un prerequisite indispensable para lograr nuestra misión corporativa. Sólo de esta manera podemos asegurar nuestros puestos de trabajo, tanto en el territorio nacional como en el extranjero, y a la vez mantener y expandir nuestra posición como Grupo internacional líder en servicios técnicos.

### **Valores**

En su declaración de intenciones el Grupo TÜV Rheinland se compromete con sus responsabilidades sociales, ecológicas y económicas. Este compromiso queda plasmado en nuestra política de empresa sobre valores y responsabilidad, que será de aplicación en todo el Grupo TÜV Rheinland y que ha de marcar las pautas de nuestro quehacer cotidiano.

- **Responsabilidad Social**

El Grupo TÜV Rheinland reconoce su Responsabilidad Social Corporativa y se acoge a los principios y valores universales recogidos por las Naciones Unidas y la Unión Europea en sus documentos y acuerdos, tanto en lo que atañe a los derechos humanos y laborales, como a la conservación y protección sostenible del medio ambiente y, a la lucha contra cualquier tipo de trabajo forzado, explotación infantil o corrupción.

- **Responsabilidad Ecológica**

Es nuestro objetivo minimizar y contener el impacto negativo de las actividades empresariales de hoy. Nuestra experiencia nos ha enseñado las posibilidades que tenemos para proteger el medio ambiente pero también nos ha hecho conscientes de cuáles son sus límites. Nuestro objetivo es contribuir a un futuro que ofrezca a la humanidad una perspectiva sostenible a largo plazo.

- **Responsabilidad Económica**

Somos conscientes de que el concentrarse exclusivamente en maximizar los beneficios puede conducir a la pérdida de los valores sociales. Siempre respetaremos las singularidades de cada una de las regiones en las que estamos presentes, contribuyendo a su desarrollo sostenible, en la medida que esto sea viable y razonable.

- **Integridad**

Ante una posible falta de definición oficial, nuestro personal actuará según su mejor juicio y adoptará estrategias preventivas para proteger al ser humano y su entorno. Los informes, los resultados de ensayo y demás datos materiales se elaboran de

acuerdo con nuestros procedimientos y normas establecidas, y bajo ningún concepto serán modificados o manipulados.

- **Competencia Justa**

Nuestra actitud ante la competencia, el mercado y ante nuestros clientes está basada en el respeto. No dudaremos en denunciar prácticas de competencia desleal o cualquier actitud que ponga en peligro el “fair play” entre empresas.

- **Confidencialidad**

Es nuestra obligación proteger la confidencialidad de nuestros clientes y garantizar que ningún dato o información que haya llegado a nuestro conocimiento sea revelado a terceros.

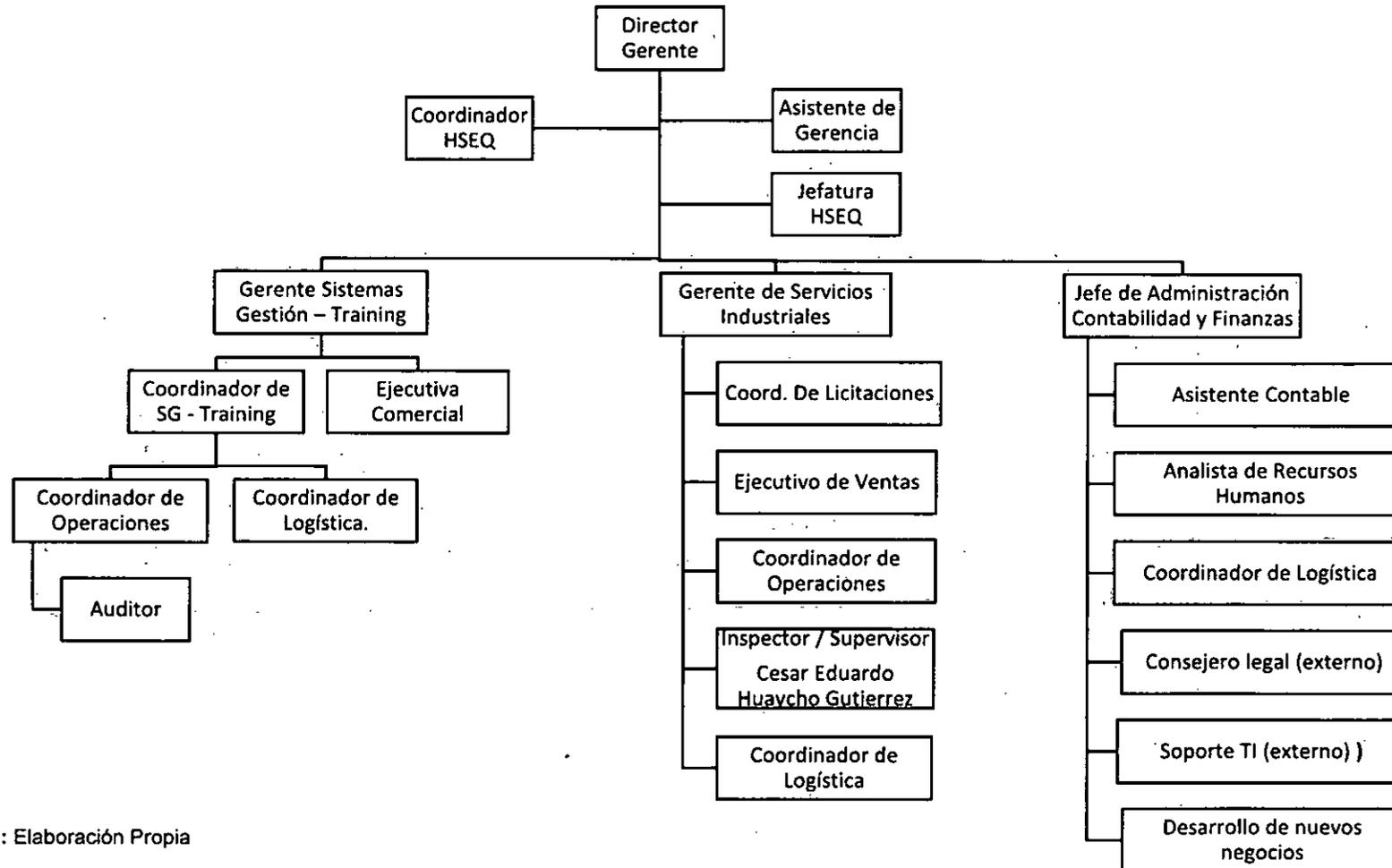
## **2.3 Organigrama**

La estructura orgánica de la empresa TÜV RHEINLAND PERU S.A.C. está configurada de la siguiente manera:

- Gerente General.
- Administrador.
- Contador.
- Gerente comercial.
- Gerente de Operaciones.
- Supervisor.
- Técnicos operarios.

Como supervisor mecánico tengo la función de planificar, controlar e inspeccionar las actividades de los proyectos que se me asignen, estando a mi alcance los proyectos referentes a estructuras mecánicas, recipientes a Presión, tanques de almacenamiento, tuberías para distribución, transporte de combustible, certificación de grúas, capacitación de operadores de grúa y rigger.

FIGURA N° 2: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA TÜV RHEINLAND PERU S.A.C.



FUENTE: Elaboración Propia

### **III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN**

#### **3.1 Servicios**

TÜV RHEINLAND PERU S.A.C es líder en servicios técnicos a nivel mundial Desde su fundación en 1872, ha ido desarrollando soluciones para garantizar la seguridad y sostenibilidad dando respuesta a los retos que surgen de las interacciones entre el Hombre, la Tecnología y el Medio Ambiente. Las siguientes son sus unidades de negocios desarrolladas en Perú:

- Industrial Services
  - Equipos a presión y materiales
  - Elevadores, transportadoras y maquinas
  - Ingeniería eléctrica y automatización
  - Inspecciones Industriales
  - Infraestructura e ingeniería civil
  - Energía y medio ambiente
  - Gerenciamiento de Proyectos
  - Ensayos no destructivos
  
- System Certificación
  - Certificación de sistemas de gestión
  
- Training
  - Formación profesional
  - Certificación de personas
  - Gestión de personas
  - Asesoramiento técnico en negocios

### **3.2 Principales Clientes**

- **Inspecciones industriales**

**PETROPERÚ S.A.**

- Inspección de pre embarque de los Repuestos para tanques de almacenamiento provenientes de Italia. Año 2016.
- Inspección de pre embarque de los Repuestos para turbina de gas provenientes de Italia. Año 2016

**LUZ DEL SUR S.A.A**

- Supervisión en fábrica de Postes Galvanizados en China.
- Supervisión en fábrica de unos aisladores – USA – Virginia.

- **Gerencia Y Supervisión de proyectos**

**Gasoducto Sur Peruano**

Supervisión del proyecto en los tramos b, a1, a2 y conexiones futuras.

**Gas Natural de Lima Y Callao S.A. (CALIDDA)**

Supervisión de las redes de gas externas como Salud, Seguridad y Medio Ambiente en la ciudad de lima.

- **Ensayos no destructivos**

**PETROPERÚ S.A.**

Inspección de 40 Km de oleoductos. 26 Km aéreos y 14 Km enterrados en la refinería de Talara.

**CONSORCIO TERMINALES**

Inspección de tanques de almacenamiento con ultrasonido de acuerdo a la norma API 653.

## **IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA**

### **4.1 Descripción del Tema**

El puerto marítimo de Paita está localizado en la Provincia de Paita, a 56 kilómetros de la ciudad de Piura en el departamento del mismo nombre, siendo este el principal puerto del norte peruano, ya que su ubicación se encuentra en una zona natural de influencia a las regiones de Amazonas, Cajamarca, Lambayeque, Piura, Tumbes y San Martín.

Su influencia a estas regiones y el incremento de importaciones así como las exportaciones, hizo necesaria la modernización de este puerto por lo que se realizó en el año 2012 la construcción del nuevo terminal de contenedores como primera etapa, la cual consistió en un nuevo muelle de trescientos metros de largo, un patio para contenedores de 12.5 hectáreas, adquisición de una (01) grúa pórtico de muelle y dos (02) grúas pórtico de patio y como una segunda etapa fue la adquisición de una (01) grúa pórtico de muelle y dos (02) grúas pórtico de patio, llegando a invertir en esta última etapa más de US\$ 20.80 millones, estas nuevas grúas fueron fabricadas en el año 2015 en las instalaciones de Liebherr Container Cranes LTD. En Irlanda del Norte y montados en el puerto marítimo de Paita en el año 2016, este nuevo equipamiento junto con las obras previas de la primera etapa, han hecho posible que este terminal cuente con infraestructura con la última tecnología del mundo en su campo, siendo esta inversión proyectada para mejorar la atención de la carga de los agroexportadores del norte del país, reducir el tiempo de estadía de las naves en terminal, lo que llevará a reducir costos y aumentar la productividad del puerto.

### **4.2 Antecedentes**

En el año 2014 el terminal de Paita registró un crecimiento anual de movilización de container, llegando a movilizar más de 180,000 TEUS,

alcanzando con esta cantidad la meta trazada para dar inicio a la adquisición de 01 Grúa Pórtico STS y 02 Grúas RTG's, las mismas que fueron instaladas en Julio del 2016, siendo estas de última generación tipo STS Súper Post Panamax, acorde a los avances tecnológicos y los medios de transporte intercontinentales. Para esto la empresa Terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A., actual concesionario del puerto marítimo de Paita se vio en la necesidad de licitar la fabricación montaje y puesta en marcha de estos equipos, siendo el ganador la empresa Liebherr Container Cranes LTD.

Por otro lado un proyecto de esta envergadura debe ser controlada y supervisada tal que cumpla con los requisitos del reglamento de puertos del estado y la fiscalización del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de uso Público (OSITRAN), siendo este un problema ya que la empresa Terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A. no es especialista en montaje de grúas, por lo que contrato a la empresa TUV Rheinland Perú S.A.C. para encargarse de la supervisión en el montaje de estas grúas, beneficiando así el comercio marítimo en esa región.

#### **4.3 Planteamiento del Problema**

¿En qué medida la supervisión y control de los procedimientos involucrados en el Montaje Mecánico de la Grúa Portuaria tipo STS Pórtico Súper Post Panamax de 60 Toneladas, permitirá garantizar su operatividad en el puerto marítimo de Paita?

#### **4.4 Justificación**

##### **Justificación Teórica**

El presente trabajo tiene un corte teórico que busca aportar ciertos lineamientos con respecto al montaje de Grúas Portuarias tipo STS Súper Post Panamax, basados en las teorías de gestión de

proyectos, convirtiéndose en un referente para todos a aquellos estudiantes e investigadores que deseen necesiten profundizar sus conocimientos con respecto al montaje de grúas en puertos.

### **Justificación Económica**

El presente informe se sustenta en el incremento considerable del número de exportaciones y por ende un incremento en la entrada de divisas por lo que la instalación de un equipamiento del movimiento de contenedores en el puerto de Paita, ayudara a incrementar el flujo de mercancías en el puerto y esto en cifras monetarias reflejara un crecimiento en nuestra economía.

## **4.5 Marco Teórico**

### **4.5.1 Antecedentes de Estudio**

- ✓ PONCE NIETO, Florentino. "Diseño Mecánico de un Sistema de Elevación tipo Transtainer para un Puerto Marítimo". Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Ponce Nieto en su tesis de investigación nos da un enfoque sobre la elevación, manipulación y traslación de cargas máximas, cumpliendo con los protocolos establecidos. Toda esta tesis nos direcciono con el objetivo de completar la fase final en donde se puso la puesta en servicio sometiéndola a cargas críticas.

- ✓ ORTIZ DÍAZ, Lila Carlota. "Mantenimiento de Grúas para Puertos Marítimos". Tesis de grado para la obtención del Título de Ingeniero Mecánico. Escuela Politécnica Nacional.

De la anterior fuente citada podemos rescatar las partes operacionales de la grúa, ya que en la parte final del presente informe priorizamos la puesta en servicio de la grúa para la cual fue contratada la supervisión como objetivo primordial.

- ✓ TENELEMA QUITIO, Oscar Jamil. "Diseño y Simulación de un Puente Grúa de Cinco Toneladas". Tesis de Grado para la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Escuela Superior Politécnica Del Litoral Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

Telenema Quitio en su tesis de investigación hace énfasis en la selección de equipos de izaje, tales como tecles según la norma CMAA especificación 74, también menciona diversos criterios de diseño para evitar que la estructura falle, toda esta información nos será de utilidad ya que en el presente informe para el montaje de la grúa se necesitaran distintos tipos de equipos menores de izaje y se tendrá en la obligación de analizar sus cargas críticas para evitar daños materiales y humanos en las operaciones realizadas.

#### **4.5.2 Bases Teóricas**

##### **Proyecto<sup>1</sup>**

De acuerdo al Project Management Institute (PMI) un proyecto es un esfuerzo temporal realizado para crear un producto, servicio o resultado único, esto quiere decir que será necesario reunir y combinar todos los recursos necesarios para tomar una idea y llevarla a la realidad, este desde luego tendrá un principio y un final definido, establecido por la duración que demandó el proyecto y será único ya que poseerá una localización diferente, un diseño diferente,

---

<sup>1</sup> Project Management Institute. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. 2015.

circunstancias y situaciones diferentes. Por otro lado estos proyectos pueden ser tangibles como intangibles pudiendo generar impactos sociales, económicos y ambientales los cuales podrían durar más que los propios proyectos.

Así mismo el presente informe trató sobre un proyecto tangible el cual culmina con la puesta en servicio de la Grúa Portuaria STS, siendo esta una estructura física utilizada para el traslado de contenedores del barco a Muelle en el puerto de Paita – Perú, además este proyecto llevó a cabo actividades organizadas mediante una dirección, desde la planificación, armado, montaje e instalación de equipos y puesta en servicio.

### **Dirección de Proyecto<sup>2</sup>**

De acuerdo al PMI, la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los objetivos del mismo. Esto es logrado mediante el desarrollo de procesos los cuales están agrupados de manera lógica en cinco etapas las cuales se denominan como: Inicio, Planificación, Ejecución, Seguimiento - Control y Cierre del Proyecto.

- **Inicio del Proyecto**

Está compuesto por aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase. Con respecto al presente proyecto, este dio inicio mediante el contrato que realizó la empresa Terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A. y la empresa TUV Rheinland Perú S.A.C., para supervisar los trabajos de montaje de grúas portuarias ejecutadas por la empresa Liebherr Container Cranes LTD.

---

<sup>2</sup> Project Management Institute. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. 2015.

Es en este punto es donde se definió el alcance inicial y se comprometieron los recursos financieros iniciales, además se identifican a los interesados tanto internos como externos los cuales van a participar y ejercer alguna influencia sobre el resultado global del proyecto, además los procesos de la etapa inicio tienen como propósito alinear las expectativas de los interesados con los objetivos del proyecto, darles visibilidad sobre el alcance y mostrar cómo su participación en el proyecto y sus fases asociadas puede asegurar el logro de sus expectativas.

- **Planificación del Proyecto**

Está compuesto por aquellas actividades las cuales establecen el alcance total del esfuerzo, gracias a esto se puede definir y precisar los objetivos a alcanzar, así como desarrollar una línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos, en otras palabras esta etapa tiene como fin, la generación de un plan para la dirección del proyecto, el cual se verá beneficiado mediante la realización de estrategias y las tácticas, así como la línea de acción o ruta para completar con éxito el proyecto o fase.

Adicionalmente se puede decir que resulta mucho más sencillo conseguir la aceptación y la participación de los interesados cuando se gestiona correctamente el Grupo de Procesos de Planificación, ya que brinda seguridad y orden a las actividades a realizar.

- **Ejecución**

Esta etapa está compuesta por todas aquellas actividades realizadas para ejecutar el trabajo trazado en el plan para la dirección del proyecto y cumplir con objetivos del mismo, por lo que implica coordinar personas y recursos, gestionar las

expectativas de los interesados, así como integrar y realizar las actividades del proyecto conforme al plan para la dirección del proyecto trazado, este plan requiere de una actualización constante mediante una revisión de la línea base en función de los resultados obtenidos, lo cual puede reflejar y prevenir cambios en la duración prevista de las actividades, cambios en la disponibilidad y productividad de los recursos, así como riesgos no previstos.

Estas variaciones en las actividades planificadas pueden ser productos de reprocesos, descoordinaciones, o requerimientos a última hora, etc. Impactan directamente con el tiempo y por ende con el costo del proyecto, teniendo que recurrir muchas veces a un análisis detallado para desarrollar respuestas de dirección de proyectos adecuadas, los mismos que podrían modificar el plan original y posiblemente requerir el establecimiento de nuevas líneas base.

- **Seguimiento – Control del Proyecto**

Esta actividad está compuesta por aquellas actividades necesarias para rastrear, analizar y dirigir el progreso y el desempeño del proyecto, de esta manera se pueden identificar sectores en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.

Las actividades de supervisión del montaje de grúas portuarias en el puerto de Paita estarían alineadas con esta etapa ya que tiene como función principal la realización del control técnico y económico del proyecto, esto incluye adicionalmente al control del planeamiento, mediante la revisión del cronograma y el avance del contratista, así mismo el control económico se realiza mediante la revisión y evaluación de las valorizaciones del avance

de obra, análisis de los impactos generados en el presupuesto y el plazo del proyecto, de igual manera el control técnico se realiza mediante la evaluación y aprobación de los procesos constructivos, control de la calidad de los materiales y las pruebas de calidad de los trabajos ejecutados en obra.

En otras palabras realizar un seguimiento y control del proyecto proporciona un conocimiento sobre el estado del mismo, permitiendo identificar las áreas que requieren más atención.

- **Cierre del Proyecto**

Esta actividad está compuesta por aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, a fin de completar formalmente el proyecto, una fase del mismo u otras obligaciones contractuales.

Por otro lado se tiene en cuenta que el proyecto de supervisión del Montaje de grúa portuaria tipo STS Súper Post Panamax finalizó con la puesta en servicio para el embarque y desembarque de contenedores en el puerto de Paita ubicado en el departamento de Piura – Perú.

### **Puerto Marítimo<sup>3</sup>**

El puerto es la localidad geográfica y unidad económica de una localidad donde se ubican los terminales, infraestructuras e instalaciones, terrestres y acuáticos, naturales o artificiales, acondicionados para el desarrollo de actividades portuarias, estos dirigen su labor a la carga y descarga de contenedores, de mercancías de distinto tipo, especialmente los pesqueros.

---

<sup>3</sup> Cabrera Canovas, Alfonso. *Transporte internacional marítimo en contenedores*. Madrid. 2013.

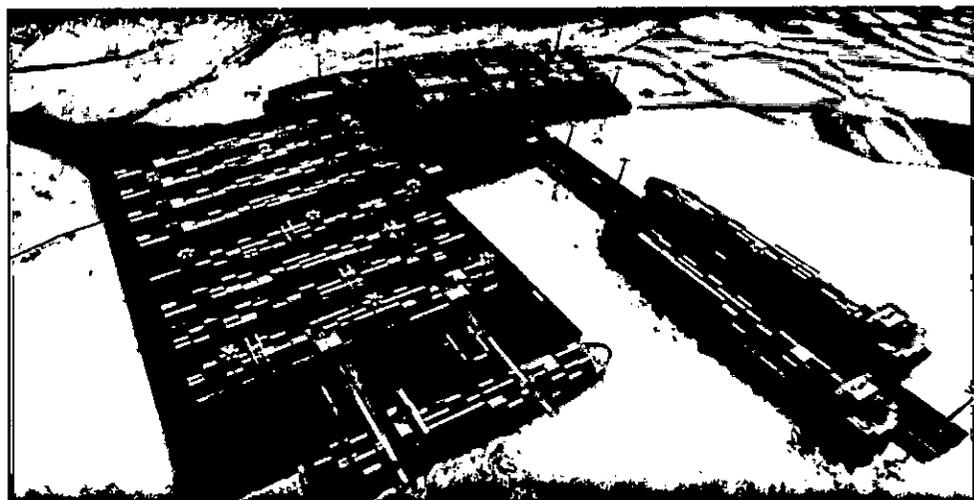
Por otro lado las actividades portuarias comprenden la construcción, conservación, desarrollo, uso, aprovechamiento, explotación, operación, administración de los puertos, terminales e instalaciones portuarias en general, incluyendo las actividades necesarias para el acceso a los mismos, en las áreas marítimas, fluviales y lacustres.

**FIGURA N° 3: PUERTO MARÍTIMO DEL CALLAO**



**FUENTE:** Web portal portuario.

**FIGURA N° 4: PUERTO MARÍTIMO DE PAITA**



**FUENTE:** Web portal portuario.

Así mismo podemos definir como servicios portuarios a aquellos servicios prestados en las zonas portuarias para atender a las naves, la carga, el embarque y desembarque de personas, los cuales según nuestra legislación portuaria podemos clasificar en: servicios generales y servicios básicos.

- **Servicios generales del puerto**

Son aquellos servicios comunes que presta la Autoridad Portuaria competente y de los que se benefician los usuarios del puerto sin necesidad de solicitud, pudiendo ser prestados directamente o a través de terceros, estos servicios pueden ser:

- Ordenación, coordinación y control del tráfico portuario marítimo y terrestre.
- Señalización, balizamiento y otras ayudas a la navegación para el acceso de la nave al puerto.
- Vigilancia y seguridad.
- Dragado de las áreas comunes.
- Limpieza.
- Prevención y control de emergencias.
- Contra incendios en naves a flote.

- **Servicios básicos**

Vienen hacer aquellas actividades comerciales desarrolladas en los recintos portuarios que permiten la realización de las operaciones de tráfico portuario, estos servicios pueden ser:

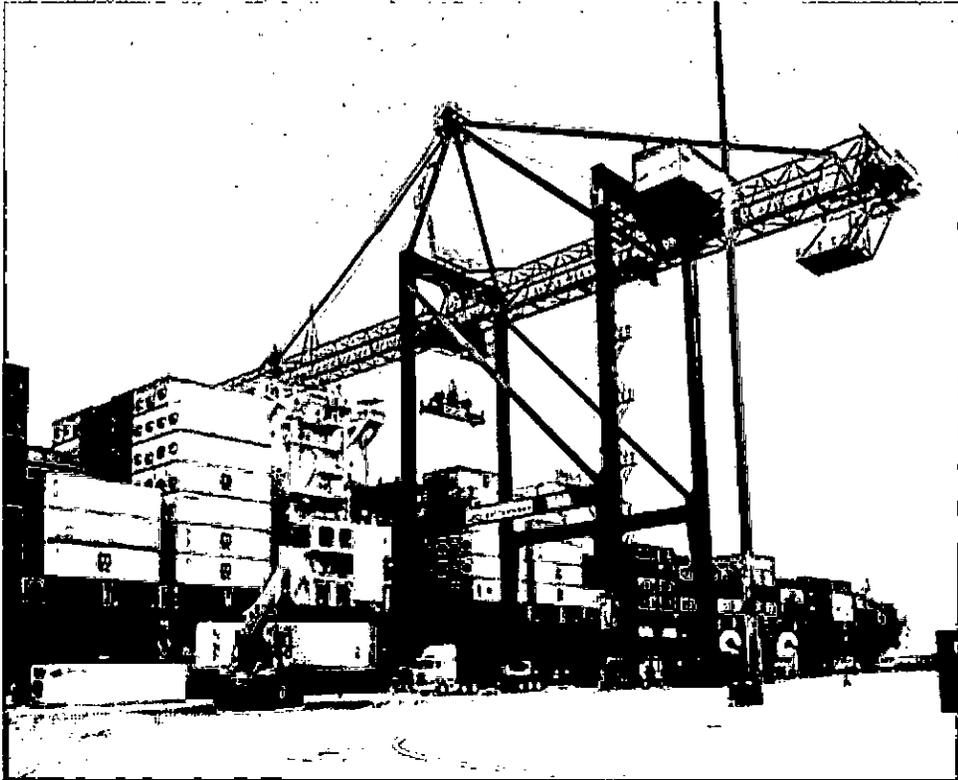
- Servicios técnico náuticos: dentro de estos servicios se encuentran el Practicaje, Remolcaje, Amarre y desamarre de naves y el Buceo.
- Servicios al pasaje: Este servicio comprende el transporte de personas.
- Servicios de manipulación y transporte de mercancías: Comprende las actividades de embarque, estiba, desembarque, desestiba y transbordo de mercancías, almacenamiento, avituallamiento, abastecimiento de combustible.
- Servicios de residuos generados por naves: comprende el servicio de recojo de residuos.

#### **Embarque/estiba del contenedor lleno en el buque**

Esta actividad representa uno de los servicios que prestan los puertos marítimos y que se encuentra relacionada a la adquisición de las grúas portuarias para el puerto de Paíta, consiste en la preparación y enganche del contenedor en muelle, izaje del contenedor con la grúa del buque y embarque, desenganche del contenedor a bordo, aseguramiento del contenedor y trincado si va sobre cubierta.

Según nuestra legislación portuaria, estas actividades deben hacerlo los trabajadores portuarios y éstos sólo pueden ser contratados por empresas o cooperativas de estiba y desestiba (sin embargo, éstos pueden ser subcontratadas por otros prestadores de servicios).

**FIGURA N° 5: EMBARQUE DE CONTENEDORES EN BUQUE CON GRÚA**



**FUENTE:** Elaboración propia

### **Contenedor<sup>4</sup>**

Un contenedor es un elemento auxiliar de transporte, de carácter permanente, concebido para facilitar el transporte de mercancías sin ruptura de carga por uno o varios medios de transporte, ideado de forma que resulte fácil de cargar o descargar, estos son fabricados con dimensiones normalizadas, que por ello simplifica enormemente las operaciones de carga, descarga o transbordo, disminuye los robos y da una mejor protección a la mercancía, además puede ser isoterma, frigorífico, calorífico, de temperatura controlada, plegable para el transporte en vacío, siendo los contenedores más usados son los de 20' y 40', con 8' de ancho y 8'6" de alto.

---

<sup>4</sup> Fernández Sasiain, Francisco. *Estiba y trincaje de mercancías en contenedor*. Barcelona. 2014.

FIGURA Nº 6: MOVIMIENTO DE CONTENEDORES EN PUERTO



FUENTE: Elaboración propia

Los tipos de contenedores más usados son:

- **Box (Cerrado).**- Es el de más frecuente utilización, este contenedor está dotado de puertas en el testero se carga a través de ellas con la ayuda de carretillas.
- **Open side (De Costado Abierto).**- Es usado frecuentemente cuando la mercancía a cargar, a causa de su longitud, resulta de difícil manejo a través del testero, se utilizan contenedores abiertos por el costado para facilitar la operación.
- **Open top (De Techo abierto).**- Es utilizado cuando el volumen de la mercancía hace difícil el manejo a través del testero o del costado, se utilizan contenedores abiertos por el techo para poder cargar con grúas.
- **Flat (Plataforma).**- Se utiliza cuando el equipo a transportar no encaja en ninguno de los casos anteriores, por lo que estos contenedores son abiertos y consisten en plataformas con mamparas abatibles en los testeros.

- **Tank (Cisternas).**- este tipo de contenedor es utilizado cuando se requiere transportar líquidos.
- **Big Ba (Flexible).**- Se trata de un saco de gran capacidad elaborado generalmente con fibras sintéticas y dotado de anillos para izado.

Por otro lado la unidad de medida del contenedor es el TEU (Twenty Feet Equivalent Unit) que describe al contenedor de 20 TM, este parámetro es utilizado para su transporte en embarcaciones, por ejemplo que un buque transporta 2.500 TEU.

### **Embarcaciones**

Una embarcación es todo artefacto capaz de navegar sobre o bajo el agua, siendo los barcos, buques o botes la mayor parte de estas.

### **Barco**

Es cualquier construcción cóncava y fusiforme, de madera, metal u otro material, capaz de flotar en el agua, siendo utilizado como medio de transporte.

### **Buque**

El Buque es un barco con cubierta que por su tamaño, solidez y fuerza es apropiado para navegaciones o empresas marítimas de importancia, este se encuentra dentro del concepto de lo que es un barco, sin embargo cualquier embarcación o barco no es necesariamente un buque.

Estos según su utilización se pueden clasificar en:

- Buques de pasajeros (cruceros).
- buques de guerra (fragatas, portaaviones armados).
- buques mercantiles.

Con respecto a los buques mercantiles los cuales dinamizan el comercio marítimo en los puertos, esto sumado a la expansión de la economía mundial y la mayor demanda de productos entre las naciones ha generado el incremento de buques mercantes en nuestro litoral, los que vienen adaptándose a viajes más largos y al transporte de mayores cargas, pudiendo encontrar los siguientes tipos.

- **Buques de carga general**

Estos se utilizan para carga suelta no unitarizada o no consolidada (sin paleta y sin contenedor) y para carga unitarizada (con paleta y contenedor).

- **Buques tanques o tankers**

Usados para carga a granel líquida (crudo de petróleo, productos refinados o químicos, gases licuados, etc.).

- **Buques portacontenedores o container carriers**

Este tipo de buque se utiliza para transportar los TEU (unidad de medida equivalente a un contenedor de 20 TM) entre los grandes puertos mundiales.

- **Buques de transbordo rodado o roll-on/rolloff**

Estos son utilizados para la carga rodante (automóviles, camiones, tractores, etc.).

Por otro lado la tendencia en el transporte marítimo en contenedores en la Región se orienta al tráfico de naves tipo Panamax, como efecto del crecimiento de las economías a nivel global, estos procedentes de los países asiáticos (República Popular de China, Japón, Corea y Singapur), los cuales arriban desde buques de primera a quinta generación tal como se muestra en la figura N° 6, movilizand la carga en su interior por medio de grúas portuarias especializadas.

FIGURA Nº 7: CLASIFICACIÓN DE NAVES PORTA CONTENEDORES POR CAPACIDAD

CLASIFICACIÓN DE NAVES POR CAPACIDAD DE CARGA EN TEU's		ESLORA en metros	CALADO en metros	CAPACIDAD en TEU's
<b>PRIMERA Generación (1956 - 1970)</b>  Buque de carga  Buque Cisterna		135 - 200	< 9	500 - 800
<b>SEGUNDA Generación (1970 - 1980)</b>  Portacontenedores celular		215	< 10	1,000 - 2,500
<b>TERCERA Generación (1980 - 1988)</b>   Clase Panamax		250 - 290	< 11 - 12	3,000 - 4,000
<b>CUARTA Generación (1988 - 2000)</b>  Post Panamax		275 - 305	< 11 - 13	4,000 - 5,000
<b>QUINTA Generación (2000 - 2005)</b>  Post Panamax Plus		352	< 14 - 15	6,000 - 9,000

FUENTE: Guía de orientación al usuario del transporte acuático.

### Grúas Portuarias<sup>5</sup>

Debido a las grandes cantidades de mercancías trasladadas de diversos lugares del mundo y con destino a diversos puertos, se hace necesario el uso de grúas, las cuales nos faciliten el traslado de contenedores cuyo peso normalizado es de 20 TM ya sean operando dentro o fuera de la embarcación, dependiendo del tipo de grúa utilizada, por lo que existen diversos tipos de grúas, cada uno con diferente forma de operar, pero que en su naturaleza todos cumplen

<sup>5</sup> Larrode Emilio y Antonio Miravere. *Grúas. Zaragoza. 1996.*

con el objetivo en común de elevar cargas y movilizarlas a un área específica.

Así mismo en el puerto la demanda en la eficiencia de movilización de cargas para el embarque y desembarque de estos, hacen que se utilicen nuevos equipos, tales como las Grúas pórtico Post Panamax ya que son equipos de gran magnitud, el cual se detallara en el presente informe mediante el montaje de este tanto como las características técnica.

A continuación presentamos los distintos tipos de grúas entre ellas las portuarias:

- **Grúa portacontenedores (container Quay crane)**

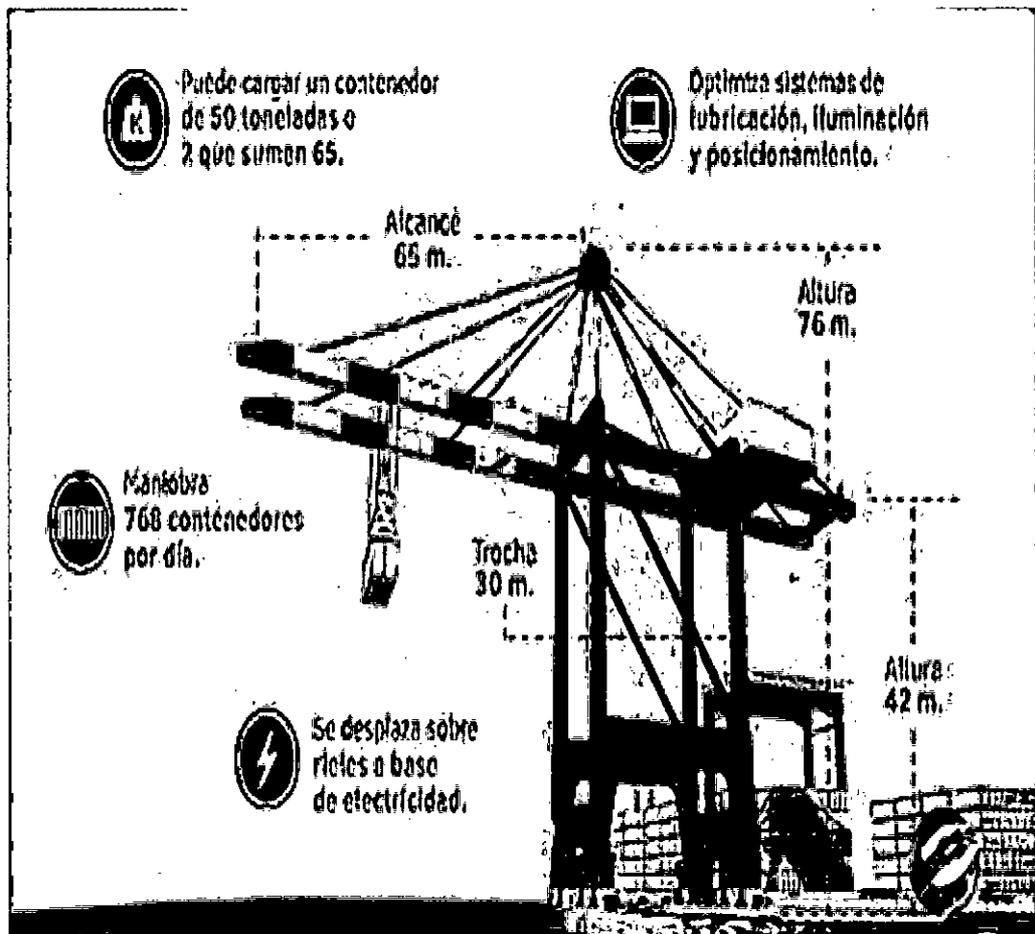
Está destinada a la carga y descarga de contenedores en el muelle de un puerto, barco a tierra y viceversa, entre este tipo de grúas se encuentran los tipo Post Panamax el cual es un equipo portuario utilizado para la estiba y desestiba de contenedores del buque al muelle o viceversa, actualmente son las más sofisticadas en cuanto a grúas se trata.

Este tipo de grúa es operada desde una cabina localizada en su parte superior que se desplaza en conjunto con el equipo de cargue o descargue, constan básicamente de una sección Girder (sección principal) y un Boom (brazo de izaje o levante), siendo operadas manualmente y equipadas con dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos los cuales garantizan una operación segura y eficiente.

El desplazamiento de este equipo se hace sobre rieles especiales embebidos a lo largo de la losa piso del aproche o aproche de los muelles del Terminal marítimo, llegando a pesar aproximadamente 1000 toneladas, con capacidad de cargar y descargar contenedores y mercancías en barcos de

especificaciones Post-Panamax, teniendo una capacidad de levante con Spreader de 50 ton y un alcance máximo de 65 metros.

FIGURA N° 8: GRÚA PORTA CONTENEDORES



FUENTE: Guía de orientación al usuario del transporte acuático.

- **Grúa pórtico (automatic stacking crane)**

Grúa también llamada trastainer, consta de un puente elevado o pórtico soportado por dos patas a modo de un arco angulado, con capacidad para desplazar los contenedores en los tres sentidos posibles (vertical, horizontal y lateralmente), maniobrando sobre railes (Rail Gantry Crane o Trastainer) o sobre neumáticos (Rubber Tire Gantry, RTG) en un espacio limitado.

FIGURA N° 9: GRÚA PÓRTICO



FUENTE: Guía de orientación al usuario del transporte acuático.

- **Grúa puente para cargas a granel (bulk unloader)**

Este tipo de grúa está destinada a la carga y descarga de carga a granel a través de una cuchara, está situada en el muelle de un puerto.

- **Grúa de cuello de cisne (level luffing cranes)**

También llamada grúa móvil, se puede encontrar en zonas portuarias, aserraderos, minerías, plataformas petrolíferas, etc. Su función es transportar objetos como tubos, planchas, vigas y similares.

FIGURA N° 10: GRÚA DE CUELLO DE CISNE

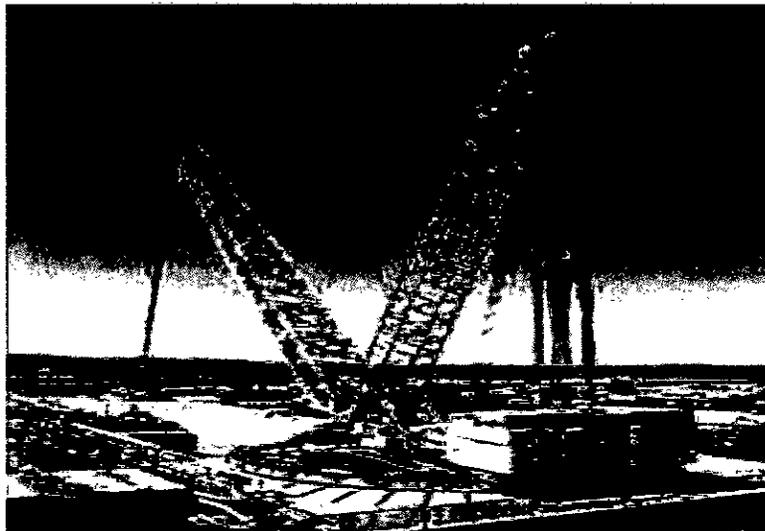


FUENTE: Guía de orientación al usuario del transporte acuático.

- **Grúa de cuello de cisne desmontable (ringer crane)**

Este tipo de grúa se puede montar en cualquier zona que se desee y después puede ser desmontada para llevarla a otro lugar. Tiene la función de mover objetos de peso considerable.

**FIGURA Nº 11: GRÚA DE CUELLO DE CISNE DESMONTABLE**



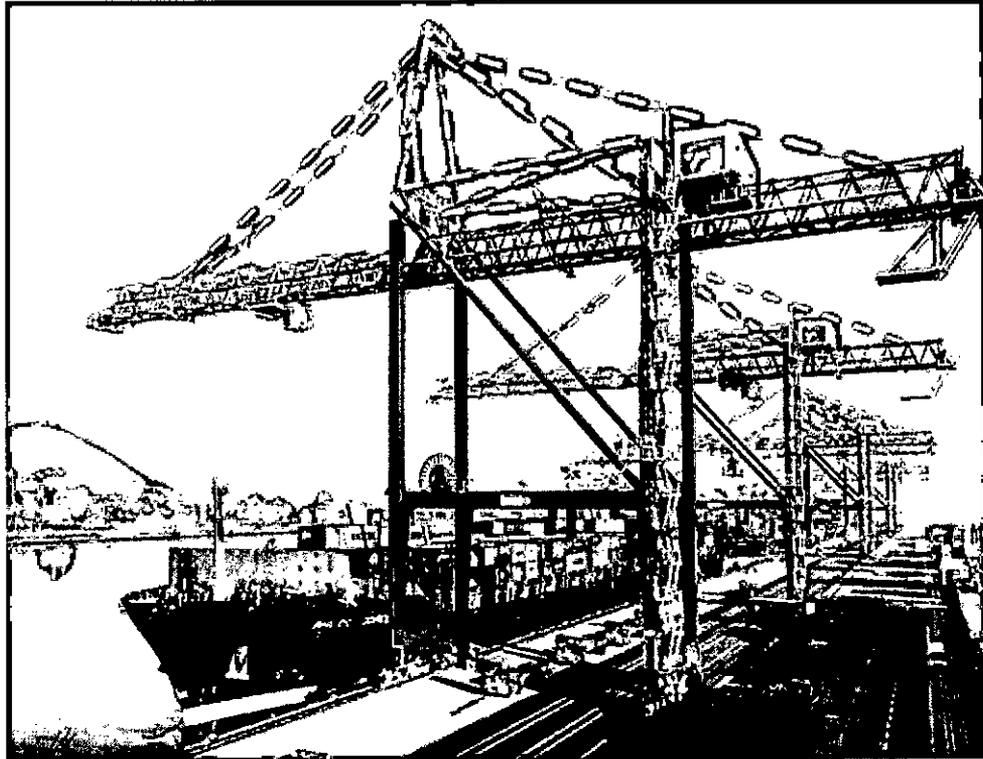
**FUENTE:** Guía de orientación al usuario del transporte acuático.

### **Servicio de grúas pórtico de muelle**

Este servicio comprende la descarga de contenedores desde la bodega o desde la cubierta de la nave hasta su ubicación en la plataforma del camión o viceversa para el caso de Embarque, así como las movilizaciones de contenedores entre bodegas de la nave.

Estas grúas son del tipo carro cargador con cables, con cabina de conducción de operador bajo el carrito, presentan desplazamiento sobre rieles con un sistema de viga estabilizadora y oscilante, así como una pluma de elevación recta, soportes rígidos en ambos lados, sistema de control inversor de motor con corriente alterna para el elevador principal, carrito transversal, elevador de pluma (boom) y desplazamiento pórtico.

**FIGURA N° 12: SERVICIO DE GRÚAS PÓRTICO DE MUELLE**



**FUENTE:** Guía de orientación al usuario del transporte acuático.

Este servicio se realiza en las zonas de “prestacking” desde los lugares de apilamiento al realizar el embarque o hacia estos lugares cuando se realiza la descarga, así mismo las operaciones de estiba y desestiba así como la transferencia y manipuleo, constituyen operaciones complementarias al servicio que se brinda con las grúas pórtico.

Las actividades que comprenden el servicio de grúas pórtico son:

**a) Descarga**

- Posicionamiento del “stacker” de la grúa pórtico de muelle en el contenedor a bordo de la nave.
- Izaje del contenedor seleccionado.
- Traslado del contenedor, de la nave hacia el vehículo.
- Posicionamiento del contenedor en el terminal track.

#### b) Embarque

- Posicionamiento del spreader de la grúa pórtico de muelle en el terminal track.
- Izaje del contenedor.
- Traslado del contenedor del vehículo hacia la nave.
- Posicionamiento del contenedor a bordo de la nave.

#### **Izaje de Cargas**

El izaje es una actividad que consiste en elevar una carga para trasladarla de una posición a otra de forma segura, siendo este accionado por una serie de componentes y/o sistemas, diseñado y fabricado para esta actividad, siendo estos accionados de forma neumáticos, eléctricos, hidráulicos y mecánicos, además deben de ser operados por un personal autorizado.

Así mismo los elementos que se utilizan para maniobrar la carga, tales como: Tecles de palanca (señoritas), Estrobos, Cordeles, Vientos, Grilletes (para cadena y ancla), Eslingas de sogas, Eslingas de malla, Eslabones de pera, Eslabones maestros, Eslabones de extremo, Tensores, Abrazaderas, Cáncamos, Pernos ojo, Etc.

Por otra parte esta actividad debe estar acompañada por la documentación que respalde un trabajo seguro lo que es necesario la siguiente documentación:

- **Especificación del Izaje**

Es un documento técnico, preparado por el encargado de maniobra en el cual se especifican todos los aspectos a considerar en la maniobra, esta forma parte integrante del Plan de Trabajo, del Análisis de Riesgos, Procedimiento de trabajo seguro.

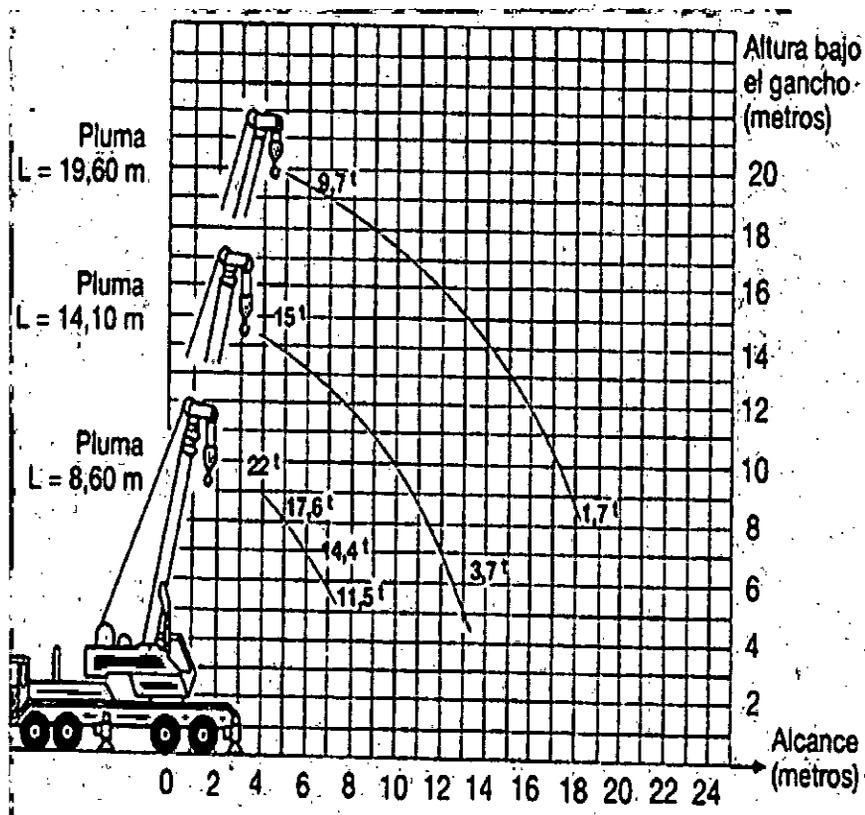
- **Tabla de Carga**

Es una tabla que trae cada grúa en la cual el fabricante especifica la capacidad de la grúa en función del largo de la pluma y ángulo de inclinación, indicando la capacidad segura, esta tabla es fundamental para determinar si la grúa a emplear sirve o no para la maniobra de la carga, siendo esta específica para cada grúa y no se debe modificar.

- **Carga máxima o límite de carga de trabajo (CMT)**

Es el peso máximo que el equipo de izamiento puede elevar, bajar o suspender, de acuerdo con las condiciones de diseño indicadas por el fabricante en sus tablas de cargas, capacidades y condiciones de operación.

**FIGURA Nº 13: TABLA DE CARGA DE UNA GRÚA**



FUENTE: Guía de orientación al usuario del transporte acuático.

- **Carga de trabajo segura (CST):**

Es la carga máxima (determinada por la persona competente) que puede levantar, bajar o suspender el equipo de izamiento, en condiciones de servicio específicas y nunca debe ser excedida (CST < CMT).

#### **4.5.3 Definiciones básicas**

**Alesometro:** Es un instrumento de medición de diámetros interiores. Es un reloj comparador anexo a un eje que en el extremo de éste, se encuentra el contacto que hace girar las agujas del alesometro y de este modo poder comparar las medidas.

**Aproche:** Tiene como significado maniobra.

**Avituallamiento:** Se refiere a la acción de abastecer.

**Boom (brazo de izaje o levante):** Término en inglés utilizado para hacer referencia a la pluma.

**Bogíes:** El boje o bogie (truck en México) es un conjunto de dos o tres pares de ruedas, según modelo, montadas sobre sendos ejes próximos, paralelos y solidarios entre sí, que se utilizan en ambos extremos de los vehículos de gran longitud destinados a circular sobre carriles.

**Bujes:** Elemento de una máquina donde se apoya y gira un eje. Puede ser una simple pieza que sujeta un cilindro de metal o un conjunto muy elaborado de componentes que forman un punto de unión.

**Comisionamiento:** Es el conjunto de actividades necesarias para verificar que el proyecto ejecutado cumple con los requisitos (OPR) definidos inicialmente por el Promotor.

**Contenedores:** Recipiente de medidas y de peso normalizado, usado para el transporte de mercancías en gran proporción.

**Cáncamos:** Anillo de metal con un tornillo o clavo que se fija en algo sólido.

**Carrier:** Significa portador, hace referencia a la parte de la estructura que une las dos patas de un pórtico.

**Clamps:** Utilizado comúnmente en el área mecánica, significa abrazaderas.

**Desembarco:** Acción de desembarcar personas o mercancías.

**Embarcaciones:** Se dice embarcación a todo tipo de construcción capaz de desplazarse en el agua o debajo de ella.

**Estiba:** Distribución y colocación adecuada de la carga en una embarcación.

**Estrobo:** Tramo relativamente corto de un material flexible y resistente (típicamente cable de acero), con sus extremos en forma de "ojales" debidamente preparados para sujetar una carga y vincularla con el equipo de izaje que ha de levantarla.

**Eslingas de sogas:** Herramienta de elevación. Es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción.

**Embebidos:** Término cuyo significado es contenidos dentro de sí.

**Estrobo:** Pedazo de cabo unido por sus extremos, usado para levantar pesos u otras tareas.

**End carriages:** Llamados también travesaños, sirven para unir las patas de la estructura donde se conectan también los bogies.

**Eslinga:** Es una herramienta de elevación. Es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción. Consiste en una cinta con un ancho o largo específico.

**Frame:** Significa marco o también llamado comúnmente caballete, sirve para dar rigidez a la estructura.

**Grúas:** Máquina cuya función principal consiste en elevar determinadas cargas de gran peso.

**Girder:** Significa viga.

**Hoist:** Significa izar y hace referencia al elevador de la grúa.

**Izaje:** Operación que se realiza para mover objetos grandes y/o pesados y que no pueden ser transportados manualmente.

**Locknut:** Significa tuerca de bloqueo o contratuerca.

**Main Beam:** Término usado comúnmente para referirse a la pluma principal de la grúa.

**Martinete:** Torquimetro manual hidráulico.

**Polipastos:** Máquina compuesta por dos o más poleas y una cuerda, cable o cadena que alternativamente va pasando por las diversas gargantas de cada una de estas poleas.

**Pastecas:** Polea fija a la cubierta, palo o botavara que puede abrirse por un lateral para pasar un cabo por ella.

**Puente grúa:** Tipo de aparato de elevación compuesto por una viga, simple o doble, apoyada sobre dos carriles elevados sobre unos postes, dispuestos a tal efecto o componentes de la estructura de la nave o edificación.

**Puerto:** Localidad de resguardo a la orilla del mar o de un río donde las embarcaciones pueden detenerse y permanecer seguras, que

dispone de instalaciones para hacer reparaciones o realizar operaciones de embarque y desembarque.

**Pre-stacking:** significa pre apilamiento.

**Power Pack:** Conjunto de alimentación hidráulica de CA, con soporte con brazo opcional y kits de mangueras, para aplicadores accionados hidráulicamente.

**Roldanas:** Se define como ruedas de una polea.

**Raíles:** Guía o carril por el que corre o se desliza algo

**Rutear:** Es canalizar un objeto, dirigiéndolo o llevándolo a través de un camino o ruta hasta llevarlo a su destino, con el objeto de lograr un fin o un objetivo.

**Spreader:** Sistema elevador con que se manejan los contenedores que cumplen con la norma ISO.

**Sill Beam:** Más conocido como larguero, es el encargado de unir los dos pórticos.

**Stacker:** Termino en ingles cuyo significado es apilar.

**Skid:** Cuyo significado es patinar, hace referencia al sistema cuya operación es elevar mediante gatos hidráulicos la grúa para después hacerlo deslizar sobre vías.

**Spreader:** Sistema elevador con que se manejan los contenedores que cumplen con la norma ISO.

**Seteadas:** Establecer la configuración de un componente físico para que funcione correctamente.

**TEU (Twenty-foot Equivalent Unit):** Unidad Equivalente a Veinte Pies y que se usa como unidad de medida inexacta en transporte marítimo expresada en contenedores.

**Transtainer:** Es un puente grúa grande, el cuál puede desplazarse tanto por raíles como sobre neumáticos. Cuando las grúas transtainer funcionan sobre unos raíles, tienen un limitado rango de operaciones ya que solo puede operar sobre sus raíles. Sobre neumáticos tienen un rango más amplio de operaciones.

**Track:** Significa pista.

**Twistlocks:** Significa cierre de giro y una esquina de contenedor conforma un dispositivo giratorio estandarizado para fijar contenedores durante su transporte.

**Trolley:** Significa carro y es el mecanismo que se desplaza por toda la pluma (Boom).

**Tecles:** Son un tipo de equipos de izaje que están compuestas por dos tipos de cadena calibrada que están montadas sobre un piñón central y dos piñones satélites

**Yugos:** Carga pesada, obligación o atadura que impone una determinada circunstancia.

#### **4.5.4 Marco Normativo**

- **ASME P30.1:** Estándar que proporciona especificaciones de planificación para actividades de levantamiento de carga.
- **ASME B30.2:** Estándar de Seguridad para Cables Transportadores, Grúas, Torres Elevadoras, Polipastos, Ganchos, Gatas Hidráulicas y Eslingas.
- **ASME B30.5:** Estándar de Seguridad que define las responsabilidades de trabajo de los trabajadores que trabajan en y alrededor de las grúas.

- **ASME B30.9:** Estándar de seguridad que proporciona especificaciones de la selección, uso y mantenimiento de Eslingas de cadena de aleación de acero.
- **ASME B30.26:** Estándar de seguridad para la instalación, operación, inspección y mantenimiento de accesorios de izaje.
- **F.E.M. 1.001:** Estándar que proporciona las reglas para el diseño de dispositivos de elevación.
- **ISO 10816-3:** Estándar que proporciona las condiciones de medición y evaluación de la Vibración mecánica en máquinas industriales con potencia nominal superior a 15 kW y velocidades nominales entre 120 rpm y 15 000 rpm.
- **EN 10025-2:** Estándar para productos laminados en caliente de aceros estructurales no aleados que proporcionan las condiciones técnicas y su suministro.

#### **4.6 Fases del proyecto**

El presente informe de trabajo de suficiencia profesional comprende las actividades de supervisión del desembarque hacia el muelle, la supervisión del montaje mecánico, traslado de la grúa a su posición final y la supervisión de las pruebas antes de su puesta en marcha, como se puede observar en la figura N° 13, estas fueron realizadas desde el 11-01-2016 hasta el 21-06-2016 en un lapso de 24 semanas tal como se muestra en el cronograma de actividades.

## CRONOGRAMA DEL PROYECTO. FASE I – FASE II

**CLIENTE: TERMINALES PORTUARIOS EUROANDINOS PAITA S.A.**  
**CONTRATISTA: LIEBHERR CONTAINER CRANES LTD. (LCC)**  
**SUPERVISIÓN: TÜV RHEINLAND PERU S.A.C**

FASES DEL PROYECTO			Semana 01							Semana 02							Semana 03							Semana 04						
			Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.
			11-01-16	12-01-16	13-01-16	14-01-16	15-01-16	16-01-16	17-01-16	18-01-16	19-01-16	20-01-16	21-01-16	22-01-16	23-01-16	24-01-16	25-01-16	26-01-16	27-01-16	28-01-16	29-01-16	30-01-16	31-01-16	01-02-16	02-02-16	03-02-16	04-02-16	05-02-16	06-02-16	07-02-16
<b>FASE I: INGENIERÍA PRELIMINAR DEL PROYECTO</b>																														
Alcance de la supervisión.	11-01-2016	11-01-2016																												
Revisión de la información.	11-01-2016	12-01-2016																												
Planificación de la supervisión.	11-01-2016	14-01-2016																												
<b>FASE II: SUPERVISIÓN DEL DESEMBARCO DE LOS COMPONENTES DE LA GRÚA PORTUARIA</b>																														
Revisión documentaria específica previa a la supervisión de descarga.	15-01-2016	16-01-2016																												
Supervisión de descarga de componentes del barco hasta el muelle.	16-01-2016	20-01-2016																												

FUENTE: Elaboración propia

### CRONOGRAMA DEL PROYECTO. FASE III

**CLIENTE: TERMINALES PORTUARIOS EUROANDINOS PAITA S.A.**  
**CONTRATISTA: LIEBHERR CONTAINER CRANES LTD. (LCC)**  
**SUPERVISIÓN: TÜV RHEINLAND PERU S.A.C**

FASES DEL PROYECTO			SEMANAS DEL PROYECTO																											
			SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	SEMANA 25	SEMANA 26	SEMANA 27	SEMANA 28
<b>FASE III: SUPERVISIÓN DEL MONTAJE DE LA GRÚA PORTUARIA</b>																														
Inspección del cumplimiento de las especificaciones técnicas, Y procedimientos de trabajo.	21-01-2016	01-06-2016																												
Inspección de equipos y herramientas.	25-01-2016	01-06-2016																												
Montaje de la Grúa.	25-01-2016	01-06-2016																												
Control de superficies pintadas.	02-05-2016	23-05-2016																												
Ajuste por Torque.	24-05-2016	01-06-2016																												
Aseguramiento de calidad en el montaje	20-04-2016	01-06-2016																												

FUENTE: Elaboración propia

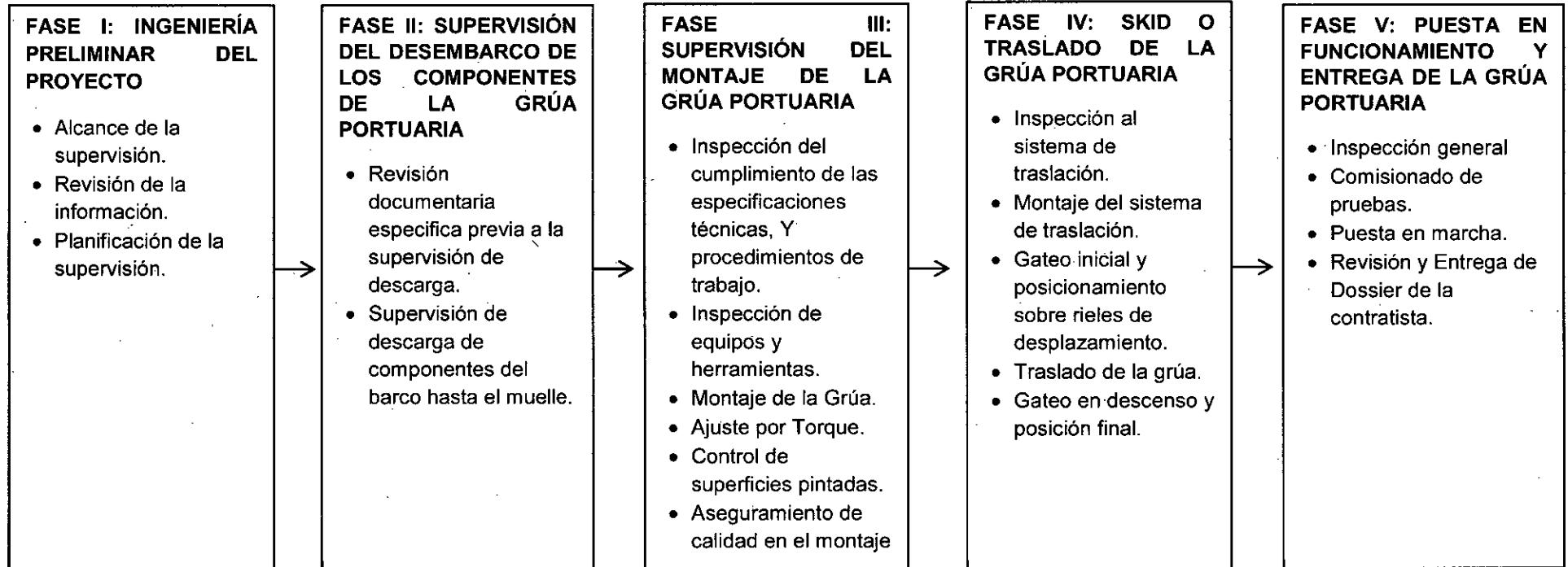
## CRONOGRAMA DEL PROYECTO. FASE IV – FASE V

**CLIENTE: TERMINALES PORTUARIOS EUROANDINOS PAITA S.A.**  
**CONTRATISTA: LIEBHERR CONTAINER CRANES LTD. (LCC)**  
**SUPERVISIÓN: TÜV RHEINLAND PERU S.A.C**

FASES DEL PROYECTO			Semana 21							Semana 22							Semana 23							Semana 24						
			Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.
			30-05-16	31-05-16	01-06-16	02-06-16	03-06-16	04-06-16	05-06-16	06-06-16	07-06-16	08-06-16	09-06-16	10-06-16	11-06-16	12-06-16	13-06-16	14-06-16	15-06-16	16-06-16	17-06-16	18-06-16	19-06-16	20-06-16	21-06-16	22-06-16	23-06-16	24-06-16	25-06-16	26-06-16
<b>FASE IV: SKID O TRASLADO DE LA GRÚA PORTUARIA</b>																														
Inspección al sistema de traslación.	30-05-2016	01-06-2016																												
Montaje del sistema de traslación.	02-06-2016	02-06-2016																												
Gateo inicial y posicionamiento sobre rieles de desplazamiento.	03-06-2016	03-06-2016																												
Traslado de la grúa.	03-06-2016	09-06-2016																												
Gateo en descenso y posición final.	09-06-2016	09-06-2016																												
<b>FASE V: PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y ENTREGA DE LA GRÚA PORTUARIA</b>																														
Inspección general	10-06-2016	12-06-2016																												
Comisionado de pruebas	13-06-2016	17-06-2016																												
Puesta en marcha.	18-06-2016	19-06-2016																												
Revisión y Entrega de Dossier de la contratista.	20-06-2016	21-06-2016																												

FUENTE: Elaboración propia

**FIGURA N° 14: FASES DEL PROYECTO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

#### **4.6.1 FASE I: Ingeniería Preliminar del Proyecto**

La actividad de ingeniería preliminar consistió en un análisis previo a la ejecución del proyecto en donde se definieron los alcances del mismo, así como la revisión y verificación de la información del proyecto generada por el cliente y la contratista con el fin de realizar una planificación de actividades que permitirán lograr con el cumplimiento de los objetivos trazados.

- **Alcance la supervisión**

El alcance es el proceso que consistió en desarrollar una descripción detallada del proyecto, describiendo los límites del servicio mediante las especificaciones y requisitos solicitados por el cliente, el cual fue definido por medio de las bases que especifica realizar la supervisión para el montaje de dos (02) grúas RTG y una (01) grúa STS a instalar en el Terminal Portuario Euroandino (PTE) en la ciudad de Paita – Piura, incluyendo la supervisión del desembarque hacia el muelle, la supervisión del montaje mecánico y eléctrico y la supervisión de las pruebas de comisionamiento.

- **Revisión de la Información**

La revisión de la información fue una etapa donde se inspeccionaron todos los documentos relacionados al proyecto, entre estos están los Planos, procedimientos, Instructivo, especificaciones técnicas del contrato, etc. Esta información se analizó, transformo y distribuyo a los miembros del equipo de la supervisión, los mismos que verificaron que estos cumplan con lo solicitado por el cliente y en beneficio del proyecto, identificando así cualquier problema y proponer las acciones correctivas que eviten contratiempos en la etapa de ejecución del proyecto, así mismo tanto la revisión de la documentación del proyecto, así como el alcance del mismo fueron

puntos de partida de la planificación de las actividades en cada una de las fases del proyecto.

Se lista los procedimientos más relevantes:

- **Procedimientos de montaje y calidad:** El presente documento contiene información de detalle en los procedimientos de montaje y calidad.
- **Plan de Izaje:** El presente documento presenta información de la planeación de los izajes con grúas móviles empleadas para el montaje teniendo en cuenta la capacidad de la grúa empleando su tabla de carga.
- **Procedimiento de traslado:** El presente documento tiene como objeto informar a todas las partes involucradas de los medios y conocimientos adecuados para realizar los trabajos de una forma segura, definiendo las condiciones previas necesarias y las secuencias de los trabajos a realizar. Este documento debe ser considerado por el Responsable de la Ejecución como la guía principal para el correcto desarrollo de los trabajos.
- **Procedimiento de reparación de Pintura:** El presente documento presenta la información para las reparaciones de pintura generadas propias del desembarco y montaje.
- **Protocolos de aceptación:** Este Formatos se basa en la grúa Modelo P167L-Super Contrato y Especificación N° IR1988. Además, este protocolo se ha ampliado para incluir el funcionamiento y las operaciones de todos esos elementos, que son necesarios para el funcionamiento seguro y eficiente de la grúa dentro del alcance del contrato, las normas y

reglamentos de seguridad y otras especificaciones, que resulten aplicables.

- **Planificación de la supervisión**

La planificación básicamente consistió en definir una estructura provista de estrategias con finalidad de alcanzar metas del proyecto logrando objetivos previos mediante planes de acción y recursos, en un tiempo ya establecido, estos planes impactan directamente a cada una de las etapas del proyecto siendo estas:

- **Planificación del desembarco**

Esta planificación consistió analizar y evaluar las actividades críticas a realizarse en los trabajos de desembarco y traslado de los componentes de la grúa al almacén, realizando para esto revisión documentaria específica de los procedimientos de izaje, certificados de los operadores y rigger, debiendo de estar estos en orden y aprobados por el cliente, las actividades de la supervisión de descarga de componentes del barco hasta el muelle fueron:

- ✓ Inspección del estado de los elementos y partes del equipo antes y después de la descarga.
- ✓ Inspección de descarga de acuerdo al Packing List.

- **Planificación del Montaje**

Esta planificación requirió un plan detallado de las actividades que se llevaron a cabo en el montaje respetando el cronograma de trabajo, ya que como se verá posteriormente el equipo obedeció a un orden o secuencia que permitió maximizar la eficiencia del uso de recursos, dicho orden fue establecido y acordado por el equipo técnico de la empresa ejecutora el cual poseía una vasta experiencia en este tipo de operaciones.

La secuencia de actividades proyectada fue:

- ✓ Marcado de ejes y distancias de la grúa
- ✓ Armado de bases temporales
- ✓ Posicionamiento de las unidades de traslación (Bogies) sobre rieles temporales
- ✓ Instalación de los testeras (End carriages)
- ✓ Armado estructural de portal 2-3
- ✓ Preparación de componentes generales previo a las maniobras de izaje.
- ✓ Izaje del portal 2-3
- ✓ Izaje y verticalización de Leg (pierna) N° 4
- ✓ Izaje y colocación de Sill beam
- ✓ Izaje e instalación de Carrier lado agua
- ✓ Posicionamiento del carro (Trolley) y cabina de operador
- ✓ Instalación de los brazos diagonales de carriers a main beam
- ✓ Preparación, izaje e instalación de la sala de maquinas
- ✓ Preparación izaje e instalación de caballete a (a frame)
- ✓ Izaje e instalación de la pluma (boom)
- ✓ Instalación de cables de elevación
- ✓ Instalación de cables de elevación de spreader

➤ **Planificación del skid**

De igual manera que en los casos anteriores, es necesario concordar con el equipo técnico de la empresa ejecutora la definición y secuencia de las actividades que lo componen el traslado de la grúa a su posición final y de esta manera anticiparse a las actividades a supervisar, ayudando de esta manera a alcanzar los objetivos ya establecidos en beneficio del proyecto, siendo estas actividades:

- ✓ Inspección al sistema de Traslación
- ✓ Montaje del Sistema de traslado debajo de la Grúa.
- ✓ Gateo inicial y Posicionamiento sobre Rieles de Desplazamiento
- ✓ Traslado de la Grúa
- ✓ Gateo en descenso y posición final

- **Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos**

La matriz de riesgos constituye una herramienta de identificación de peligros y evaluación de riesgos en materia de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Responsabilidad Social, cuyos resultados son presentados en las reuniones de seguridad, cuando estos por su naturaleza o magnitud puedan afectar con el logro de las metas. El gerenciamiento de riesgos de Seguridad, Salud y Medio Ambiente consta de 3 etapas:

- ✓ Etapa 1: Identificación de Peligros
- ✓ Etapa 2: Evaluación de Riesgos
- ✓ Etapa 3: Medidas de Control

El proceso de identificación de peligros y la identificación de riesgos en materia de Seguridad, Salud Y Medio Ambiente es aplicado en todas las actividades rutinarias y no rutinarias que se llevan a cabo en la obra y es aplicada antes que se realice una actividad en su etapa de planificación y/o diseño, o cuando exista un cambio en las operaciones.

De acuerdo a la tabla N° 1, muestra los peligros y riesgos asociados más significativos que se consideraron en proyecto.

**TABLA N° 1: MATRIZ DE PELIGROS**

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO	EVALUACIÓN	MEDIDAS DE CONTROL
1	Equipos e Instalación eléctrica energizados.	Shock Eléctrico, quemadura, muerte	Inspecciones periódicas de instalaciones energizadas y equipos que se utilizan con energía eléctrica, señalización de áreas con riesgo eléctrico, uso de tableros con protecciones termo magnéticas y diferenciales con puesta a tierra (Toda instalación a realizar deberá ser previamente verificada que no posee tensión), capacitación al personal en la manipulación y utilización de herramientas eléctricas, control y estado de prolongaciones., uso de EPP básico y zapatos dieléctrico.
2	Caída a distinto nivel	Lesiones múltiples, muerte	Uso de equipos de izaje de personal certificados e inspección permanente de estos sistemas (manlift, ascensores), monitoreo de velocidad de viento, uso de arnés de seguridad , líneas de vida, puntos de anclaje certificados y correas porta herramientas, gestión de permisos de trabajo de alto riesgo, señalización de áreas de trabajo, capacitación de personal en Trabajos en altura, uso de EPP básico (Casco de seguridad con barbiquejo)
3	Exposición a ruido	Hipoacusia inducida por ruido	Uso obligatorios de protectores auditivos en áreas de trabajo
4	Trabajos con grúa (Izaje de estructuras)	Lesiones múltiples, muerte	Inspección diaria de equipos y aparejos de izaje, operadores certificados, Elaboración de plan de izaje previo a ejecución de maniobras, prohibición de circulación de personal debajo de la grúa o bajo la carga, gestión de permisos de trabajo de alto riesgo (PT), acceso de sólo de personal autorizado a zona de maniobras, comunicación y coordinación previa de actividades con responsables de trabajos adyacentes, capacitación de personal en trabajos de izajes de estructuras, uso de EPP básico.
5	Temperaturas extremas	Insolación, deshidratación	Uso de bloqueador solar por personal, y bebidas rehidratantes.
6	Vientos fuertes	Atrapamientos, lesiones múltiples, muerte	Establecimiento de velocidad máxima permisible de viento para realizar trabajos de izaje (50km/h según NTE G-050)
7	Sustancias químicas peligrosas	Intoxicación, lesión en piel y ojos, contaminación de suelo, cuerpos de agua	Señalización de áreas de almacenamiento de productos químicos, disposición adecuada de residuos peligrosos, uso de EPP adecuado para manipulación de materiales peligrosos, uso de hojas de seguridad de productos químicos, rotulación de envases de productos químicos.

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO	EVALUACIÓN	MEDIDAS DE CONTROL
8	Caída de cargas	Lesiones múltiples, muerte	Inspección diaria de equipos y aparejos de izaje, operadores certificados, Elaboración de plan de izaje previo a ejecución de maniobras, prohibición de circulación de personal debajo de la grúa o bajo la carga, acceso de sólo de personal autorizado a zona de maniobras, comunicación y coordinación previa de actividades con responsables de trabajos adyacentes, capacitación de personal en trabajos de izajes de estructuras, uso de EPP básico.
9	Materiales combustibles	Incendios, quemaduras	Señalización de áreas de almacenamiento, uso de equipos contra incendios, uso de kit anti derrames, uso de EPP para manipulación de materiales combustible, almacenamiento adecuado (Considerar temperatura de almacenamiento), uso de hojas de seguridad de productos químicos
10	Sobrecarga del sistema de deslizamiento	Lesiones múltiples en personal, avería en equipo	Checklist previa de la estructura: Centro de gravedad, pese neto, cálculo de carga estimada de cada gato.
11	Fallo estructural de obras temporales	Aplastamiento, muerte, daño a infraestructura aledaña	Evaluación previa de la integridad total de todas las obras temporales suministradas, consulta de planos.
12	Hundimiento de gato	Lesiones múltiples en personal, daño en equipo	Preparación del suelo e identificación de puntos de apoyo. Elaborar plan de izaje
13	Trabajo repetitivo, malas posturas	Lesiones músculo esqueléticas	Realizar evaluaciones ergonómicas previas para actividad de manipulación manual de equipo, Capacitación en técnicas ergonómicas e higiene laboral a personal involucrado, rotación de actividades.
14	Caídas a nivel	Contusiones, fracturas	Señalización de áreas de trabajo, mantener el orden y limpieza, uso de EPP básico (Botas de seguridad antideslizantes)
15	Disposición inadecuada de residuo	Contaminación de suelo y cuerpos de agua	Rotulación de contenedores para disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, uso de código de colores según norma técnica NTP 900.058.2005

FUENTE: Elaboración Propia:

#### **4.6.2 Fase II: Supervisión del desembarco y almacenaje de los componentes de la Grúa Portuaria**

##### **Revisión documentaria específica previa a la supervisión de descarga.**

La revisión documentaria antes de la llegada de los componentes de la grúa fue una de las actividades previas a la llegada del buque al muelle, entre estos documentos se encuentran las listas de empaque o Packing List de cada uno de los componentes de las grúas STS y RTG mediante los documentos Packing List IR1988, Packing List RT378 y Packing List RT379, estos documentos fueron la base para realizar el check list necesario que corroboraría la recepción de la cantidad de elementos esperada así como su estado integral, de igual manera se revisaron los planes de izaje, procedimientos de eslingados, certificados de grúas móviles, certificados de operadores y rigger. Esta documentación de las actividades correspondió al izaje de los elementos en muelle después del desembarco del camión al punto de acopio.

##### **Supervisión de descarga de componentes del barco hasta el muelle.**

Esta actividad tuvo una duración de 5 días siendo la fecha de inicio de desembarque el sábado 16 y terminando el miércoles 20 de enero del 2016, realizándose de manera normal sin presencia de accidentes / incidentes mayores, el traslado de los elementos del barco hasta tierra fue realizado por el personal propio del puerto el cual contabilizo la carga por bultos cuya operación se puede observar en el Tabla N° 2, para luego ser trasladado hacia el almacén por medio camiones de carga siendo estos descargados por medio de grúas telescópicas tipo 683 HD, como se observa en la figura N° 14, realizando previamente una inspección de campo, revisando su operatividad e integridad antes

y durante los trabajos de izaje, así como la adecuada manipulación de los elementos que trasladan evitando así daños innecesarios.

**TABLA N° 2: RELACIÓN DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS POR DÍA**

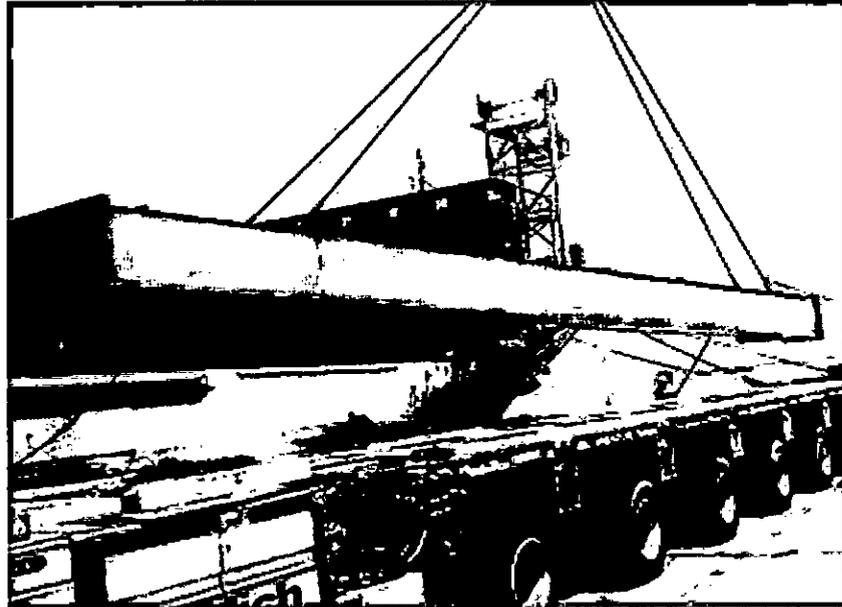
Día	# de Bultos		% Avance
	Avance Diario	Avance Acumulado	
Sábado 16 de Enero	10	10	5,88%
Domingo 17 de Enero	55	65	38,24%
Lunes 18 de Enero	24	89	52,35%
Martes 19 de Enero	13	102	60,00%
Miércoles 20 de Enero	68	170	100,00%

<b>Total de Bultos</b>	<b>170</b>
------------------------	------------

**FUENTE:** Elaboración Propia

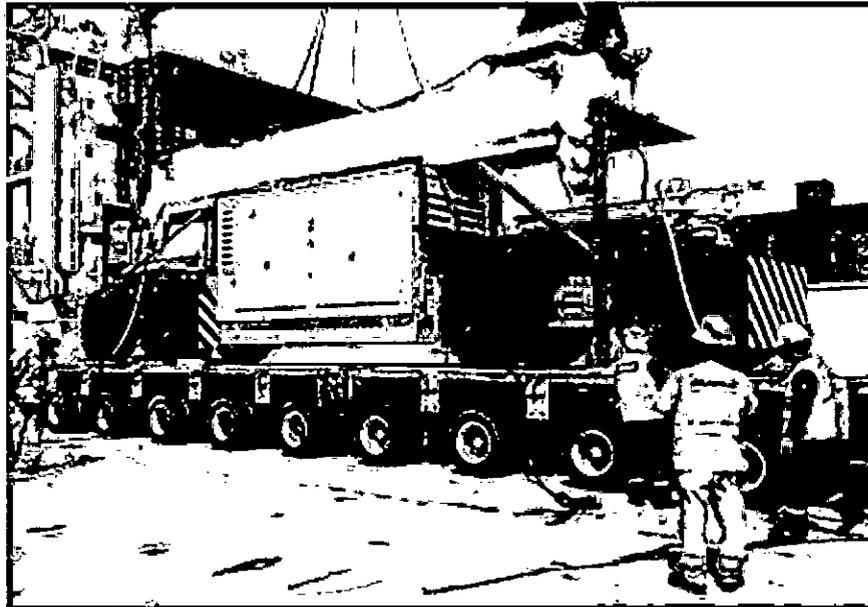
Como se puede observar en Tabla N° 2, el día 16 de enero del 2016 se presentó un porcentaje bajo de avance, esto se debió a que ese día se descargaron Los elementos más voluminosos por tanto tomo mucho tiempo ejecutar las maniobras, así mismo los días 18 y 19 de enero del 2016 se presentó un bajo porcentaje de avance debido a que por periodos del día se presentó malas condiciones ambientales, finalizando las actividades el día 20 de enero del 2016 en donde se presentó un mayor avance, esto se debió al apoyo dado por el personal de operaciones de Terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A.

**FIGURA N° 15: IZAJE DE COLUMNA A CAMIÓN DE CARGA**



**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N° 16: IZAJE DE VIGAS CON RUEDAS A CAMIÓN DE CARGA**



**FUENTE:** Elaboración Propia

Así mismo se realizó una inspección de los elementos los cuales constaron en:

- **Inspección del estado de los elementos y partes del equipo antes y después de la descarga.**

Esta actividad consistió en una inspección a detalle de cada uno de los elementos de las grúas a montar, en donde se observó que la integridad de todas las partes contenidas en los bultos era buena, ya que no se evidenciaron defectos mayores en ninguno de los bultos verificados, sin embargo si se detectaron defectos menores ya que varios bultos presentaron observaciones con fallas en pintura, estos defectos son normales en este tipo de manejo de izaje de carga; aquellos que presentan observaciones en su mayoría corresponden a rayones de pintura por: calor de soldadura en accesorios temporales, golpes por acción mecánica con otro bulto y roces por la cercanía de los bultos, en la condición como estaban embarcados.

**FIGURA N° 17: DESPRENDIMIENTO DE PINTURA EN LOS COMPONENTES DE LA GRÚA A MONTAR**



**FUENTE: Elaboración Propia**

• Inspección de descarga de acuerdo al Packing List

La inspección de descarga tiene como función corroborar las cantidades esperadas de los componentes de las grúas portuarias a montar, sirviendo a la vez como un registro que será entregado al cliente en donde se presenta la relación de los bultos desembarcados, identificados con su número de marca, adicionando una columna en donde indicara el estado en que llegaron o desembarcaron del buque.

**TABLA N° 3: PACKING LIST DE LOS COMPONENTES DE LA GRÚA**

Marca	Cantidad	Fecha	Descripción	Ubicación	Observaciones
1	1	16/01/2016	Viga principal Contra pluma	Ver anexo 1 pagina 1 de 12	Daño en pintura por golpes menores Rayón superficial menor, sin daño estructural
2	1	16/01/2016	Pluma	Ver anexo 1 pagina 1 de 12	Daño en pintura por golpes menores Puntos de soldadura por accesorios temporales
3	1	19/01/2016	Cuarto de maquinas	Ver anexo 1 pagina 1 de 12	Daño en pintura por soldadura soporte temporal Cubierta doblada levemente durante descarga
4	1	19/01/2016	cabezal del bastidor	Ver anexo 1 pagina 1 de 12	En buen estado
5	1	20/01/2016	Trolley	Ver anexo 1 pagina 2 de 12	En buen estado
6	1	17/01/2016	Pata/ columna	Ver anexo 1 pagina 2 de 12	Daño en pintura por golpes menores
7	1	20/01/2016	Portal lado tierra	Ver anexo 1 pagina 2 de 12	Daño en pintura por golpes menores
8	1	20/01/2016	Portal lado tierra	Ver anexo 1 pagina 2 de 12	Daño en pintura por golpes menores
9	1	20/01/2016	Portal lado mar	Ver anexo 1 pagina 2 de 12	Daño en pintura por golpes menores
10	1	20/01/2016	Portal lado mar	Ver anexo 1 pagina 2 de 12	Daño en pintura por golpes menores
11	1	17/01/2016	finales de carrera lado mar	Ver anexo 1 pagina 3 de 12	Daño en pintura por golpes menores

Marca	Cantidad	Fecha	Descripción	Ubicación	Observaciones
12	1	17/01/2016	finales de carrera lado tierra	Ver anexo 1 pagina 3 de 12	En buen estado
13	1	16/01/2016	Soporte de trasporte lado mar	Ver anexo 1 pagina 3 de 12	Rayón de pintura superficial
14	1	16/01/2016	Soporte de traslado - terrestre	Ver anexo 1 pagina 3 de 12	En buen estado
15	1	17/01/2016	Vigas intermedias	Ver anexo 1 pagina 3 de 12	Daño en pintura por golpes menores
16	1	17/01/2016	Vigas intermedias	Ver anexo 1 pagina 3 de 12	En buen estado
17	1	20/01/2016	Unidad de traslación	Ver anexo 1 pagina 4 de 12	Daño en pintura por golpes menores
18	1	20/01/2016	Unidad de traslación	Ver anexo 1 pagina 4 de 12	Daño en pintura por golpes menores
19	1	20/01/2016	Unidad de traslación	Ver anexo 1 pagina 4 de 12	Daño en pintura por golpes menores
20	1	20/01/2016	Unidad de traslación	Ver anexo 1 pagina 4 de 12	Daño en pintura por golpes menores
21	1	19/01/2016	ensamble para ajuste	Ver anexo 1 pagina 5 de 12	En buen estado
22	1	16/01/2016	Marco de polea - spreader	Ver anexo 1 pagina 5 de 12	En buen estado
23	1	17/01/2016	Cabina de operador	Ver anexo 1 pagina 5 de 12	En buen estado
24	1	17/01/2016	Soportes	Ver anexo 1 pagina 5 de 12	Daño en pintura por golpes menores
25	1	20/01/2016	Vigas tensoras trasera	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	Daño en pintura por golpes menores
26	1	20/01/2016	Vigas tensoras	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	Daño en pintura por golpes menores
27	1	20/01/2016	Viga Tensora	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	En buen estado
28	1	20/01/2016	Vigas tensoras	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	Daño en pintura por golpes menores.
29	1	20/01/2016	Vigas tensoras	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	Daño en pintura por golpes menores
30	1	20/01/2016	Marco del bastidor	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	En buen estado

Marca	Cantidad	Fecha	Descripción	Ubicación	Observaciones
31	1	20/01/2016	Marco del bastidor	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	En buen estado
32	1	20/01/2016	Vigas tensoras	Ver anexo 1 pagina 6 de-12	Daño en pintura por golpes menores
33	1	20/01/2016	Vigas tensoras	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	Daño en pintura por golpes menores
34	1	20/01/2016	Soporte ejes de brazos	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	En buen estado
35	1	20/01/2016	Vigas tensoras del Boom	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	En buen estado
36	1	20/01/2016	Vigas tensoras	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	En buen estado
37	1	20/01/2016	Vigas tensoras	Ver anexo 1 pagina 6 de 12	En buen estado
38	1	17/01/2016	Contenedor	Ver anexo 1 pagina 7 de 12	En buen estado
39	1	16/01/2016	Escalera	Ver anexo 1 pagina 7 de 12	Oxidación leve en los pifones Daño en pintura por golpes menores
40	1	19/01/2016	Anclaje para tormenta	Ver anexo 1 pagina 7 de 12	Rayón de pintura superficial
41	1	19/01/2016	Anclaje para tormenta	Ver anexo 1 pagina 7 de 12	En buen estado
42	1	17/01/2016	Soportes Auxiliares	Ver anexo 1 pagina 7 de 12	En buen estado
43	1	17/01/2016	Soportes Auxiliares	Ver anexo 1 pagina 7 de 12	Daño en pintura por golpes menores
44	1	18/01/2016	Polea enrolla Cable	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	Hendidura de 15mm, sin rotura
45	1	17/01/2016	Unidad de devanado - Cable	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	En buen estado
46	1	17/01/2016	Cabina de levantamiento	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	En buen estado
47	1	18/01/2016	Carril de elevación	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	En buen estado
48	1	18/01/2016	Carril de elevación	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	En buen estado
49	1	18/01/2016	Carril de elevación	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	En buen estado

Marca	Cantidad	Fecha	Descripción	Ubicación	Observaciones
50	1	17/01/2016	Cabina de levantamiento	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	En buen estado
51	1	19/01/2016	Caja de componentes	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	En buen estado
52	1	20/01/2016	Soporte de poleas	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	Daño en pintura por golpes menores
53	1	20/01/2016	Soporte	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	En buen estado
54	1	16/01/2016	Soportes	Ver anexo 1 pagina 8 de 12	En buen estado
55	1	20/01/2016	Viga para mantenimiento	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
56	1	17/01/2016	Vigas auxiliares	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
57	1	16/01/2016	Soportes	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
58	1	20/01/2016	Polipasto de sobrecarga	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	Daño en pintura por golpes menores
59	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
60	1	18/01/2016	Plataforma - escalera	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
61	1	18/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
62	1	17/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
63	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
64	1	17/01/2016	Sección de Escalera	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
65	1	17/01/2016	Sección de Plataforma	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
66	1	19/01/2016	Soportes	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
67	1	18/01/2016	Soportes Auxiliares	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
68	1	19/01/2016	Soportes	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
69	1	18/01/2016	Soportes Auxiliares	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado

Marca	Cantidad	Fecha	Descripción	Ubicación	Observaciones
70	1	18/01/2016	Soportes Auxiliares	Ver anexo 1 pagina 9 de 12	En buen estado
71	1	18/01/2016	Secciones de Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
72	1	18/01/2016	Secciones de Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
73	1	18/01/2016	Secciones de Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
74	1	18/01/2016	Secciones de Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
75	1	18/01/2016	Secciones de Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
76	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
77	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
78	1	17/01/2016	Secciones de escalera	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
79	1	17/01/2016	Secciones de escalera	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
80	1	17/01/2016	Secciones de escalera	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
81	1	17/01/2016	Secciones de escalera	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
82	1	17/01/2016	Secciones de escalera	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
83	1	17/01/2016	Secciones de escalera	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
84	1	17/01/2016	Secciones de escalera	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
85	1	17/01/2016	Secciones de escalera	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
86	1	17/01/2016	Secciones de escalera	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
87	1	17/01/2016	Soportes auxiliares	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
88	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
89	1	18/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado

Marca	Cantidad	Fecha	Descripción	Ubicación	Observaciones
90	1	20/01/2016	Plataforma – Soportes	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
91	1	18/01/2016	Sección de plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
92	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
93	1	18/01/2016	Secciones de Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
94	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
95	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 10 de 12	En buen estado
96	1	20/01/2016	Barandas de plataforma	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
97	1	18/01/2016	Sección de plataforma	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
98	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
99	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
100	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
101	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
102	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
103	1	20/01/2016	Escalera de Gato	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
104	1	20/01/2016	Escalera de Gato	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
105	1	20/01/2016	Escalera de Gato	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
106	1	20/01/2016	Escalera tipo Gato	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
107	1	17/01/2016	Canasta	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
108	1	20/01/2016	Plataforma	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado
109	1	18/01/2016	Secciones de Plataforma	Ver anexo 1 pagina 11 de 12	En buen estado

Marca	Cantidad	Fecha	Descripción	Ubicación	Observaciones
110	1	17/01/2016	Caja de Cable	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
111	1	20/01/2016	Caja de Buffers	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
112	1	18/01/2016	Soportes unidad de desvió	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
113	1	20/01/2016	Rollo de cable	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
114	1	20/01/2016	Rollo de cable	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
115	1	20/01/2016	Rollo de cable	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
116	1	20/01/2016	Rollo de cable	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
117	1	17/01/2016	Caja de Cable	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
118	1	17/01/2016	Caja de Cable	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
119	1	17/01/2016	Cajas de Cable	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
120	1	17/01/2016	Cajas de Cable	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
121	1	19/01/2016	Caja de cables	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
122	1	19/01/2016	Caja de cables	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
123	1	19/01/2016	Caja de cables	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado
124	1	19/01/2016	Caja de cables	Ver anexo 1 pagina 12 de 12	En buen estado

FUENTE: Elaboración Propia

• **Lista de componentes Generales**

**Grúa de servicio:**            Puente grúa de servicio  
Carga Útil – 5.0 toneladas  
M. No 11606039

**Mecanismo de elevación:** Koster / Adler Electric Winch WE 20

M. No.: 11323904

**Mecanismo de traslación:** 2 x Flender Motox 0.37kW A.C

Geared Motor, 460V – 60Hz

N2= 18.6 rpm

M. No.: 500096513

M. No.: 500096613

**Mecanismo del carro:** 1 x Flender Motox 0.37kW A.C.

Geared Motor, 460V - 60Hz

N2= 18.6 rpm

M. No.: 500096713

**Cable de la grúa:** Casar Starlift Ø14 x 130.00 LHL

M. No.: 773422313

**Dispositivo de laboreo:** Koster / Adler Electric Winch WE 5

M. No.: 540209313

**Cable de laboreo:** Casar Stratoplast 6 Strand Ø6 x 360.00

RH Ordinary Lay

M. No.: 773413613

**Accesorios, Sala de maquinaria:**

Tornillo de mordazas fijado al banco de Trabajo, Armario / tambucho, Papelera, Cenicero atornillado, Cepillo, Asiento Botiquín de primeros auxilios, Camilla. Arnés de seguridad.

#### **4.6.3 Fase III: Supervisión del Montaje de la Grúa Portuaria**

##### **Inspección del cumplimiento de las Especificaciones Técnicas, y Procedimientos de Trabajo**

Esta actividad tiene como función de verificar que todas las actividades de trabajo respecto al montaje realizados por el personal capacitado se realizaren acorde a lo establecido en los procedimientos de calidad, las especificaciones Técnicas y planes de trabajo.

Por otra parte un análisis previo al inicio de las actividades tiene gran importancia ya que permite analizar el estado momentáneo del trabajo ya que al momento de las actividades se encontraron los elementos y partes de las grúas RTG y STS correspondientes al proyecto diseminadas en áreas separadas para su montaje.

##### **Inspección Equipos y Herramientas**

En esta parte del informe realizamos la inspección de los equipos que utilizamos, esto con la finalidad de reducir demoras y evitar contratiempos o accidentes que atenten contra los bienes materiales tanto como la integridad del personal humano, ya que muchos de estos equipos sobre todo los de izaje, necesitan ser aprovechados al máximo haciendo que sea eficiente su operación, producción y tener mucha responsabilidad en cuanto a su manejo.

La empresa dispuso en obra de:

- 1 Grúa celosía sobre orugas marca Manitowoc 16000 de 400 ton de capacidad máxima.
- 1 Grúa celosía sobre orugas marca Terex Demag de 500 ton de capacidad máxima.
- 1 Grúa celosía sobre orugas marca Kobelco CK850 de 80 ton de capacidad máxima.

- 1 Grúa celosía sobre orugas marca Sennebogen 683HD de 80 ton de capacidad máxima.

Las tablas de cargas, certificados de grúas y certificados de operadores, estuvieron disponibles en todo momento para su consulta por parte de los supervisores de campo y personal designado por las autoridades de TPE. Si se presentaba en ese entonces algún reemplazo no planificado de fuerza mayor de algún equipo, donde ALE Heavylift estuvo comprometido a disponer de un equipo de iguales o mejores condiciones y capacidad del equipo reemplazado.

Equipos adicionales:

- 1 montacargas de 7 ton de capacidad
- 1 carretilla autoelevadora de 4 ton de capacidad
- 1 manlift elevador de personal de brazo articulado de 12 mts de altura
- 1 manlift elevador de personal de brazo telescópico de 24 mts de altura.

Así mismo un equipo de grandes dimensiones requiere de diferentes dispositivos, máquinas y herramientas las cuales trabajando en conjunto facilitaron el montaje y puesta en marcha del mencionado equipo portuario, dichos equipos auxiliares importados temporalmente para esta obra fueron:

- 8 bases con rieles temporales.
- 12 stands pesados de acero.
- 1 guindola canasta para personal.
- 2 dispositivos de desenrollado de cables eléctricos (provisto por Liebherr).
- 2 dispositivos de desenrollado de cables de acero.

- 8 cáncamos especiales para izaje de portales/patas Aparejos y tirsors dif. Medidas.
- 1 máquina de soldar 600 amp.
- 1 equipo de torqueado hidráulico.
- 2 torqueadoras eléctricas de impacto.
- 1 set de agujereadoras, amoladoras, atornilladoras, lijadoras.
- 1 hidrolavadoras.
- 1 set de herramientas de mano generales.
- 1 set de instrumentos de medición.
- 1 set de eslingas de nylos y grilletes de diferentes medidas.
- 2 generadores de corriente eléctrica.
- 2 tanques de agua para lavado (se proveerá cuando sea necesario).
- 1 set de alargues y prolongaciones con tableros para maquinas eléctricas.
- 1 set de oxicorte.
- 1 teodolito digital para alineación de estructuras
- 6 handys para intercomunicación Motorola profesional.
- 1 Meghometro Digital para testeo de conexionado eléctrico de BT y MT.

### **Izaje Mecánico de Cargas**

El Izaje mecánico de cargas es una de las operaciones que se realizaron para el montaje de la Grúa Portuaria tipo STS Súper Post Panamax, ya que las partes a montar eran de gran dimensión y peso, por lo que se requirió de grúas para la operación de elevación siendo las principales las siguientes grúas:

- Grúa 1 - grúa sobre orugas Terex Demag CC2500
- Crane 2 - Sennebogen 683 HD

Estas grúas se movilizaron al sitio de montaje y le adicionaron sus accesorios de izaje de acuerdo al manual de ensamblaje estándar que acompaña a la grúa, una vez completada la movilización, la grúa se prueba y se prepara para llevar a cabo las operaciones de elevación, de acuerdo a las instrucciones del Ingeniero del sitio y el supervisor de levantamiento pesado.

Los días en que se llevaron a cabo los izajes se realizaron las charlas de seguridad previa a la elevación y una charla de herramientas que revisará los siguientes puntos.

- a) Procedimientos, requisitos y detalles especificados en los planes de trabajo y dibujos.
- b) Revisión de elementos de seguridad tales como problemas climáticos, actividad de la planta, rutas de escape, planes de contingencia, ubicación de equipos de lucha contra incendios y de seguridad personal, etc.
- c) Obtención del permiso para trabajo.
- d) Verificación de la ubicación de todos los carteles y barricadas que definen la seguridad límites de las áreas de trabajo.
- e) Definir claramente la responsabilidad de todo el personal directamente involucrado en el levantamiento operación.

Así mismo para la obtención del permiso de trabajo se deberá presentar el plan de izaje de ambas grúas, basado en caculo de la Carga Máxima de trabajo o capacidad de la grúa, analizando esta carga con la más crítica del proyecto como se muestra a continuación:

- **Capacidad de carga de la Grúa**

Está representada como la carga máxima que puede levantar una grúa sin sufrir complicaciones ni causar accidentes, esta carga es

hallada directamente de la tabla del fabricante, requiriendo para esto:

- **El radio de trabajo de la Grúa:** Distancia medida del centro de giro de la Grúa al centro del gancho

Radio. Grúa Terex Demag CC2500 = 12 metros

Radio. Grúa Sennebogen 683 HD = 4 metros

- **El largo de la Pluma:** Es la longitud hasta donde se extiende la pluma para las actividades de izaje.

Largo de la pluma. Grúa Terex Demag CC2500 = 90 metros

Largo de la pluma. Grúa Sennebogen 683 HD = 14,7 metros

- **Contrapeso de la grúa:** Es el peso que equilibra la carga

Contra peso. Grúa Terex Demag CC2500 = 160 toneladas

Contra peso. Grúa Sennebogen 683 HD = 6 toneladas

Así mismo de tabla N° 4 se observa que la capacidad de carga para la grúa Sennebogen 683 HD es de 50 toneladas

**TABLA N° 4: TABLA DE CARGA GRÚA SENNEBOGEN 683 HD**

Ausladung radius [m]	Auslegerlänge / boom length [m]								
	10,8	14,7	18,6	22,5	26,4	30,3	34,2	38,1	42,0
2,5	80,0*								
3,0	72,5	50,0	40,0						
3,5	67,1	50,0	40,0						
4,0	62,4	50,0	40,0	31,5					
5,0	53,8	47,4	36,9	31,4	26,0				
6,0	40,4	37,6	32,9	28,6	24,6	19,0			
7,0	31,5	30,7	28,3	26,0	23,0	19,0	14,0		
8,0	25,6	24,8	23,9	22,7	21,3	18,9	14,0	12,0	9,5
9,0		20,7	20,2	19,6	18,8	17,8	14,0	12,0	9,5
10,0		17,5	17,1	17,0	16,4	16,1	14,0	12,0	9,5
11,0		15,1	14,7	14,9	14,4	14,3	13,8	12,0	9,5
12,0		13,1	12,7	12,9	12,8	12,7	12,6	11,8	9,5
13,0			11,1	11,3	11,4	11,4	11,3	11,3	9,5
14,0			9,7	9,9	10,0	10,2	10,2	10,3	9,5

FUENTE: Catalogo Sennebogen 683 HD

De la tabla N° 5, se observa que la capacidad de carga para la grúa Terex Demag CC2500 es de 123,5 toneladas.

TABLA N° 5: TABLA DE CARGA GRÚA TEREX DEMAG CC2500

m	84 m			90 m			96 m			102 m			108 m		
	SH/LH		SH/LH	SH/LH		SH/LH	SH/LH		SH/LH	SH/LH		SH/LH	SH/LH		
	SGL <sub>max</sub>			SGL <sub>max</sub>			SGL <sub>max</sub>			SGL <sub>max</sub>			SGL <sub>max</sub>		SGL <sub>max</sub>
	160t+40tZB		120t	160t+40tZB		120t	160t+40tZB		120t	160t+40tZB		120t	160t+40tZB		120t
11	141,5	112,0	112,0	123,5	98,5	98,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	141,5	112,0	112,0	123,5	98,5	98,5	108,0	86,5	86,5	95,2	72,3	72,3	-	-	
13	138,7	110,2	109,7	121,5	97,1	97,1	108,0	86,5	86,5	95,2	72,3	72,3	52,6	52,6	
14	136,0	108,5	107,5	119,5	95,7	95,7	108,0	85,3	85,3	95,2	72,3	72,3	52,6	52,6	
16	122,5	105,0	86,9	111,0	92,8	86,6	102,0	82,8	82,8	92,7	69,8	69,8	51,2	51,2	
18	102,0	101,5	72,1	101,0	90,0	71,8	95,8	80,3	71,2	87,5	67,3	67,3	48,5	48,5	
20	87,2	89,2	60,9	86,1	87,1	60,7	86,1	77,8	60,6	82,4	64,9	59,2	46,0	46,0	
22	75,4	77,3	52,2	74,3	77,1	52,0	74,2	74,2	51,9	73,7	62,8	50,9	43,8	43,8	
24	65,9	67,9	45,3	64,9	67,6	45,0	64,7	67,6	45,0	64,2	60,8	44,2	41,7	41,7	
26	58,2	60,2	39,7	57,1	59,9	39,4	57,0	59,8	39,3	56,5	58,8	38,7	40,1	36,9	
28	51,8	53,8	35,0	50,7	53,5	34,7	50,5	53,4	34,6	50,0	53,2	34,0	38,6	32,3	
30	46,4	48,3	31,0	45,2	48,1	30,7	45,1	47,9	30,6	44,5	47,7	30,0	37,1	28,3	
34	37,7	39,7	24,4	36,6	39,4	24,1	36,4	39,2	23,9	35,8	39,0	23,6	34,1	22,0	
38	31,1	33,1	19,3	29,7	32,8	18,9	29,5	32,6	18,7	28,8	32,4	18,4	31,2	17,1	
42	25,5	27,9	15,2	24,2	27,5	14,9	23,9	27,3	14,6	23,2	27,0	14,3	26,0	13,2	
46	21,1	23,4	12,0	19,7	23,0	11,6	19,4	22,8	11,3	18,7	22,5	11,0	21,4	10,0	
50	17,4	19,8	9,4	16,1	19,4	8,9	15,7	19,1	8,6	14,9	18,7	8,3	17,7	7,3	
54	14,4	16,8	7,2	13,0	16,3	6,7	12,6	16,0	6,4	11,8	15,6	6,0	14,6	5,0	
58	11,8	14,2	5,3	10,4	13,8	4,9	10,0	13,4	4,5	9,2	13,0	4,1	12,0	3,1	
59	11,2	13,6	4,9	9,8	13,2	4,5	9,4	12,8	4,1	-	12,4	3,7	11,4	2,6	
61	10,2	12,5	4,1	8,7	12,1	3,7	8,2	11,6	3,3	-	11,2	2,9	-	-	
62	9,7	12,0	3,8	8,2	11,6	3,3	7,7	11,1	2,9	-	10,7	-	-	-	
63	9,2	11,5	3,4	7,7	11,1	3,0	7,2	10,6	2,5	-	10,2	-	-	-	
64	8,7	11,1	3,1	7,3	10,6	2,6	6,7	10,1	-	-	9,7	-	-	-	
65	8,2	10,6	2,8	6,8	10,1	-	6,2	9,6	-	-	9,2	-	-	-	
66	7,8	10,2	-	6,4	9,7	-	5,8	9,2	-	-	8,8	-	-	-	
70	6,2	8,6	-	4,7	8,1	-	4,1	7,5	-	-	7,1	-	-	-	
74	4,9	7,2	-	3,3	6,7	-	2,7	6,1	-	-	4,6	-	-	-	
76	-	-	-	2,7	6,1	-	-	5,4	-	-	2,8	-	-	-	
78	-	-	-	-	5,5	-	-	3,9	-	-	-	-	-	-	
79	-	-	-	-	-	-	-	3,1	-	-	-	-	-	-	

FUENTE: Catalogo Terrx CC2500

• Porcentaje de Izaje (I%)

Es el porcentaje de la capacidad de la grúa y para el presente proyecto debe ser menor o igual a 80%, está definida por la siguiente ecuación:

$$I\% = \frac{\text{Peso total de la carga}}{\text{Capacidad de la carga de tabla}} \dots\dots\dots (1)$$

➤ **Peso total de la carga ( $W_{\text{Total}}$ ):** Es la suma de los pesos de los accesorios de la grúa y la carga utilizados para las actividades de izaje.

$$W_{\text{Total}} = W_{\text{gancho}} + W_{\text{Htas}} + W_{\text{Carga}} \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

$W_{\text{gancho}}$  = Peso del Gancho

Peso del gancho. Grúa CC2500 = 3,75 toneladas

Peso del gancho. Grúa 683 HD = 0.675 toneladas

$W_{\text{Htas}}$  = Peso de las Herramientas de Izaje.

$W_{\text{Htas}}$ . Grúa CC2500 = 2 toneladas

$W_{\text{Htas}}$ . Grúa 683 HD = 1 toneladas

$W_{\text{Carga}}$  = Peso de la carga a izar.

Peso de la carga. Grúa CC2500 = 69.8 toneladas

Peso de la carga. Grúa 683 HD = 29.13 toneladas

De la ecuación (2)

Grúa CC2500

$$W_{\text{Total}} = 3,75 \text{ t} + 2 \text{ t} + 69.8 \text{ t}$$

**$W_{\text{Total}}$  de la Grúa CC2500 = 75.55 toneladas**

Grúa 683 HD

$$W_{\text{Total}} = 0,675 \text{ t} + 1 \text{ t} + 29.13 \text{ t}$$

**$W_{\text{Total}}$  de la Grúa 683 HD = 30.81 toneladas**

De la ecuación (1)

Grúa CC2500

$$I\% = \frac{75,55}{123,5}$$

$$I\% \text{ Grúa CC2500} = 61,1 \%$$

Grúa683 HD

$$I\% = \frac{30,81}{50}$$

$$I\% \text{ Grúa CC2500} = 61,6 \%$$

### **Montaje de la Grúa**

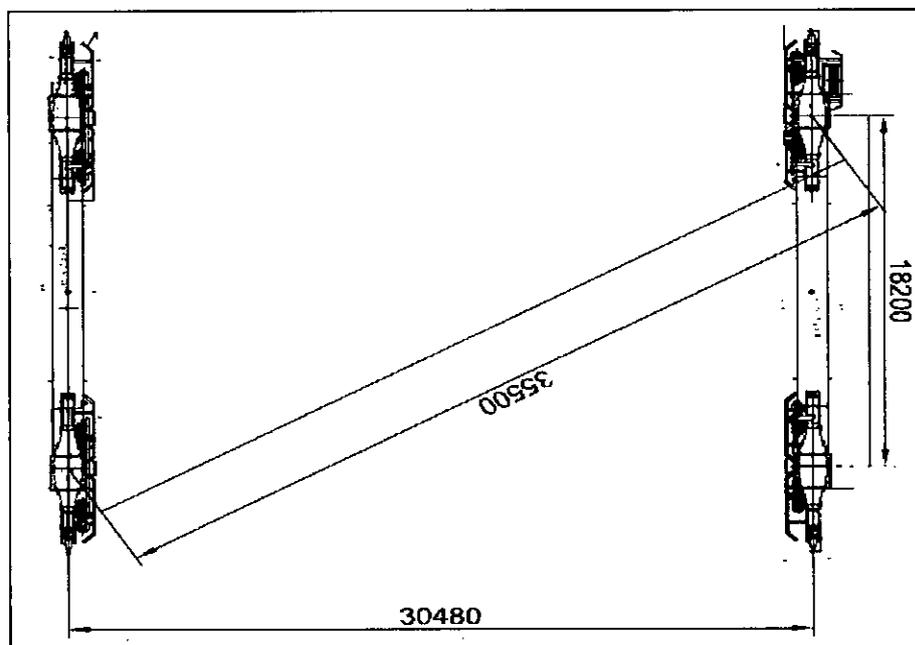
Esta etapa da a lugar a todos los procesos relacionados al Montaje Mecánico de la Grúa tipo Post panamax y está acorde y adaptado al sitio de montaje disponible en TPE, así mismo se ha estudiado y verificado la siguiente secuencia y modo de ensamblado, esto en conjunto fue aprobada por responsables del departamento de ingeniería de instalaciones de LIEBHERR CONTAINER CRANES, y el supervisor, responsable máximo designado por LCC para el montaje en TPE de referencia.

- **Marcado de ejes y distancias de la grúa**

En esta etapa del proyecto es necesario tener una ubicación precisa de las partes en función de las piezas posteriores a montarse, ya que el objetivo principal es que se acoplen de manera exacta en las uniones que posee, evitando cualquier imprevisto al momento de hacer tal operación. Según planos y restricciones conocidas, se procedió previamente al posicionado de las piezas en la zona, al trazado de ejes y distancias entre bogies de la grúa STS. Para llevar a cabo esta tarea, se solicitó mediante el canal de

comunicación, una línea paralela a la posición final de los rieles en la losa de concreto. Esa línea es parámetro para comenzar el trazado de ejes de la grúa. Mediante la utilización de un teodolito digital, se procede a realizar la operación. Las distancias entre las unidades de traslación (Bogies) se realizaron con cintas métricas, y se verifican dos veces y por distintas personas para descartar error. Posterior a la demarcación, se verificaron diagonales, para realizar otro control adicional. A su vez, utilizando nivel óptico, se comprobaron las diferencias de nivel en las 4 zonas demarcadas para el posicionamiento de las bases temporales, para en función de las diferencias nivelar correctamente los rieles temporales de apoyo, y así conseguir mayor facilidad en el ensamble.

**FIGURA N° 18: MEDIDAS DEL TRAZADO DE EJES**



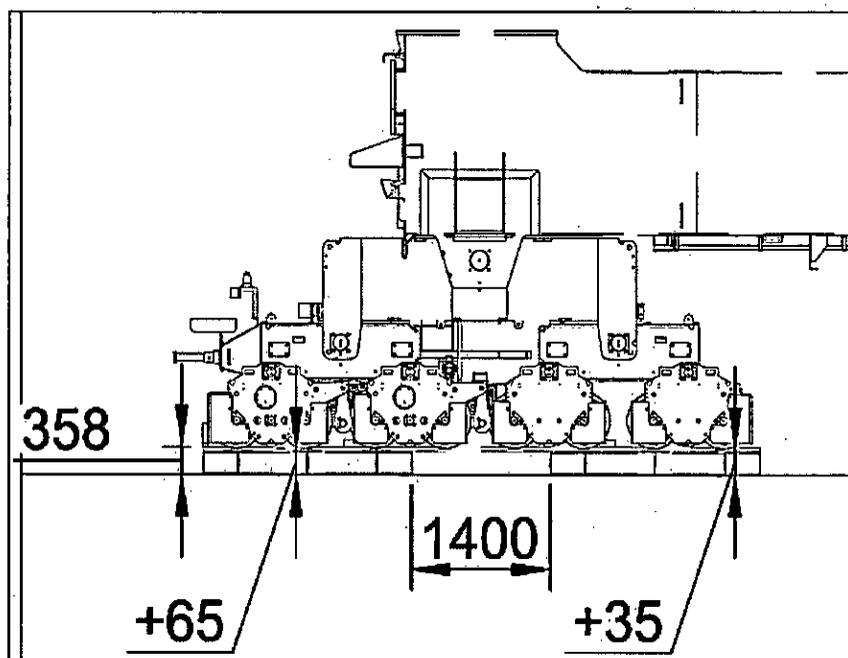
**FUENTE:** Elaboración Propia

- **armado de bases temporales**

Después de haber realizado la demarcación del lugar, teniendo los puntos de ubicación ya reconocidos para las primeras piezas a

colocar. Debido a que esta zona de montaje se encuentra a unos 300 metros de distancia del lugar exacto de operaciones de la grúa, fue necesario construir bases temporales las cuales nos sirvieron como soportes de las ruedas de dicha grúa, dichas bases fueron temporales ya que al terminar el montaje de la grúa, se omitieron su uso posterior. Para el armado de las bases temporales, se utilizaron pletinas y crucetas de acero en caso de ser necesarias para la nivelación. Posteriormente se dispusieron sobre las mismas los rieles temporales, rieles adecuados y vinculados a varias chapas de acero de 30 cm x 30 cm de largo x 20 mm de espesor, mediante cordones de soldadura. Las pletinas fueron posicionadas debajo de cada rueda, para asegurar el trabajo a compresión del riel. Durante el proceso de armado de la base, se tomaron los niveles y en caso de ser necesario, se utilizaron suplementos adecuados (madera prensada o chapa de acero) para conseguir el nivel 0 en las cuatro posiciones (8 camas).

**FIGURA N° 19: MEDIDAS PARA LOS RIELES DE BASES TEMPORALES**



FUENTE: Elaboración Propia

**FIGURA N° 20: ENSAMBLE DE RIELES TEMPORALES**



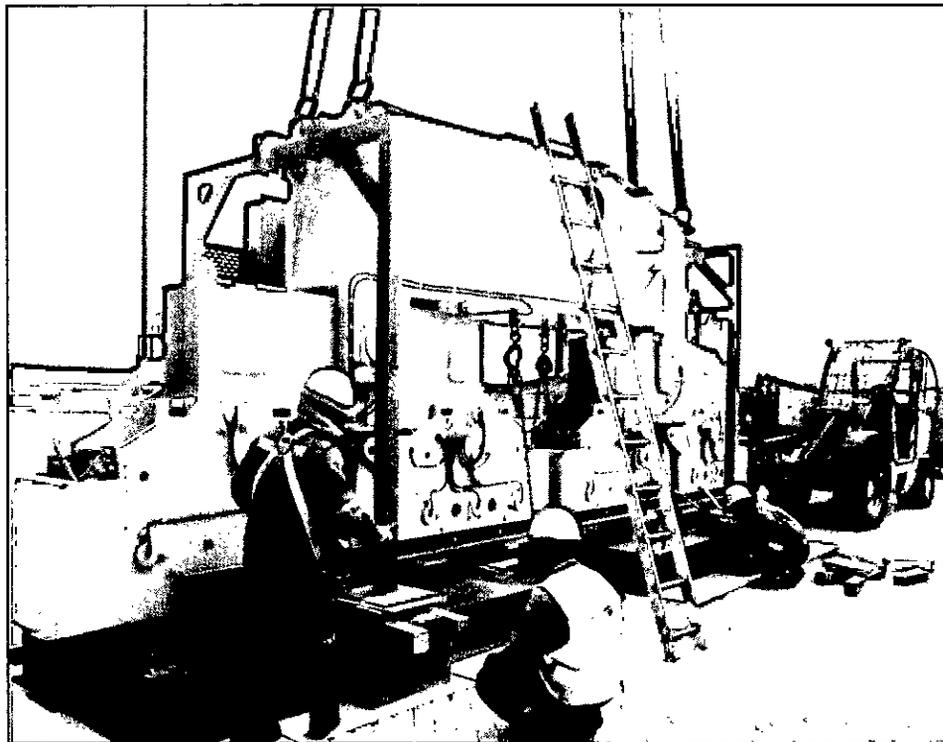
FUENTE: Elaboración Propia

- **Posicionado de las unidades de traslación (bogies) sobre rieles temporales**

Las bases temporales cuya función es sustentar a la estructura de la grúa, son muy indispensables ya que sobre ellos se movilizaran las ruedas de la grúa. Luego de haber finalizado el armado de bases, correcta alineación de los rieles, nivelación y verificación de distancias tanto longitudinales (entre centro de bogies) como transversales (distancia transversal entre rieles lado agua y lado tierra), se procedieron a disponer de los respectivos bogies sobre las bases temporales. Para ello se utilizaron cualquiera de las grúas sobre orugas teniendo capacidad de izado suficiente para esta operación. Una vez posicionados, se procedieron a centrar (Longitudinal y transversalmente) y nivelar verticalmente los

mismos con respecto a referencia trazada en el piso y corroborada finalmente en el riel dispuesto sobre base temporal, utilizando elementos adecuados, teodolito (alineación), niveles (nivelación vertical) y plomadas (centrado de bogies según referencias).

**FIGURA N° 21: POSICIONADO DE LOS BOGIES SOBRE LOS RIELES**

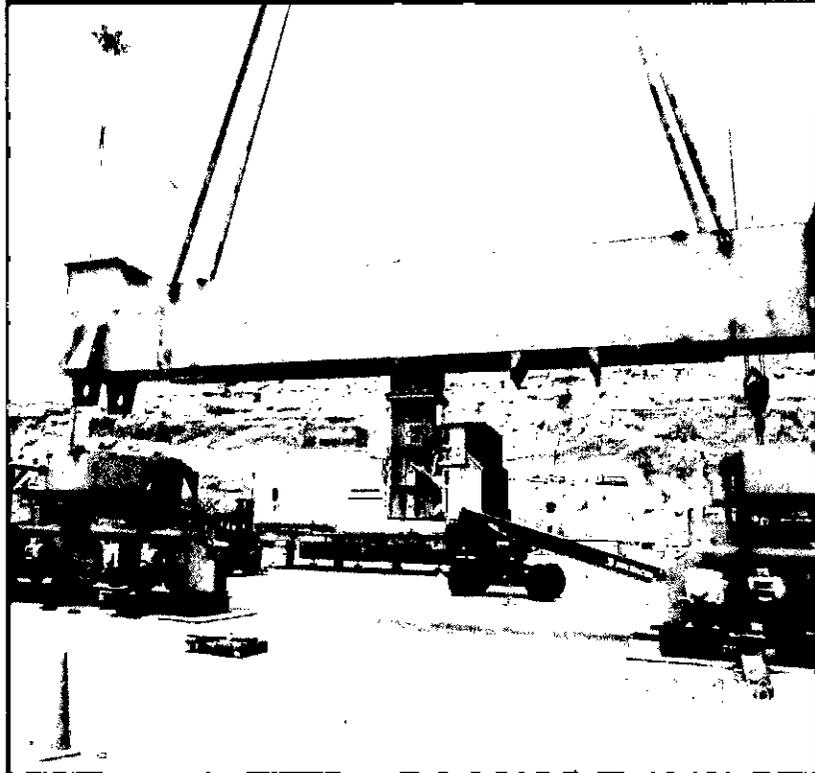


FUENTE: Elaboración Propia

- **Instalación de los Testeras (end carriages)**

Las llamadas testeras parecidas a unos travesaños, tienen como finalidad unir las columnas donde reposan los bogies y estos a la vez se encuentran encima de las bases temporales mencionadas anteriormente, dotando de mayor rigidez a la estructura de la grúa. Una vez posicionadas las unidades de traslación (bogies), se prepararon los end carriages (testeras) para ser colocados y empernados (vinculación pivotante) a las unidades de traslación (bogies) de la grúa.

**FIGURA N° 22: MONTAJE DE LAS TESTERAS SOBRE LOS BOGIES**



**FUENTE:** Elaboración Propia

Para ello se retiraron los pernos (o ejes) del end carriage, cuidando su manipulación, se limpiaron de toda suciedad o protección anticorrosiva y se reservaron protegidos hasta su utilización. A su vez, se realizaron la limpieza previa y comprobación de medida mediante alesometro, en los bujes de bogies y comparados con las medidas nominales figuradas en planos, antes de ser colocados.

Como comprobación adicional, se verificaron la medida del eje, para contrastar cualquier tipo de error o ajuste indeseado.

Con utilización de una grúa sobre orugas se realizaron el izaje, y se dispusieron sobre los bogies, logrando el concéntrico entre agujeros, para proceder al empernado (conectado o acoplado). Se presentaron los pernos utilizando otra grúa de apoyo, y se

procedieron a empernar mediante la utilización de martinete seleccionado en función del diámetro del eje.

- **Armado estructural de portal 2-3**

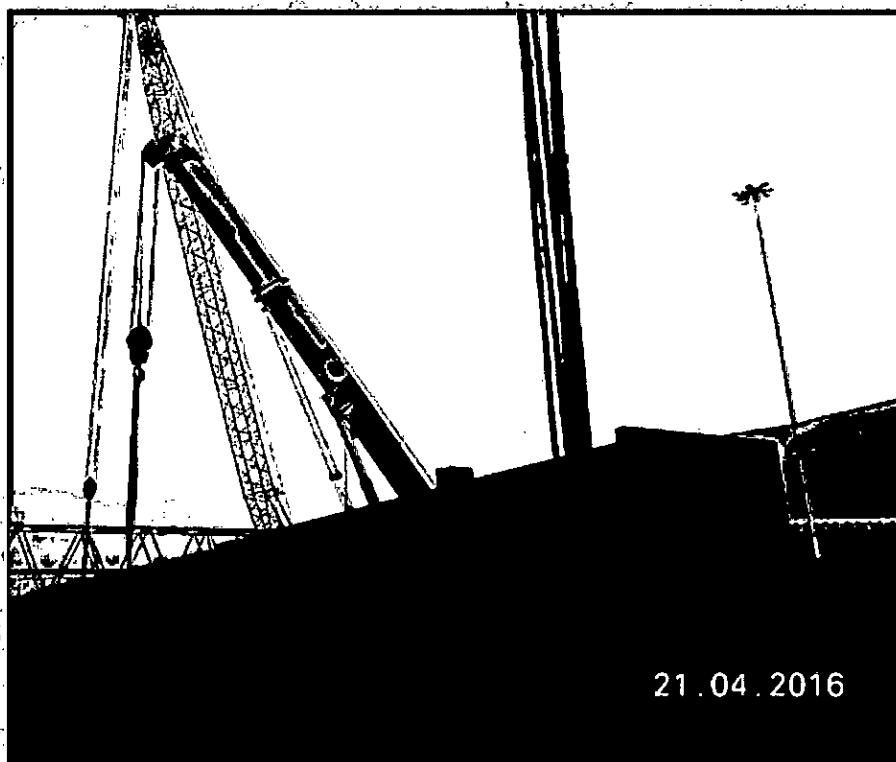
Como en todo procedimiento de montajes de maquinarias, es necesario que las partes tengan una denominación práctica o alguna distinción de distinta clase. Tales como las columnas o patas de la grúa, para este caso se les asignó el número 2-3 los cuales serán fijados por pernos, teniendo en cuenta que el armado del portal 2-3 consistió en la unión estructural de las patas 2 y 3 con el larguero (sill beam) 2-3, y la colocación de la diagonal.

Esto se realizó a nivel del suelo. Las piezas dispuestas según Lay Out actual se alinearon mediante 2 grúas de apoyo y se logró la movilidad adecuada para presentar las uniones y centrarlas mediante guías centradores (fabricados especialmente), para lograr una correcta alineación de las uniones. Luego, se colocaron los pernos con arandelas de ambos lados, y se aplicó un torque de arrime preliminar (No definitivo) con máquinas eléctricas de impacto. Una vez vinculadas las piezas, se procedió a realizar el torque definitivo, mediante el uso de torquadora hidráulica, aplicando el torque correspondiente que según medida y calidad de bulón, se determinó el valor mediante el empleo de tablas NORMA DIN 931/933 DIN 912

En todos los casos se empleara la unidad Nm. Una vez, torquadas las uniones principales, fueron verificados y se realizaron el registro de torque aceptado firmado por el Supervisor LCC, cuya documentación estuvo a disposición de autoridades de TPE / TUV si era requerida. El armado del portal finalizó con el pintado según esquema de pintura de todas las uniones y retoques en daños durante el transporte y con la instalación de las

plataformas temporales en las punteras del portal, dejándolo listo para su verticalización y posterior ensamble.

**FIGURA N° 23: ARMADO DE LOS PORTALES A NIVEL SUELO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

Posterior al armado del portal 2-3 descrito en la etapa anterior, ahora nos encargaremos de la instalación de la pata N° 4 que es la que presenta mayor demanda de trabajo, se trabajó independientemente y no se vinculó formando un portal a nivel de suelo, debido a las limitaciones de espacio. En ella se instalaron todas las escaleras y plataformas de acceso a la grúa, se tendió todo el cableado eléctrico que desciende y asciende desde y hacia los bogies y controladores periféricos. Se instalaron todos los componentes relativos al ascensor de personal y se realizaron todas las reparaciones de pintura que sean necesarias. Para toda la pernería de escaleras y plataformas se utilizaron maquinas

eléctricas de impacto de torque controlado, y se utilizaron un plan de muestreo N20 C1, del cual será responsable de su verificación el Supervisor de LCC. Si se podía verificar una anomalía, se realizaría un control 100% de torquedo por el personal afectado y luego el Supervisor, aplicaría un plan de muestreo n10 c1, el cual si resultaba satisfactorio determinaría la liberación de torquedo de la operación. El armado finalizaría con el ensamble de las plataformas temporales y la disposición en la misma de cables eléctricos debidamente sujetos, para su verticalización.

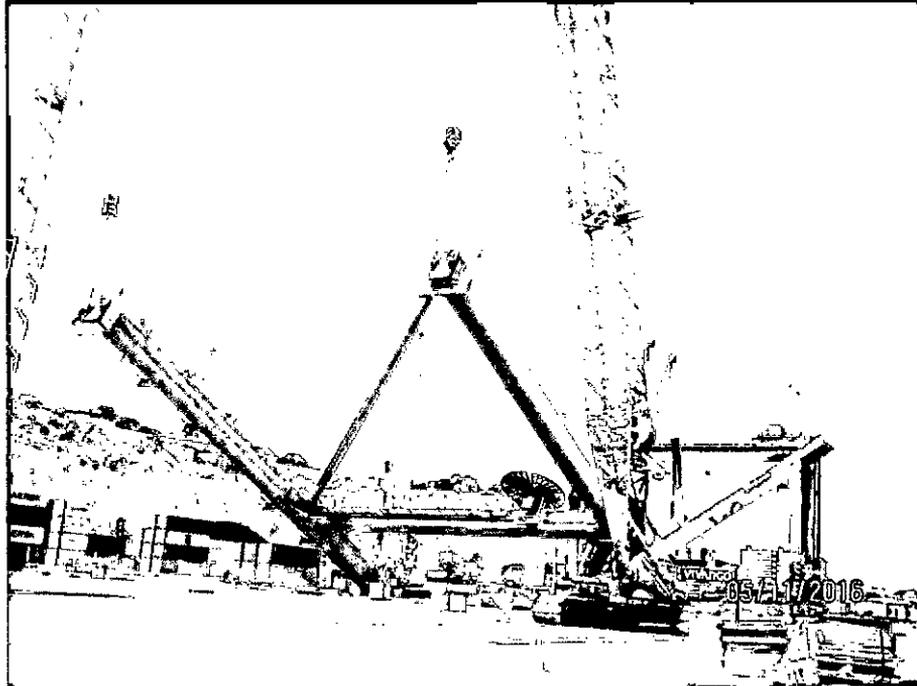
- **Preparación de componentes generales previo a las maniobras de izaje**

En esta etapa del montaje se dispuso a preparar los diferentes componentes que requieren los equipos de izaje, para esto se realizaron todas las tareas necesarias referentes a montajes de accesorios, control de superficies y liberación de las piezas previo al izaje de las mismas, en la primer etapa, abarcando: Portal 2-3, Pata N°4, Pata N°1, Sill Beam1-4, Diagonal 1-4, Carrier lado agua, Carrier lado tierra y Main Beam.

- **Izaje del portal 2-3**

Previa colocación de cáncamos especiales en las punteras de patas y el correcto eslingado del mismo, mediante grilletes y estrobos seleccionados y verificados por el supervisor (elementos Accesorios de Izaje), se iniciaron las maniobras de izaje del portal, siguiendo los estándares de operación ejecutados por el Supervisor LCC, quien superviso en todo momento, controlando el equilibrio, los plomos de gancho, tonelaje de grúas en conjunto con nuestros riggers y comunicándose mediante handys con los operadores de las grúas.

**FIGURA N° 24: LEVANTAMIENTO O IZAJE DEL PORTAL 2-3**



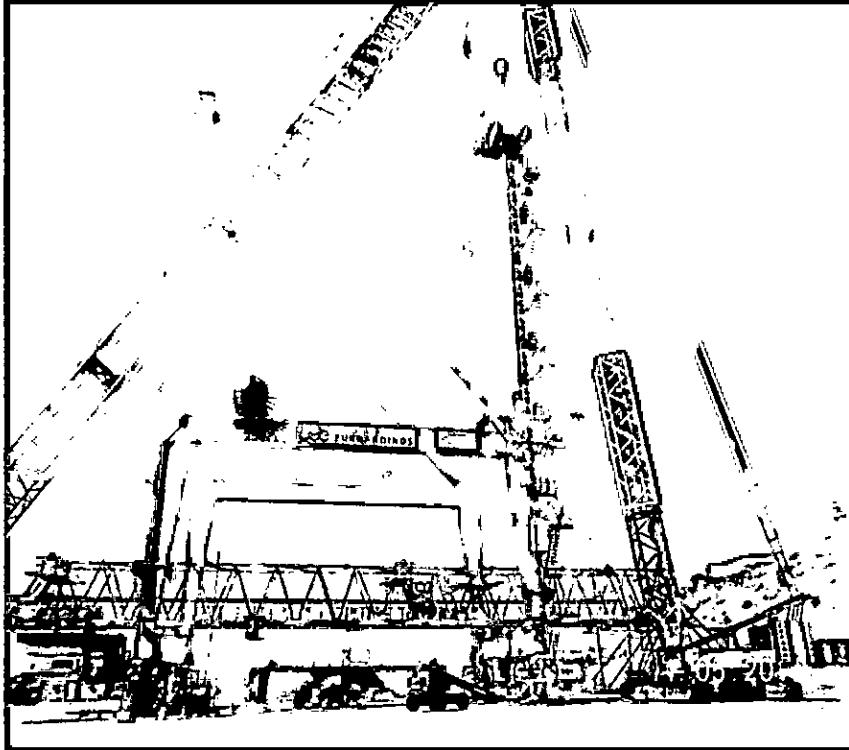
**FUENTE:** Elaboración Propia

Una vez posicionado sobre end carriages, se procedió al alineamiento de las bridas de unión, utilizando guías centradoras especiales, posterior colocación los pernos con su correspondiente torqueado, con utilización de máquinas eléctricas de impacto (640 Nm). Una vez montado el portal 2-3, se procedió a eslingar, desplazar y colocar el main beam sobre los end carriages.

- **Izaje y verticalizacion de la pata N° 4**

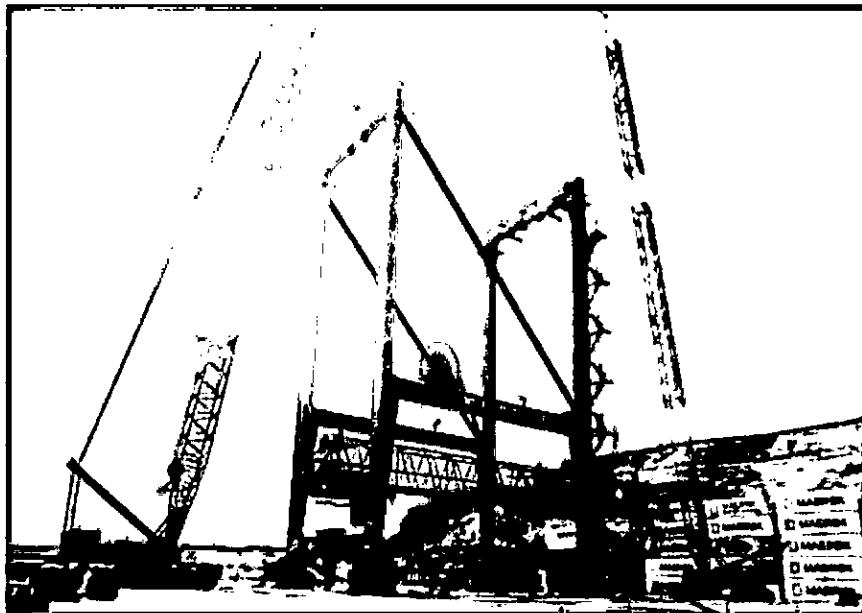
Se realizaron las operaciones de izaje y verticalizacion de pata N° 4. La pata se movilizó mediante grúa de orugas y se dejaron en las cercanías del end carriage, apoyados parcialmente en el suelo, reteniendo un 80 % de la carga con la grúa que realizó su verticalizacion, para su posterior ensamble con el sill beam. Mediante el procedimiento ya conocido en las operaciones anteriores, pudimos hacer el izaje y verticalizacion de la pata N°1.

**FIGURA N° 25: LEVANTAMIENTO O IZAJE DE LA PATA N°4**



**FUENTE: Elaboración Propia**

**FIGURA N° 26: LEVANTAMIENTO O IZAJE FINAL DE LOS PORTALES**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- **Izaje y Colocación del Sill Beam**

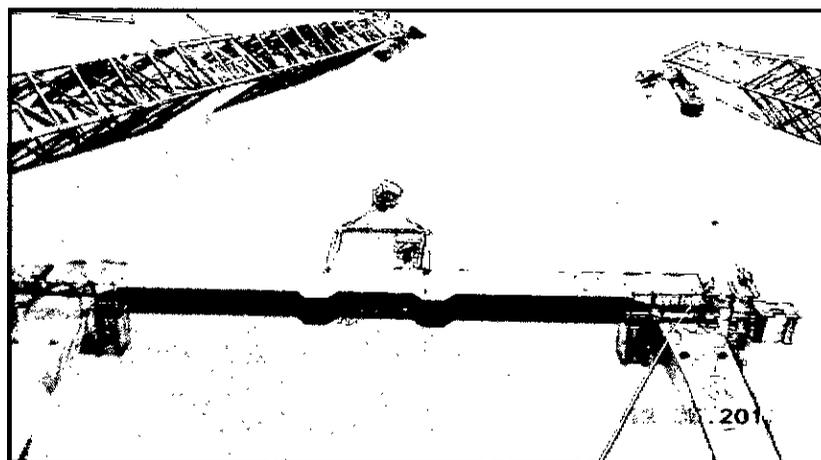
Previo desplazamiento y colocación del mismo en el lugar adecuado, se procedieron a izar el sill beam, entre medio de las dos patas verticalizadas, utilizando una grúa móvil telescópica. Una vez lograda la alineación, mediante guías centradoras especiales, se procedió a la colocación de pernos, realizando un pretorqueado con máquinas eléctricas de impacto.

Una vez colocado el sill beam, se liberó la grúa telescópica y se realizó los posicionamientos del portal sobre los end carriages, utilizando el método explicado anteriormente para el otro portal.

- **Izaje e instalación de Carrier lado agua**

Una vez llegada a esta instancia, se procedió a colocar el Carrier lado agua y otorgar rigidez a la estructura. Para el ensamblado del mismo, personal estuvo ubicado en las plataformas temporales montadas previamente, quienes realizaron el alineado y empernado de la estructura de la misma manera que en las uniones descritas anteriormente.

**FIGURA N° 27: INSTALACIÓN DEL CARRIER EL CUAL DIO SOLIDEZ A LA ESTRUCTURA**



FUENTE: Elaboración Propia

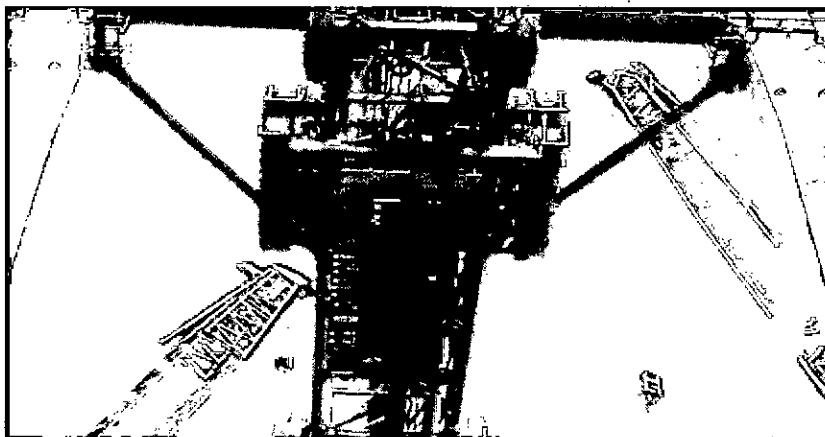
Una vez colocado el carrier lado agua y rigidizada la estructura, se procedió al ensamble de la diagonal 1-4. Para la instalación de la misma se dispusieron de dos grúas, y se siguió el procedimiento de alineación, colocación de placas de refuerzos y colocación de sus pernos correspondientes realizando un torquedo previo con máquinas eléctricas de impacto, para luego otorgar el troque definitivo con torquimetro digital y cabezal multiplicador de torque, según especificaciones definidas.

Mediante las operaciones de izaje y siguiendo los mismos criterios que en la instalación del carrier lado agua, se instaló el carrier lado tierra.

- **Posicionamiento del carro (trolley) y cabina de operador**

Previo al izaje de la pluma principal Main Beam, se realizó la vinculación a nivel de suelo de la cabina al carro principal. Posteriormente, se incorporó el carro secundario trasero en los rieles de la pluma principal (main beam) por la parte delantera del mismo, y luego se incorporó el carro principal con la cabina de operador en consecuencia.

**FIGURA N° 28: IZAJE DE LA PLUMA INSTALADA PREVIAMENTE AL CARRO (TROLLEY)**

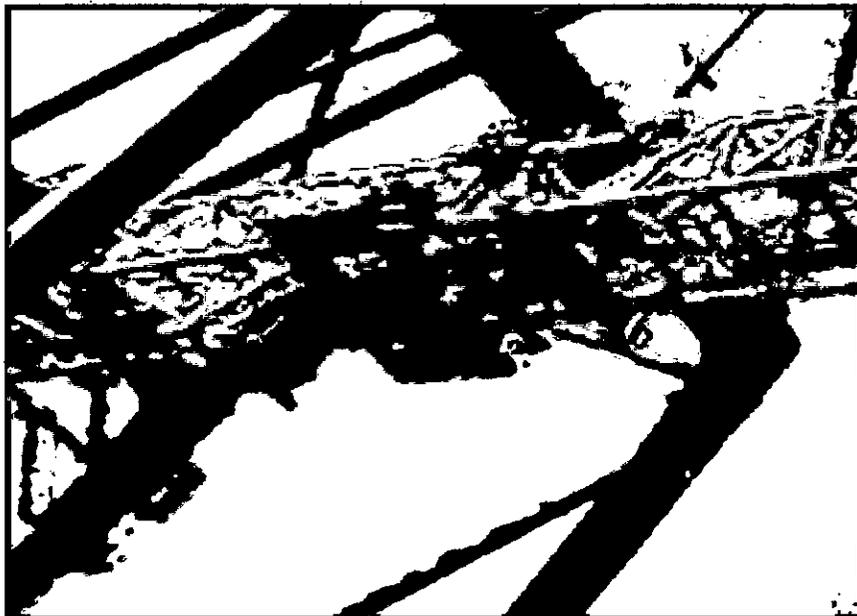


FUENTE: Elaboración Propia

Con esta configuración, el main beam quedo listo para ser izado y colocado en los portadores (carriers).

Para el izaje e instalación de la pluma principal (Main Beam). Luego de ser debidamente eslingado y haber posicionado las grúas, se procedió al izaje del main beam.

**FIGURA N° 29: VISTA DESDE OTRA PERSPECTIVA DEL IZAJE DE LA PLUMA JUNTO AL CARRO**



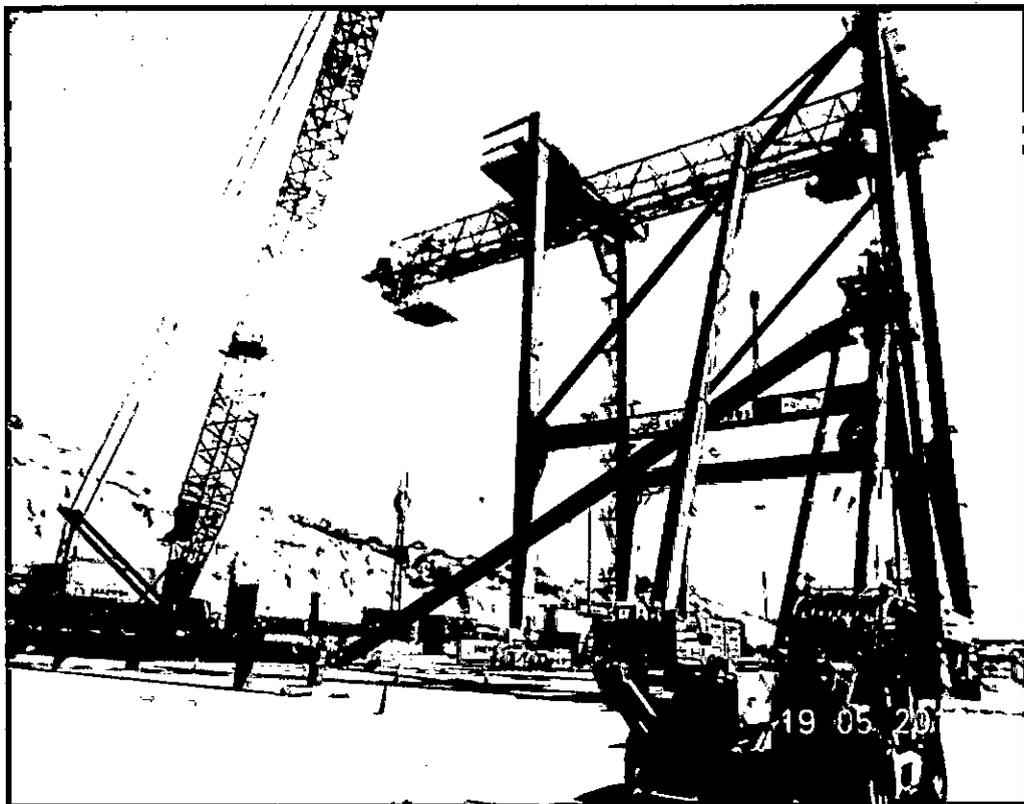
**FUENTE:** Elaboración Propia

Siguiendo las características de maniobra de izaje del portal, realizando una tarea en conjunto de aparejadores (riggers) y bajo la estricta supervisión del Supervisor de LCC. Una vez llegada a la altura de vinculación, personal se dispondrá en un dispositivo temporal para lograr la alineación de los bujes logrando disponer el concéntrico de los mismos, y comenzando con las tareas de empernado. Tanto los pernos, previamente adecuados, como el martinete para su aplicación, se encontraron previamente dispuestos en un dispositivo temporal instalados debajo de los carriers, que facilitaron y permitieron el empernado.

- **Instalación de los brazos diagonales de Carriers a Main Beam**

Una vez instalada la pluma principal (main beam), se procedió a colocar los brazos diagonales que unieron el portador (carrier) lado agua con el main beam.

**FIGURA N° 30: VISTA DE LAS DIAGONALES EN SUELO JUNTO AL CABALLETE  
PREVIO A SU ENSAMBLE A LA PLUMA PRINCIPAL**



**FUENTE:** Elaboración Propia

Utilizando grúas de apoyo para la utilización de canastas de elevación, personal se dispuso a alinear las mismas, colocando las placas de refuerzo y emperrar las uniones, realizando un pretorqueado con máquinas eléctricas de impacto, para luego finalizar el torque con torquimetro digital y multiplicador de torque y según tabla correspondiente a medida y calidad del bulón. DIN 931 /933  
DIN 912

- **Preparación, izaje e instalación de la sala de maquinas**

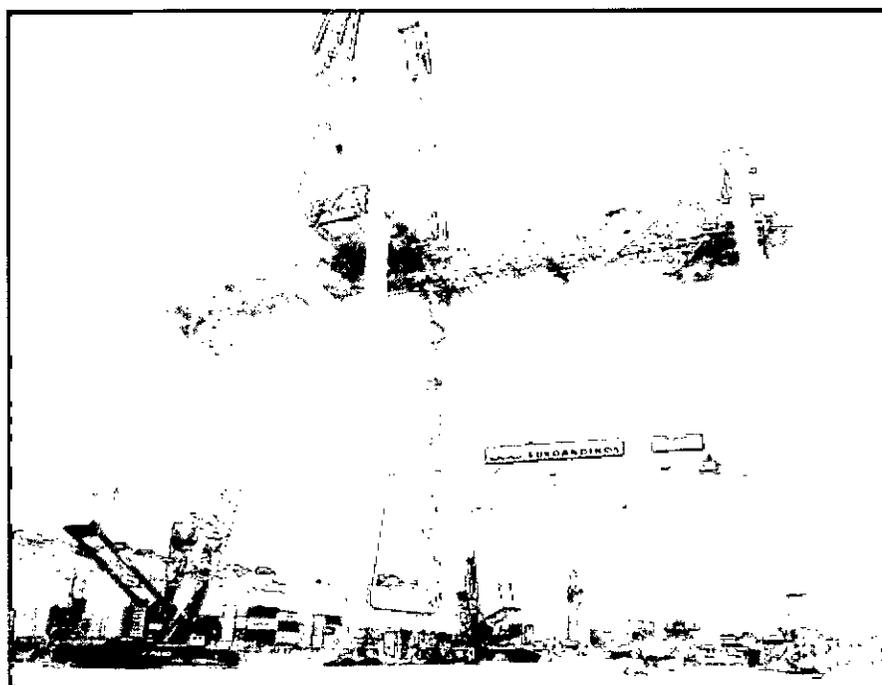
Previo al izaje, se realizaron tareas de adecuación de la superficie, limpieza de los bujes de empernado y correcto eslingado para equilibrar el peso desparejo que la misma presenta. Una vez concluido, se procedió a su traslado a posición de izaje. Una vez posicionada, se redistribuyeron las grúas y se procedió al izaje, siguiendo los mismos criterios de todo izaje principal. Una vez alcanzada la posición final, personal se dispuso para lograr la alineación y permitir la colocación de guías y pernos que unen a la misma mediante ajuste o torque.

**FIGURA N° 31: SALA DE MAQUINAS PREPARADA PARA SER MONTADA EN LA GRÚA**



**FUENTE: Elaboración Propia**

**FIGURA Nº 32: SALA DE MAQUINAS FINALMENTE MONTADA EN LA PLUMA PRINCIPAL**



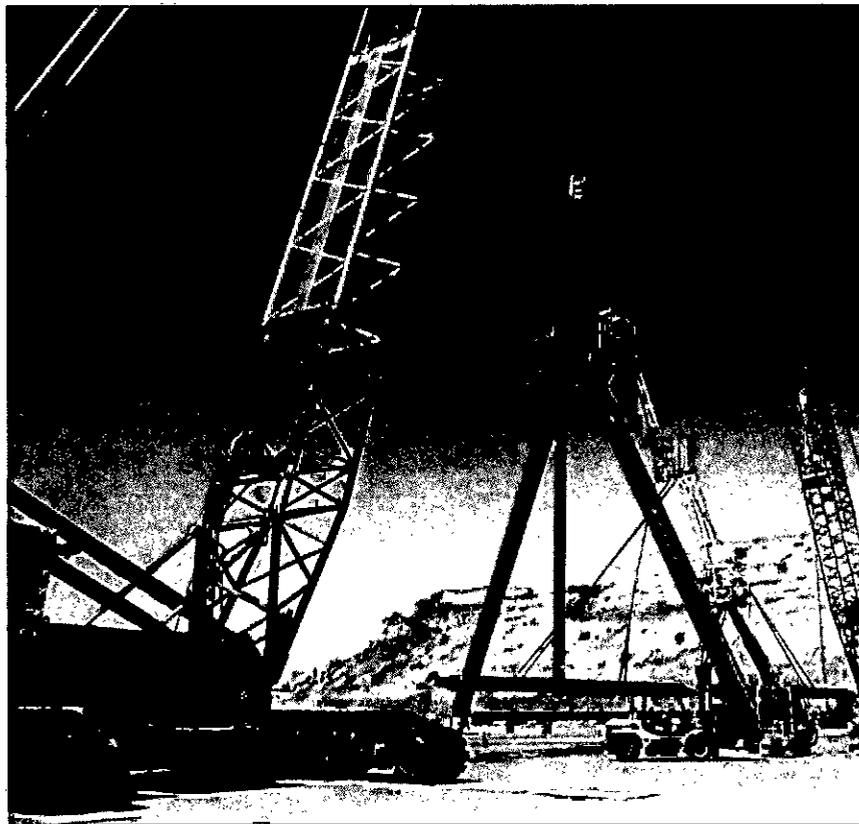
FUENTE: Elaboración Propia

- **Preparación izaje e instalación de caballete a (A Frame)**

Se realizó a nivel de suelo el armado del sub conjunto A frame, para ello se volcó el cabezal de A frame, y se vincularon las columnas diagonales, mediante perneria. Posteriormente, y luego de realizar las operaciones de torquedo y alistamiento de superficies pintadas, se verticalizaron y se colocó el tensor anterior, para ser izado en conjunto con el A frame. Una vez alcanzado la posición de ensamble, personal estuvo guiando y centrando las uniones bridas para proceder a la colocación de los pernos correspondientes en la parte frontal. En la parte posterior, hubo personal guiando el tensor a su posición de empernado.

Una vez vinculado el A frame, se procedió a izar y colocar mediante pernos de anclaje, el tensor superior trasero, utilizando grúas de apoyo sobre orugas y martinetes para el empernado.

**FIGURA N° 33: PREPARACIÓN DEL CABALLETE PARA SER MONTADO  
SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA GRÚA**

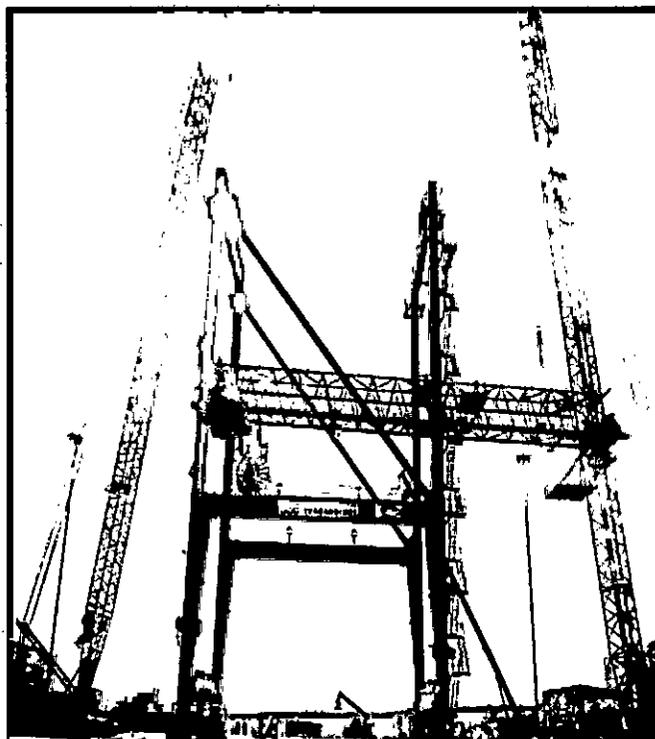


**FUENTE: Elaboración Propia**

- **Izaje e instalación de la pluma (boom)**

Una vez alistado y liberado de los controles de superficie y componentes, se procedió al desplazamiento previo del boom, realizando maniobras en etapas. Una vez, posicionado, se reubicaron las grúas involucradas y se procedió al izaje del mismo. Una vez alcanzada la posición de ensamble, personal alineo el mismo con respecto al main beam, para lograr el concéntrico de los bujes y colocando los pernos ejes de vinculación.

**FIGURA N° 34: IZAJE E INSTALACIÓN DE LA PLUMA**



FUENTE: Elaboración Propia

- **Instalación de cables de elevación**

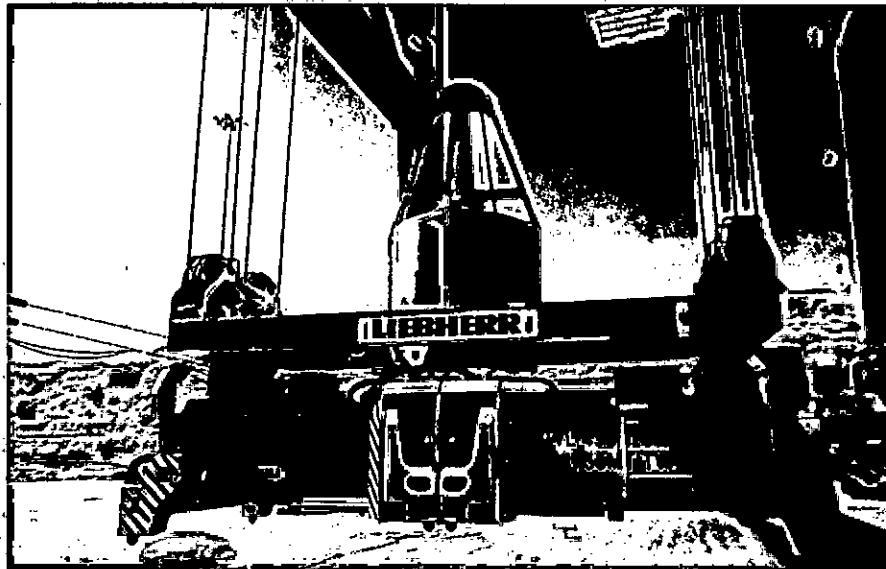
Utilizando sogas, se realizó el pasaje previo de la misma por las roldanas correspondientes, luego utilizando el aparejo eléctrico de la sala de máquinas, se ruteo el cable del mismo por todas las roldanas correspondientes al pasaje del cable de elevación, al llegar al final, se vinculó el cable del aparejo de la sala de máquinas al cable de acero definitivo y se realizó la operación inversa. Cuando el mismo se encuentre en posición definitiva, se procedió a fijar el muerto al boom, y el otro extremo al tambor de elevación en la sala de máquinas. Se repitió la operación para conseguir los dos tiros de cable de elevación del boom. Posteriormente y mediante el método definido por el Supervisor de LCC, se finalizó con el ajuste y calibración de equilibrio entre los dos cables de elevación. Conseguido esto se tensiono el boom, y

se liberó la grúa que retenía en la punta. Para esto, se necesitó aplicar en la grúa, alimentación auxiliar para alimentar los motores de elevación de boom.

- **Instalación de cables de elevación del Spreader**

Siguiendo un procedimiento similar al de instalación de cables de elevación del boom, se ruteo los cables de elevación de spreader. Finalizando con la calibración y escuadramiento del mismo, bajo indicaciones y procedimiento determinado por el Supervisor de LCC, para su correcta elevación.

**FIGURA Nº 35: SPREADER CON LOS CABLES INSTALADOS**



FUENTE: Elaboración Propia

Muy aparte de la estructura, en esta parte llevaremos a cabo el montaje del Spreader, el cual básicamente es un sistema de elevación de carga, marcos telescópicos que se ajustan a las dimensiones del contenedor y se cierran mediante twistlocks. Una vez ruteados y colocados los cables de elevación del spreader, se procedió con la conexión eléctrica del mismo y alistamiento general de superficies.

## Ajuste por Torque

- **Determinación de valor de torque**

Las maquinas o estructuras metálicas, se unen mediante pernos y este tipo de unión necesita un determinado ajuste al cual técnicamente se le llama torque, dicho ajuste ya está determinado en la memoria de cálculo de la estructura, esto para asegurar que no falle en cuanto a uniones.

Por otro lado los pernos y pernos y tuercas fueron de acero inoxidable, de acuerdo a la norma DIN 931/933, siendo del tipo A2 - 70 (A2 por su resistencia a diversos productos como ácidos y 70 por sus resistencia a la tracción, en este caso  $700\text{N/mm}^2$ ), La determinación del valor de apriete o torque de cada unión según tabla correspondiente a medida y calidad del perno como lo indica en la tabla N° 6.

**TABLA N° 6: TABLA DE TORQUE**

Perno Tamaño/clase	Clase	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Torsion de apriete, Nm 1)	80	1.2	2.7	5.4	9.3	22.0	44.0	76.0	187.0	364.0	629.0
	70	0.9	2.0	4.1	7.0	17.0	33.0	57.0	140.0	273.0	472.0
	50	0.4	1.0	1.9	3.3	7.8	15.0	27.0	65.0	127.0	220.0
Precarga aplicada kN +/-23% 2)	80	2.0	3.4	5.5	7.8	14.3	22.6	32.8	61.2	95.5	137.7
	70	1.5	2.6	4.2	5.9	10.7	17.1	24.7	46.9	71.7	103.2
	50	0.7	1.2	1.9	2.7	5.0	7.9	11.5	21.4	33.4	48.2
Carga fallo, kN	80	4.0	7.0	11.3	16.1	29.2	46.4	67.4	125.6	196.0	282.4
	70	3.5	6.1	9.9	14.0	25.6	40.6	59.0	109.9	171.5	247.1
	50	2.5	4.4	7.1	10.0	18.3	29.0	42.1	78.5	122.5	176.5
Carga nominal kN	80	3.0	5.3	8.5	12.0	21.9	34.6	50.5	94.2	147.0	211.8
	70	2.2	3.9	6.4	9.0	16.4	25.1	37.9	70.6	110.2	158.9
	50	1.3	2.2	2.9	4.2	7.7	12.2	17.7	32.9	51.4	74.1

FUENTE: Catalogo Liebherr Container Cranes

- **Procedimiento de calibración y verificación de herramental**

- **Calibración y verificación de cabezal torqueador hidráulico**

Es necesario tener una correcta calibración del instrumento que someterá a presión las uniones empernadas, esto con la finalidad de que se cumpla lo que la memoria de cálculo exige,

así evitando cualquier imprevisto o incidente. Tomando como base el certificado de calibración y verificación de la máquina de torque Hy-Force provista por ALE Heavylift, y se realizó un torquedo acorde a las especificaciones técnicas, utilizando el multiplicador de torque. Posteriormente y realizando un torquedo sobre ese mismo apriete, se contrasto con la indicación de manómetro en la bomba, para verificar que la presión comienza a bajar a partir de la equivalencia correspondiente de PSI de presión hidráulica. De esa manera se verifico que el torque indicado es apropiado y se liberó el equipo para su utilización. Se pudo realizar un segundo testeo de manera inversa, aplicando 1000Nm de torque con el equipo hidráulico, y luego con el torquimetro, se fue aplicando par de apriete y verificando el torque indicado, hasta que el mismo empezó a realizar movimiento de giro. De esa manera pudimos contrastar y verificar que el torque real es el indicado.

➤ **Maquinas torquedoras eléctricas de impacto**

De manera similar al procedimiento final anterior, se contrastaron los torques, aplicando primero un torque con maquina eléctrica y comparamos con la indicación que muestra el torquimetro cuando este empieza a girar.

• **Elección de herramienta adecuada para el torquedo final**

Antes de hacer la elección de las herramientas se debían hacer consideraciones, las cuales nos ayudaron a evitar contratiempos o malas operaciones.

La elección de la herramienta se determinó en función de:

- Capacidad de torque de la herramienta en función del torque a otorgar.

- Espacio físico de la posición del bulón.
- Necesidad de comprobación de torques críticos.

- **Capacidad de herramientas según torque**

La capacidad de los torquímetros manuales fueron de 2 Nm a 40 Nm y de los torquímetros a batería de 100 a 4000 Nm cabezal torqueador hyforce con bomba hidráulica.

- **Engrasado previo de pernos**

Para la correcta conservación de los elementos de máquinas, es necesario recubrir ciertos elementos con lubricantes especiales.

A toda la pernería, previamente, se le aplico con pincel limpio, una capa de grasa especial para torquedo marca MOLYCOTE o similar acorde a las especificaciones de Liebherr, cuyas características favorecieron el proceso y permitieron reducir fricciones indeseables que producen variaciones en el torqueado. Este producto es suministrado y dosificado por Liebherr a través de su supervisor.

- **Autocontrol del operador**

Durante el proceso de torqueado de un componente, cada operador involucrado, realizaron dos pasadas de torque a toda la tornillería. Como regla general, se realizaron una marca con fibron o marcador suministrado en caso de que el tornillo no haya sido completado con su contratuerca (locknut), para mantener un control y orden de los elementos torqueados. En caso de que se proceda a la colocación de su contratuerca (locknut), implicaría que el tornillo ya ha sido torqueado.

- **Planilla de liberación de torque de uniones críticas**

El Supervisor de LCC, realizo un segundo control de las uniones críticas a saber:

- Bridas de portales.
- Vinculación de A Frame.
- Tensores diagonales superiores.
- Anclajes de cables de acero.
- Anclajes de estructuras en el ascensor.
- Vinculación de soportes de escalera y plataformas de accesos.

Para lo cual se completó y firmo 1 planilla de control, para cada caso identificando el nombre de subconjunto y unión verificada.

### **Control de superficies pintadas**

- **Inspección Visual:**

El acabado no debe presentar chorreadas de pintura, debe ser pareja sin cortés o diferencias de color, además la aplicación en superficies planas no debe presentar vetas de pinceles. No debe presentar suciedad pegada a la pintura.

- **Control de espesor**

De acuerdo a las especificaciones del cliente el espesor en las superficies pintadas de fábrica y/o reparadas debe no ser inferior a 280 micrones ó 7.08 mils.

- **Reparación de pintura**

Las reparaciones y/o adecuaciones referentes a la aplicación de esquema de pintura, tanto para grua STS como RTG.

- **Lavado previo**

Todo elemento antes de su montaje o ensamble necesita una limpieza, esto para poder visualizar bien sus partes, el lavado

de todas las superficies se realizara mediante hidrolavadoras, con agua dulce a presión, sin agregados de químicos.

➤ **Identificación de zonas a reparar**

Posterior al lavado o limpieza de las zonas, esto con la finalidad de facilitar identificación de las zonas a reparar, perjudicadas durante el transporte o el manipuleo de las piezas.

➤ **Reparación de zonas afectadas**

Posterior al lavado y el reconocimiento de las zonas afectas, se realizó un lijado previo con lijadora rotorbital, aplicando distintos grano de material abrasivo, en función del caso. Una vez adecuada la superficie y atenuando al máximo las diferencias de nivel, se aplicó 1 primera mano de base auto imprimante epoxi, preferentemente a rodillo en superficies planas, y a pincel cuando la ocasión no permitía la aplicación con rodillo. Se deja secar la 1er mano de base 6 (seis) horas. En las reparaciones donde no se ha llegado a metal pelado, 1 mano de base auto imprimante era suficiente, de lo contrario, cuando se verificaba metal pelado, luego de las 6 horas, se aplicaba otra mano de base auto imprimante, para dejar secar otras 6 horas. Luego del tiempo de curado, se aplica 1 mano de terminación color, preferentemente a rodillo en todos los casos. El tiempo de curado es de 10 horas. En caso de ser necesario y debido solamente a efectos estéticos de matcheado de color, se aplicarían una segunda mano de terminación color.

➤ **Pintado de bridas y superficies sin tratamiento previo**

Previo lavado, debían ser desengrasadas las superficies, con trapo y desengrasante. Se aplicaron obligatoriamente 2 manos de base

autoimprimante epoxi, con un tiempo entre manos de 6 horas de curado. Posteriormente, y luego de 6 horas, se procederá a aplicar 1 o 2 manos según terminación estética, de terminación color. En todos los casos será preferente el uso de rodillo, especial para aplicación de pinturas epoxi. En el caso de reparaciones en superficies planas amplias, se realizaron el pintado completo de la superficie, o hasta la unión de soldadura, para evitar cortes abruptos en la terminación.

Fue obligatorio el cumplimiento de normas de disposición y tratamiento de todos los materiales utilizados en este proceso, según se expresa en el programa de contención medioambiental.

Se adjuntaron fichas técnicas de los productos utilizados para aplicación de esquemas de recubrimientos LIEBHERR.

### **Aseguramiento de la calidad en el montaje**

La calidad es muy importante, ya que nos dará una buena aprobación por parte del cliente, en cuanto a montaje y puesta en operación de la grúa, la calidad demostrara la confianza que emitiremos al final de nuestro trabajo.

En este proyecto el control de calidad se realizó en forma permanente y fue responsabilidad de su ejecución, control y aceptación, por parte de Liebherr, el Supervisor en Sitio el cual exigió, el cumplimiento de requisitos que amerite cada operación que se realizó. Para su registro y control, se dispuso de planillas de control de calidad, presente en el siguiente documento, referente al Torque de vinculaciones, y Liberación de subcomponentes, para luego finalizar con planilla de CHECK LIST ejecutada durante el pretesting.

También podemos afirmar que cada personal de la empresa está en la obligación de hacer un control de su área, con la finalidad de dar

confiabilidad en cuanto a su trabajo, así mismo el proceso de aseguramiento de la calidad durante el montaje nace en el Autocontrol de cada uno de los operarios involucrados en las tareas. Para formar un concepto robusto y consistente, se realizó una charla específica de Autocontrol y calidad, durante la reunión diaria de Planificación de tareas, en donde se expusieron el criterio y se recuerdan conceptos y procedimientos. La misma quedó asentada en la planilla de Planificación Diaria.

- **Proceso de control de la calidad**

Para poder efectuar un control previo, más efectivo para su realización y corrección, se determinaron puntos de control denominados SUB-CONJUNTOS, los cuales son componentes de la grúa vinculados, finalizados y alistados en su totalidad, dispuestos a nivel de suelo. En ese estadio, los sub-conjuntos son controlados por el Supervisor, donde se verificaron, previo al izaje y montaje en altura, los distintos Items de control según los criterios de aceptación establecidos. Luego de efectuar su verificación, y que el sub-conjunto quedó liberado para su izaje y montaje.

En los casos que el sub-conjunto presente uniones empernadas, se registraron su control de torque en planillas separadas denominadas Planillas de liberación de torque, en donde se detallaron unión por unión, los parámetros correspondientes de torque nominal, torque controlado real, tipo y calidad del perno, norma correspondiente, equipo de torqueado, equipo de control y resultado.

- **Sub conjuntos**

Los siguientes ítems fueron controlados y aceptados según criterio de aceptación y registrado en las planillas de liberación de Sub-conjuntos, por el supervisor, antes de su izaje y montaje en la

grúa, a continuación se detallan los sub-conjuntos establecidos para su verificación y control de calidad:

- Superficies pintadas
- Componentes ensamblados instalados conectados
- Daños/deformaciones
- Control dimensional
- Torqueados
- Alistamiento general previo al izaje/accesorios de izaje.

#### **4.6.4 Fase IV: SKID O Traslado de la Grúa Portuaria**

Esta fase tiene como objetivo trasladar y el posicionar de la grúa porta contenedores desde el lugar de montaje hasta ubicarlo sobre su lugar de operación, por medio de un Skid Hidráulico.

El traslado consistió en la elevación de la estructura armada de la grúa por medio de gatas hidráulicas y colocarlas sobre los rieles de desplazamiento luego el traslado se iniciaba por medio de cilindros hidráulicos a presión considerable ubicados en las 4 esquinas (córner) que empujaban la estructura desde la parte inferior a una velocidad lenta, la duración propiamente del traslado y posicionamiento de la grúa sin considerar el armado y retiró del Skid fue de 7 días, comprendiendo las siguientes actividades:

- **Inspección al sistema de Traslación**

La inspección es una actividad previa a los trabajos de traslado, teniendo como finalidad verificar que todos los componentes relacionados realicen sus actividades de forma normal y contar con un área despejada, de tal manera que se pueda evitar

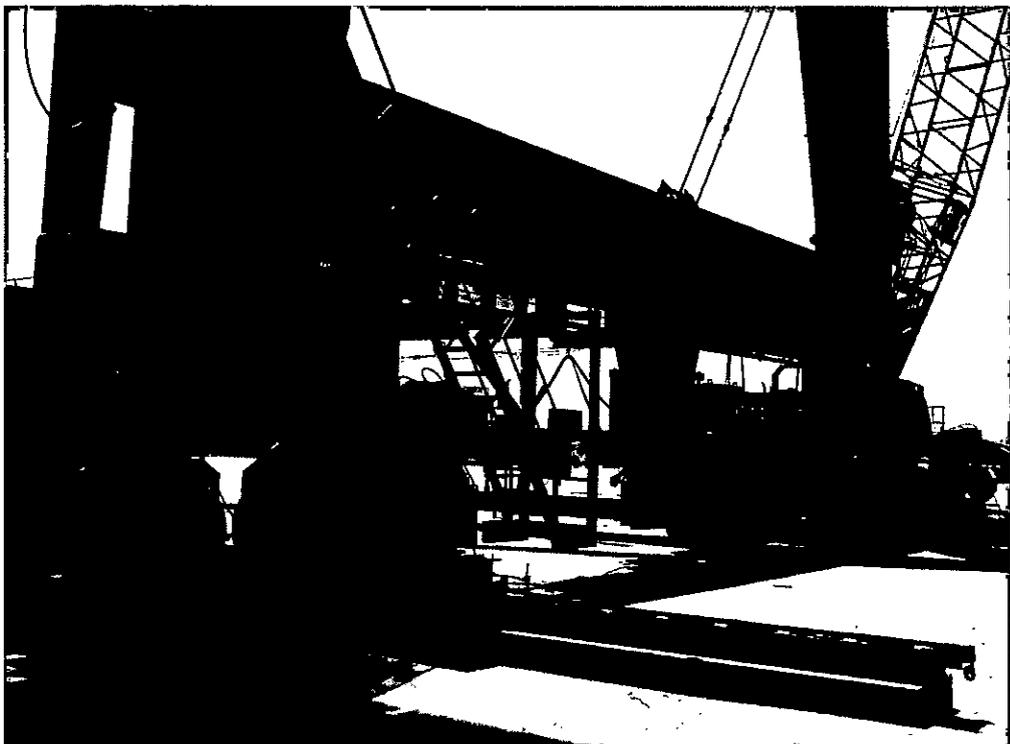
contratiempos no planificados, siendo las verificaciones más importantes en la inspección los siguientes:

- El suelo deberá estar nivelado y en buenas condiciones.
- Se deberán haber removido todos los obstáculos y suspendido todos los trabajos que interfieran con las operaciones montaje y deslizamiento.
- Se deberán trazar los ejes de las líneas de deslizamiento a lo largo de toda la pista previo al inicio del deslizamiento. Marcas adicionales, paralelas a la posición final de la grúa, deberán ser realizadas cerca del área final para verificar el progreso del deslizamiento y permitir una corrección en caso de una desalineación cerca del destino final.
- Todas las partes articuladas (ruedas, mesas de giro, etc.) deberán estar bloqueados e inmovilizados para evitar la inestabilidad de los boogies durante la maniobra.
- La pluma de la grúa debe estar en la correcta posición antes de empezar (arriba o debajo de acuerdo a los cálculos de ingeniería).
- La hora de inicio y la duración de la maniobra debe ser estimado antes de comenzar. Si se supone que se va a terminar sin luz solar, artefactos de luz artificial deben estar listos y preparados.
- El nivel de combustible y aceite de los Power Packs debe ser verificado para garantizar una completa operación durante el tiempo estimado de los trabajos.

- Todas las mangueras y acoples deben ser verificados para evitar pérdidas y asegurar una correcta instalación y funcionamiento.
- Las radios de las baterías deben estar completamente cargadas (y una batería de repuesto preparada) para tener una completa comunicación durante toda la operación.
- **Montaje del Sistema de traslado debajo de la Grúa.**

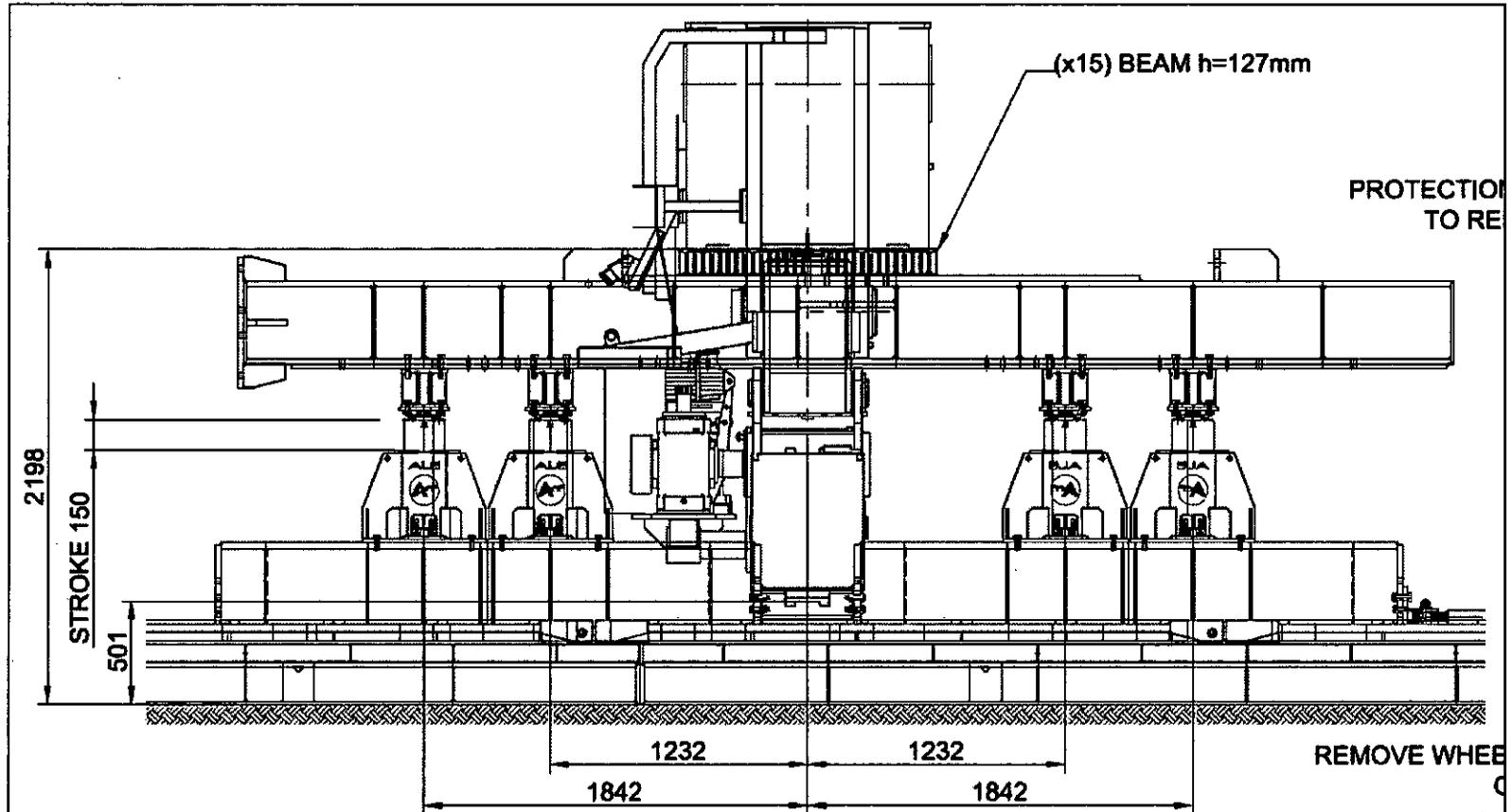
Esta actividad consiste en colocar el sistema de traslado debajo de los boogies de la grúa, para esto los carriles tienen que ser pre-ensamblados sobre los rampones como se puede observar en la figura N° 35, Además las vigas puente, gatos y patines tienen que ser montados de acuerdo a la figura N° 36.

**FIGURA N° 36: SISTEMA DE TRASLADO DEBAJO DE LA GRÚA**



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA Nº 37: ESQUEMA DE SISTEMA DE TRASLADO DEBAJO DE LA GRÚA



FUENTE: Elaboración Propia

- **Gateo inicial y Posicionamiento sobre Rieles de Desplazamiento**

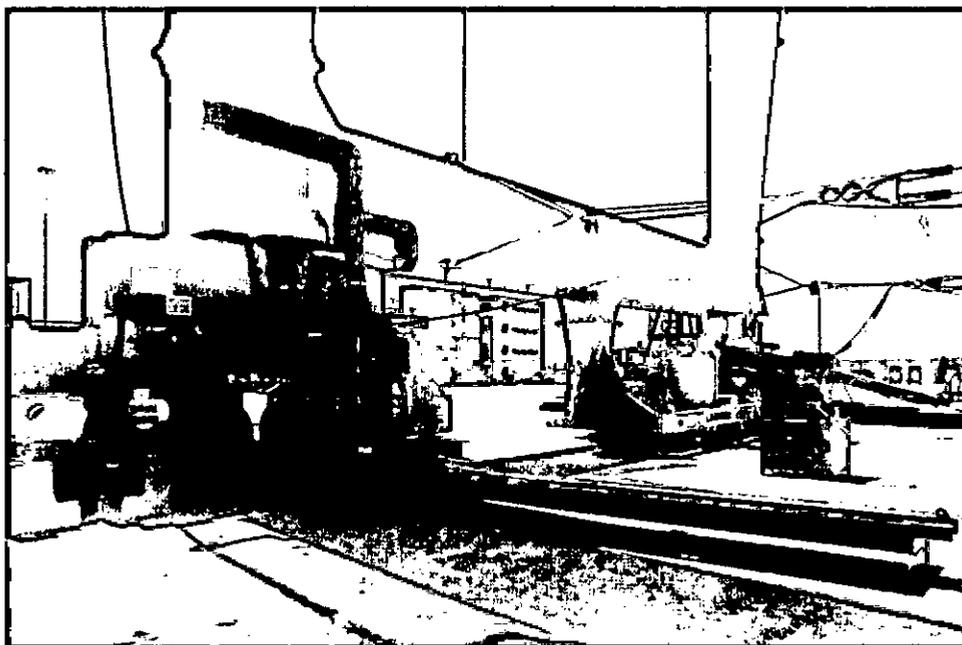
Esta actividad consiste en elevar a la grúa hasta su posición de deslizamiento por medio de gatos hidráulicos hasta una altura de 150 mm, sin embargo previamente a esta operación se tiene que verificar que los boogies y mesas de giro hayan sido bloqueados para así prevenir alguna posible rotación, así mismo la distancia real entre la posición inicial y final de la grúa tiene que ser medida para verificar que los carriles y rampones estén en la posición exacta para alcanzar los rieles sin sobrepasar el borde del muelle. Además, los gatos de empuje del lado mar y lado tierra tienen que ser montados de igual manera (de acuerdo con el carril) para que ambas carreras sean iguales cuando se esté deslizando.

La carga se aumentará en intervalos del 20% de la teórica esperada. Dos minutos de intervalo serán dejados entre cada etapa y se realizará un chequeo visual en todas las patas para garantizar que no hay anomalías en la estructura. Si no se produjera el levantamiento de la grúa, luego de obtener la autorización del cliente se continuará incrementando la carga de igual forma, hasta alcanzar como máximo el 110% del total. Si tras esto no se produjese el levantamiento, se organizará una reunión con el cliente para ver la manera de proceder.

- **Traslado de la Grúa**

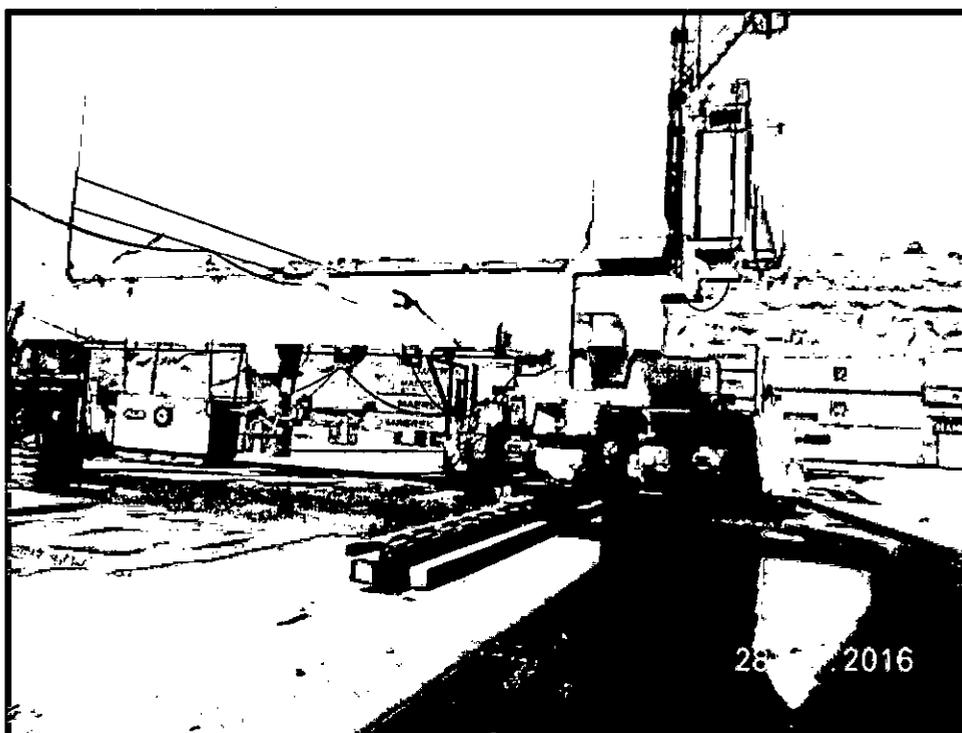
Antes del comienzo de la operación de deslizamiento, se deberá reforzar las patas lado mar y lado tierra por medio de amarres con eslingas y cadenas como se muestran en la figuras N° 37 y 38, una vez realizado esto y estando la grúa a la altura de deslizamiento (150 mm de elevación), se podrá dar inicio a la actividad de deslizamiento.

**FIGURA N° 38: AMARRE DE LAS PATAS LADO MAR**



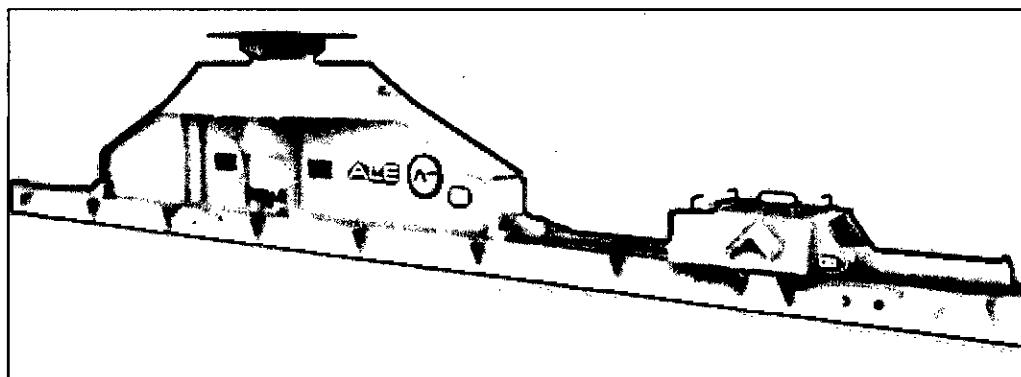
**FUENTE: Elaboración Propia**

**FIGURA N° 39: AMARRE DE LAS PATAS LADO TIERRA**



**FUENTE: Elaboración Propia**

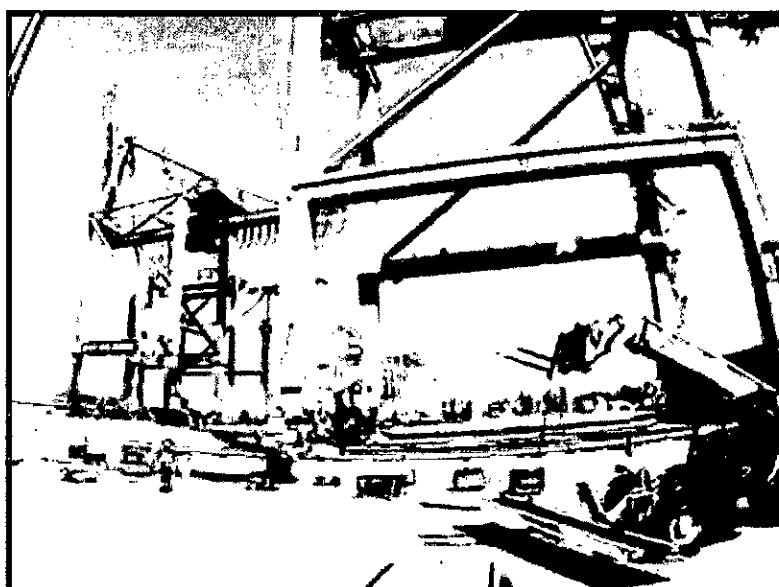
**FIGURA N° 40: SISTEMA DE EMPUJE POR GATEO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

Por otro lado la maniobra de esta actividad implicará el movimiento de las pistas de deslizamiento a medida que la grúa es movida en etapas como se observa en la figura N° 40, así mismo para controlar la nivelación de las patas, la presión de los gatos será verificada todo el tiempo, de igual manera las presiones de empuje serán seteadas en el Power Pack.

**FIGURA N° 41: MOVIMIENTO DE LAS PISTAS DE DESLIZAMIENTO**



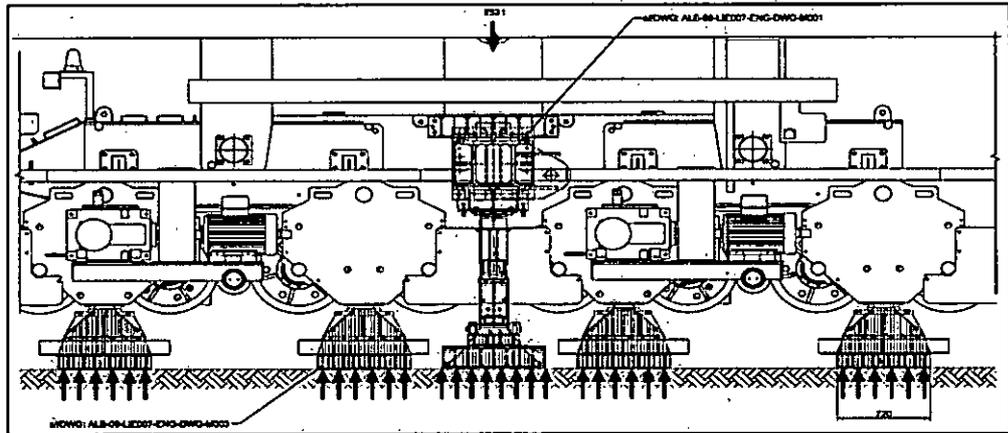
**FUENTE:** Elaboración Propia

Así mismo en un inicio las válvulas de seguridad en el Power Pack estarán cerradas y los grupos de palancas (en el lado delantero de acuerdo a la dirección de deslizamiento) serán abiertas totalmente, estas valvulas serán gradualmente abiertas en intervalos del 20%. Dos minutos de intervalo serán dejados en cada etapa y los operadores en cada pata deben comunicar si hay movimiento. Cuando el movimiento es notificado, todas las palancas serán cerradas al instante.

En caso de llegar a la máxima presión en el lado delantero y no se detecta movimiento, se deberá abrir las válvulas de mariposa gradualmente (con los grupos de palancas previamente abiertos), esto se realizara hasta que se detecte movimiento por lo que todos los grupos de palancas serán cerrados al instante, así mismo una vez que las presiones son detectadas, estas deben ser registradas en una tabla previa y las operaciones de deslizamiento pueden proceder, sin embargo durante las operaciones de deslizamiento, la máxima presión al suelo será de 48.75 t/m<sup>2</sup>.

En caso de que la maniobra tenga que ser interrumpida por un período largo de tiempo (o en caso de una emergencia), la grúa tendría que ser parcialmente descargada en apoyos temporarios como se muestra en la figura N° 41, el descenso se realizará bajando alternadamente 25 mm cada lado y la descarga se realizará en intervalos del 20%, uniformemente en todas las patas, registrando las cargas remanentes reales las cuales no deberán sobre pasar los 45.66 t/m<sup>2</sup>, por último los clamps de los gatos de empuje serán dejados fijos y las válvulas de los gatos hidráulico cerrados antes de dejar el sitio.

**FIGURA Nº 42: SISTEMA DE APOYOS TEMPORARIOS**



FUENTE: Elaboración Propia

- **Gateo en descenso y posición final**

Una vez que el área de posición final ha sido alcanzada, la correcta alineación entre las ruedas y los rieles debe ser controlada en detalle en todas las patas para asegurar que la posición exacta ha sido alcanzada y la grúa puede ser solo gateada en descenso verticalmente. La secuencia se realizará gateando 25mm de un lado y 50 mm en el lado opuesto en etapas lado mar/tierra. La descarga se realizará en etapas del 20%, uniformemente en todas las patas.

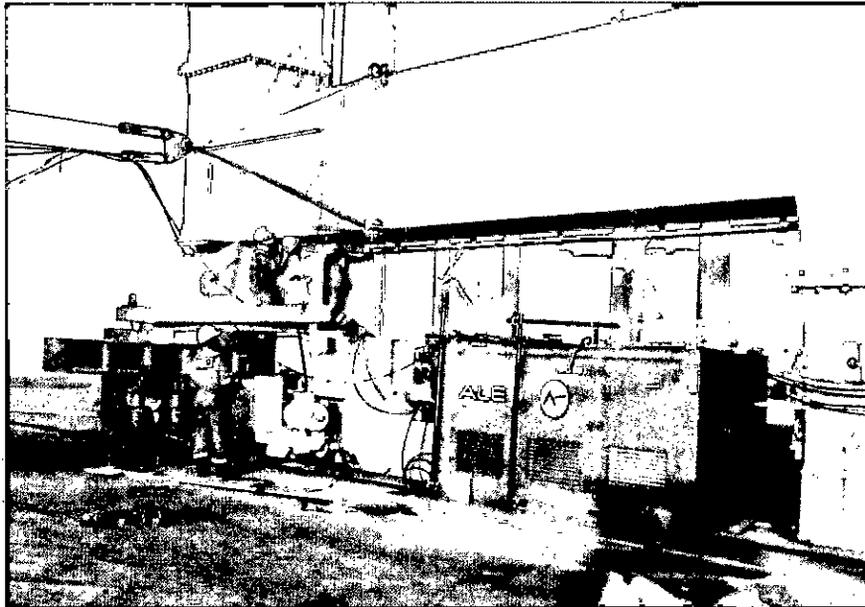
**FIGURA Nº 43: SISTEMA DE APOYOS TEMPORARIOS**



FUENTE: Elaboración Propia

Una vez que la altura final es alcanzada, el sistema de deslizamiento será desmontado. Además, el bloqueo mecánico de los boogies será liberado una vez que el sistema hidráulico haya sido totalmente descargado.

**FIGURA N° 44: DESMONTAJE DEL SISTEMA DE TRASLADO**



FUENTE: Elaboración Propia

#### **4.6.5 Fase IV: Comisionamiento y puesta en servicio**

Una vez que Grúa Pórtico tipo Post Panamax ha sido montado completamente, esta deberá someterse a una inspección completa por parte de la supervisión, los cuales evaluarán si la grúa se encuentren en condiciones para realizar el comisionamiento del equipo, el comisionamiento será realizado por un personal técnico capacitado proviene de la casa en donde se adquirió el equipo el cual se le denomina como Vendor, el cual evaluará si la grúa se encuentra en condiciones para realiza la puesta en marcha de todos los equipos que en ellos se encuentran.

## Inspección General

Esta actividad consta de una inspección general la cual se detalla de la siguiente manera:

### ➤ Engranajes traslación

La inspección se realiza a los principales engranajes de desplazamiento del pórtico, verificando el nivel de aceite en cajas de engranajes, tapon de drenaje y respiradero de aceite, engrase del eje de tracción superior del eje del cojinete, sistema hidráulico de giro, configuración del torque de freno, esta inspección quedo registrada en tabla N° 7.

**TABLA N° 7: INSPECCIÓN DE LOS ENGRANAJES TRASLACIÓN**

		Unid 1	Unid 2	Unid 3	Unid 4	Aceptado	No- Aceptado	Coment ario
1	Nivel de aceite en cajas de engranajes	✓	✓	✓	✓	✓		
2	Tapas de ventilación	✓	✓	✓	✓	✓		
3	Grifos de drenaje de aceite	✓	✓	✓	✓	✓		
4	Frenos Traslación	✓	✓	✓	✓	✓		
5	Lubricación de los ejes de balancín	✓	✓	✓	✓	✓		
6	Ruedas dentadas y piñones de accionamiento	✓	✓	✓	✓	✓		

FUENTE: Elaboración Propia

➤ **Spreader**

En esta inspección se verifico el número de serie del spreader y se efectuaron pruebas operacionales de twistlocks abierto, twistlocks cerrado, puntos de depósito, luces de indicación del spreader, posición telescópica a 20 y 40 pies, operación del sistema de inclinación asiento, oblicua, escora, siendo esto registrado en el tabla N° 8.

**TABLA N° 8: INSPECCIÓN DEL SPREADER**

		Acceptado	No-Aceptado	Comentario
1	Twistlocks Abiertos	✓		
2	Twistlocks Cerrados	✓		
3	Aletas retractiles I Abajo	✓		
4	Aletas retractiles II Abajo	✓		
5	Aletas retractiles III Abajo	✓		
6	Aletas retractiles IV Abajo	✓		
7	Todas las aletas retractiles Arriba	✓		
8	Puntos de depósito	✓		
9	Telescopiar a posiciones de 20ft., 40ft. 2*20ft & 45ft.	✓		
10	Sistema TTDS	✓		
11	Sistema HIS	✓		

FUENTE: Elaboración Propia

➤ **Salvaguarda**

En esta inspección se verificó las barandas de protección para el personal de pórtico, las balizas de advertencia intermitente, sonido de alarmas, las estaciones de paradas de emergencia, las cuñas de ruedas, siendo esto registrado en la tabla N° 9.

**TABLA N° 9: INSPECCIÓN DEL SALVAGUARDA**

		Esquina 1	Esquina 2	Aceptado	No-Aceptado	Comentario
1	Los bogies de traslación con antichoques y cubiertas	✓	✓	✓		
2	Tampones para Tope final	✓	✓	✓		
3	Advertencias destellantes y Yodalarmes, una advertencia y un yodalarme para cada esquina del portal.	✓	✓	✓		
4	Paradas de emergencia con reinicio (baja tensión). Uno en cada pata al NIVEL DEL SUELO, tipo hongo.	✓	✓	✓		
5	Paradas de emergencia con reinicio (alta tensión). Uno al NIVEL DEL SUELO, (cerramiento en vidrio con un martillo).	✓	✓	✓		
6	Puesta a tierra de los carriles de grúa Puesta a tierra de la vía lado tierra y lado mar	✓	✓	✓		
7	Grúa Anti-colisión	✓	✓	✓		

FUENTE: Elaboración Propia

➤ **Equipo eléctrico**

En esta inspección se verificó la iluminación de los accesos, el sistema de iluminación en la entrada principal, viga principal,

entrada al generador diesel, trolley / cabina, entrada a la casa eléctrica, de igual manera se verifico los reflectores en la viga principal los cuales son activados mediante interruptores manuales, estos interruptores están al nivel del suelo y en la cabina del conductor, dos reflectores están montados en la parte inferior del carro.

Así mismo se verifico las luces de pórtico en los end carriages y se activaron con los reflectores manuales, estos interruptores están a nivel del suelo y en la cabina del conductor, además se verifico la toma de alimentación auxiliar y la operatividad del sistema telefónico.

**TABLA N° 10: INSPECCIÓN ELÉCTRICA DE LA CABINA DEL CONDUCTOR**

		Acceptado	No-Aceptado	Comentario
1	Bocina	✓		
2	Sistema telefónico	✓		
3	Acceso/Luces de emergencia Entrada cabina (2)	✓		
4	Iluminación cabina de conductor Iluminación de emergencia en la cabina	✓		
5	Unidad de pantalla de la cabina (EMS) Indicación Carga, Izaje / Inclinación / Giro, Indicación Altura, Velocidad de viento	✓		
6	Sistema de megafonía	✓		
7	Spreader Indicador de Estado	✓		
8	Tomas 230V.	✓		
9	Aire Acondicionado / Calefacción	✓		
10	Lava/Limpiaparabrisas	✓		
11	Monitor Camera	✓		

FUENTE: Elaboración Propia

➤ **Inspección General de la Pluma**

Se realizó una inspección general al sistema de cadena de la energía, amortiguadores de la viga principal, así mismo se verifico las pasarelas, las plataformas, paradas de emergencia y la iluminación en el acceso, como se muestra a continuación:

**TABLA N° 11: INSPECCIÓN DEL ENGRANAJE PLUMA**

		Aceptado	No-Aceptado	Comentario
1	Nivel de aceite en cajas de engranajes	✓		
2	Tapas de ventilación	✓		
3	Tapa de drenaje de aceite	✓		
4	Puntos de anclaje del cable en tambor	✓		
5	Reenvío de los cables de la pluma	✓		

FUENTE: Elaboración Propia

**TABLA N° 12: INSPECCIÓN DEL FRENOS PLUMA**

		Freno 1	Freno 2	Aceptado	No-Aceptado	Comentario
1	Operación de frenos	✓	✓	✓		
2	Ajuste frenos (Nm)	✓	✓	✓		

FUENTE: Elaboración Propia

**TABLA N° 13: INSPECCIÓN DE LA PUERTA DE SALIDA DEL CABLE**

		Aceptado	No-Aceptado	Comentario
1	Puerta de Salida del cable de la pluma Apertura	✓		
2	Puerta de Salida del cable de la pluma Cierre	✓		

FUENTE: Elaboración Propia

**TABLA N° 14: INSPECCIÓN DEL ACCIONAMIENTO DE EMERGENCIA**

		Aceptado	No-Aceptado	Comentario
1	Demonstración elevación y descenso de la pluma	✓		
2	Verificación embrague accionado I. L.	✓		
3	Panel de control (en sala eléctrica)	✓		

FUENTE: Elaboración Propia

➤ **Carro (trolley)**

Se realizó la inspección del hoist, caja de reducción del hoisting, nivel de aceite en la caja de reducción, varilla del nivel de aceite, respiradero y drenaje del aceite, ajuste del par del freno del hoist, funcionamiento del freno, mecanismo de elevación de cuerda y tambores, paso por la polea, engrase de cuerdas, punto de anclaje de las cuerdas en el tambor, punto de fijación del cable de elevación sobre el spreader, acoplamiento del hoist, ensamblado de la celda de carga, así mismo se inspecciono el trolley, verificando la caja de reducción de desplazamiento del trolley, nivel de aceite en la caja de reducción, respiradero, tapon de drenaje de aceite y freno de desplazamiento del trolley.

➤ **Inspección complementaria**

Adicionalmente a las inspecciones arriba mencionadas, se adiciono una inspección a los trabajos de retoque de pintura dañada en el embarque, traslado y montaje, se verifico las señales de advertencia, se verifico que todos los puntos cuenten con la grasa requerida, se verifico que la presión neumática sea de 10 bar, así mismo se verifico las salvaguardas en las vías de entrada y salida: barandas, peldaños, pasamanos, rodapiés y rejas, así como las señales de advertencia de seguridad en equipos.

## **Comisionado de pruebas**

El comisionamiento es el conjunto de actividades en donde se realiza una revisión y verificación de la documentación generada durante el montaje, así como la realización de las pruebas y ensayos necesarias para comprobar que todos los sistemas y subsistemas que conforman el proyecto fueron correctamente instalados y debidamente probados, tal como exigen las bases de diseño y los manuales de los fabricantes de cada equipo.

En otras palabras este proceso que busca garantizar que los sistemas que conforman el proyecto, interactúen entre sí de acuerdo a los diseños, normas, requerimientos del cliente y recomendaciones de los fabricantes, estando libres para iniciar las actividades de puesta en marcha de la Grúa Portuaria tipo Post Panamax.

- **Revisión documentaria de trabajos terminados.**

Esta actividad es previa a la realización de pruebas de los equipos, en donde la contratista que realizó el montaje deberá entregar los registros finales que indique la liberación de los trabajos por área, garantizando de esta manera que el montaje se encuentra completo, los registros presentados en este proyecto fueron:

- Registro de inspección del completamente mecánico.
- Registro de liberación de calidad.
- Registro de liberación del sistema de mando y control.
- Registro de liberación Eléctrico.

- **Pruebas de comisionamiento.**

En esta etapa se realizaron pruebas de carga y sobre carga así como también la prueba de resistencia por 12 horas en operación normal midiendo las temperaturas de los motores, reductores y

frenos, estas pruebas se realizaron en base a los protocolos de Testing con presencia del personal de LIEBHERR, TUV RHEINLAND y TPE (Las pruebas se realizaron con operadores calificados por cada grúa y personal calificado de mantenimiento).

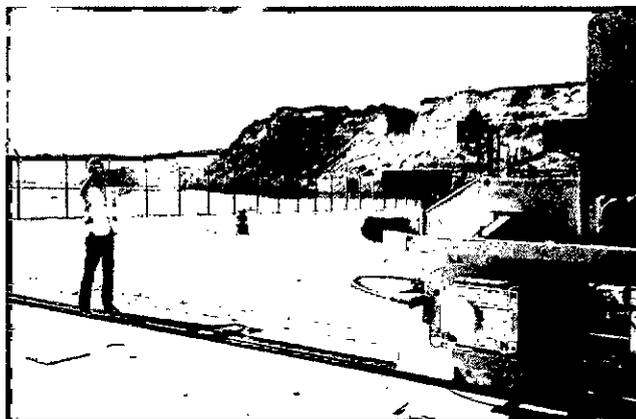
Durante la prueba de duración, los reductores, motores, frenos y otros equipos se observará por sobrecalentamiento, vibraciones excesivas, pérdidas de aceite, etc. Como se observa en la figura N° 44.

**FIGURA N° 45: TOMA DE DATOS DE TEMPERATURA EN MOTORES Y FRENO**



FUENTE: Elaboración Propia

**FIGURA N° 46: PRUEBAS DEL SENSOR ULTRASÓNICO DE MOVIMIENTO**



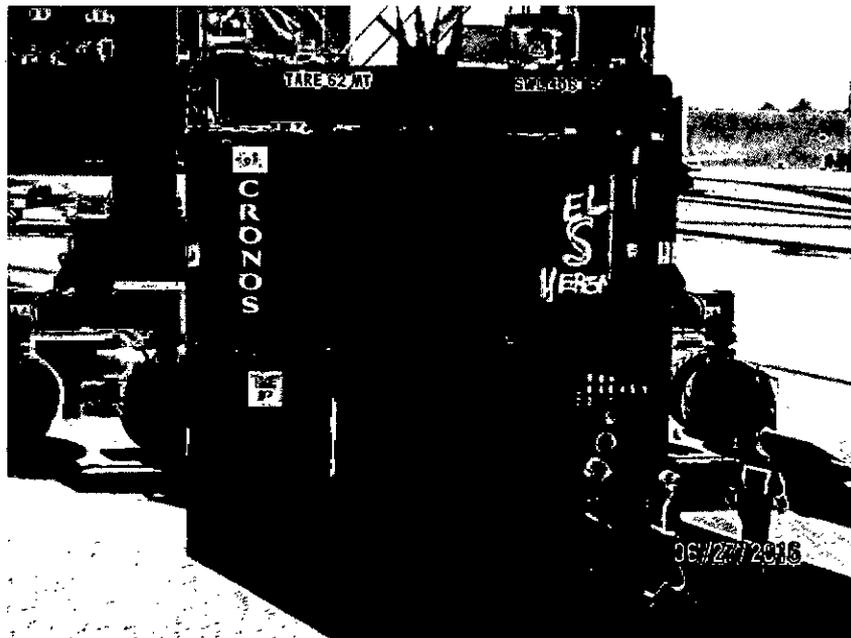
FUENTE: Elaboración Propia

### ➤ Pruebas de carga

Para esta actividad los pesos de prueba utilizados estuvieron constituidos por 1 contenedor de 20 pies con un peso de 40 toneladas, estos pesos fueron validados por el registro automático que es emitida por la balanza certificada por Indecopi que TPE usa para sus operaciones portuarias.

Para el proceso de sobrecarga se colocara un contenedor encima del otro, amarrados por 4 piñas como se observa en la figura N° 46, esta carga es levantada por el hoisting en donde se verificara la corriente, el voltaje, la frecuencia y la velocidad del sistema de izaje.

**FIGURA N° 47: INSPECCIÓN DEL ACCIONAMIENTO DE EMERGENCIA**



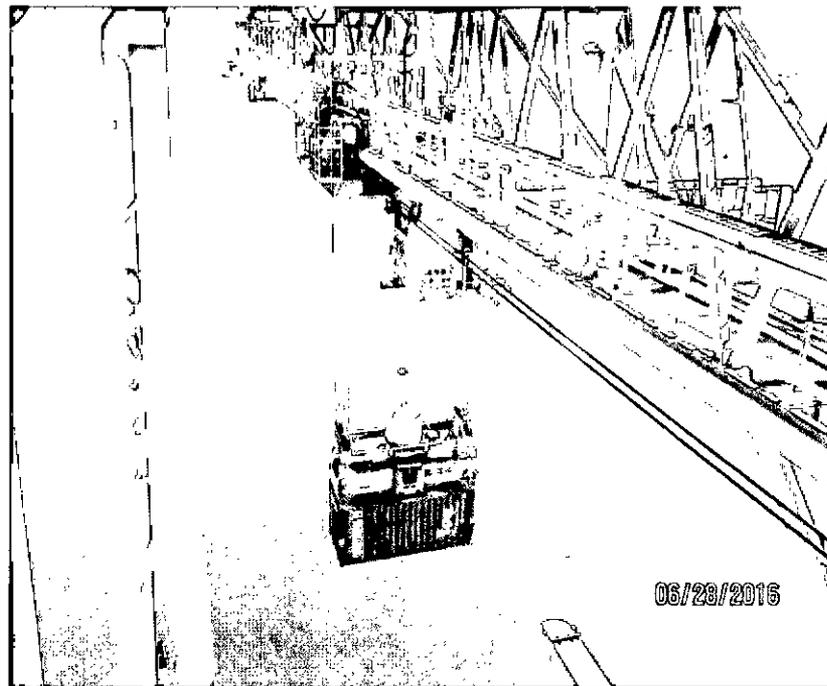
FUENTE: Elaboración Propia

Adicionalmente se hizo medición de la distancia de frenado del hoist cargando 53 toneladas y accionando, e-stop de la grua mientras baja.

### ➤ Pruebas de Sobrecarga Estática

Esta prueba se hizo con el 115% de la carga nominal 47 toneladas, para esto el pórtico se desplazó a la velocidad lenta a la izquierda y derecha 5 metros, El trolley viajó a baja velocidad a la posición de estacionamiento, así mismo el pórtico se desplazó a velocidad lenta a la izquierda y derecha por 5 metros y se depositó la sobrecarga. Los movimientos anteriores se hicieron con cuidado a fin de evitar daños personales y daños al equipo y las propiedades.

**FIGURA N° 48: PRUEBAS DE SOBRECARGA ESTÁTICA**



FUENTE: Elaboración Propia

### ➤ Prueba de Resistencia

La duración de la prueba de resistencia fue de 12 horas y deberá demostrar el manejo eficaz de los contenedores por la grúa y su engranaje, mediante la simulación de un ciclo de carga / descarga.

La prueba de duración incluirá al menos los siguientes movimientos en cada ciclo:

- a) Recoger un contenedor de carga y alzarlo
- b) Traslación transversal con el contenedor a  $\approx 20.0\text{m}$  punto en la pluma y bajar a  $\approx 4$  metros del mar y volver al punto de partida.
- c) Colocar el contenedor en el suelo.
- d) Recorrido transversal sin contenedor a mediados la mitad de la longitud de la viga principal y la pluma y volver al punto de partida.
- e) Recoger el contenedor y repetir los pasos b. a d.
- f) Una vez durante cada 10 ciclos, traslación con el contenedor a la izquierda o unos 20 metros a la derecha y volver al punto de partida.

- **Puesta en servicio.**

Esta actividad consiste en verificar que las instalaciones como un todo operan de acuerdo con las condiciones de diseño, procediendo gradualmente a poner las instalaciones en operación paso por paso y de un modo controlado, seguro y confiable hasta que estas alcancen las condiciones normales de operación.

Una vez concluidas las tareas de la puesta en marcha y estableciéndose la culminación de todas las actividades incluidos las observaciones de la referida obra en conformidad con lo requerido por el cliente, se procede a entregar el equipo a la autoridad competente del Puerto marítimo de Paita, en cumplimiento a lo establecido en el contrato de servicio con nuestra empresa.

## **V. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA**

La evaluación técnica para el presente proyecto fue establecida de acuerdo a lo solicitado por la empresa Terminales Portuarios Euroandinos, quien establece necesitar el servicio de supervisión de descarga de barco para muelle, supervisión de montaje mecánica – eléctrica y supervisión pruebas de operación – carga.

Siendo esta solicitud evaluada por nuestros personales, entregando una propuesta técnica que satisfaga y beneficie a nuestro cliente tal como se muestra a continuación:

### **Supervisión de Descarga de Barco para Muelle**

- Revisión de documentos: planes de izaje, procedimientos de eslingados.
- Inspección de elementos de izaje, certificados, certificado de operadores y rigger.
- Inspección del aparejo, verificación de la integridad del equipo al momento del izaje.
- Inspección de descarga de acuerdo al Packing List y manual del fabricante.
- Inspección del estado de los elementos y partes del equipo antes y después de la descarga.
- Inspección y verificación del correcto almacenamientos de las partes; elementos y equipos de las grúas.

### **Supervisión de Montaje Mecánica y Eléctrica**

- Revisión documentaria: Especificaciones técnicas del contrato, manuales de operación y servicio, cronograma, procedimientos de trabajo, certificados de equipos, instructivos, plan de calidad,

criterios de rechazo y aceptación, reportes y protocolos de pruebas.

- Inspección de elementos y partes, control dimensional. (Pluma, Trolley, cabezales, sprader, polipastos, etc.)
- Inspección de herramientas, equipos y materiales empleados.
- Inspección y verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas, procedimientos de trabajo aprobados e instructivos.
- Inspección frecuente de los avances de montaje.
- Verificación del Control dimensional, tolerancias.
- Verificación del estado de las uniones (soldadura, pernería, torqueo, etc.)
- Verificación del montaje de los motores: alineamientos, acoplamientos, etc.
- Verificación e instalación de los cables de izaje.
- Inspección y verificación del funcionamiento del sistema de enrollamiento de los cables.
- Verificación del recubrimiento de la estructura.
- Verificación del estado del sistema de lubricación.
- Verificación del sistema de traslación (tren de rodamiento (gantry), ruedas, alineamientos.
- Inspección y verificación de la instalación del sistema contra incendios.
- Inspección y verificación del sistema de amortiguación sísmica.
- Inspección y verificación de casa de máquinas.
- Inspección y verificación del sistema de alimentación.
- Inspección del Gabinete.
- Inspección y verificación del sistema de iluminación.
- Inspección y verificación del sistema de puesta a tierra.
- Inspección y verificación de los tipos de cables conductores.

- Inspección del tendido de cables.
- Inspección y verificación del sistema de mando y control.
- Verificación e inspección del montaje del generador, comisionado de pruebas.
- Verificación de la instalación del transformador, comisionado de pruebas.
- Verificación de la instalaciones eléctricas; casa fuerza.
- Reporte de hallazgos y no conformidades relevantes durante los trabajos.
- Emisión de Informe semanales y mensuales

### **Supervisión Pruebas de Operación y Carga**

- Revisión documentaria: Especificaciones técnicas del contrato, manuales de operación y servicio, cronograma, instructivos, criterios de rechazo y aceptación, comisionado de pruebas y reportes de pruebas.
- Testificación de las pruebas de operación y carga.
- Verificación del estado de elementos, partes e instrumentos antes y después de la pruebas de operación y carga.
- Inspección y verificación de los sistemas anticolidión.
- Inspección de los dispositivos de seguridad (bloqueos de sobrecarga, bloqueo sobre carrera; paradas de emergencias; velocidad de viento; etc.).
- Verificación del sistema de frenos.

La evaluación económica fue realizada en concordancia con cada uno de los servicios que se ofrece mediante un cuadro de análisis de costo como se muestra a continuación:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	PRECIO UNITARIO	SUB. TOTAL
1	Ingeniero Mecánico: 6.3 meses-H	Mes	6.3	\$5.000,00	\$31.500,00
2	Ingeniero Eléctrico: 2.5 meses-H	Mes	2.5	\$5.000,00	\$12.500,00
3	Ingeniero Electricista: 2.5 meses-H	Mes	2.5	\$5.000,00	\$12.500,00
4	Hospedaje	Día	339	\$15,00	\$5.085,00
5	Viáticos	Día	339	\$14,00	\$4.746,00
6	Herramientas de trabajo (Movilidad, Computadora, EPP)	Día	339	\$10,00	\$3.390,00

Sub Total \$ 69.721,00  
 Gastos Generales (10%) \$ 6.972,10  
**TOTAL \$ 76.693,10**

USD. 76.693,10 - Setenta y seis mil seiscientos noventa y tres y 10/100 dólares americanos. Precio no incluye el IGV18%.

La presente propuesta contempla los siguientes aspectos:

- Fecha de inicio del servicio: 15-ene-16
- Fecha de Término del servicio: 21-jul-16, plazo que incluye 2 semanas de cierre y liquidación del proyecto, entrega de dossiers.

El plazo total del servicio será de 6.3 meses de acuerdo a información proporcionada por Terminales Portuarios Euroandinos, así mismo la propuesta considera la incorporación de un equipo de trabajo compuesto por personal calificado con experiencia en inspecciones de equipos y accesorios de izaje. El equipo de trabajo está compuesto por:

- Ingeniero Mecánico: 6.3 meses-H
- Ingeniero Eléctrico: 2.5 meses-H
- Ingeniero Electricista: 2.5 meses-H

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

- La realización del Montaje Mecánico de la Grúa Portuaria tipo STS Pórtico Súper Post Panamax en el puerto marítimo de Paita, fue concretada de manera eficiente y en los tiempos establecidos debido a una supervisión programada de las actividades de la contratista.
- La planificación de las actividades logro fijar una secuencia de los trabajos de montaje, estableciendo de esta manera estrategias eficientes para el control y seguimiento del proyecto.
- Se logró prevenir contratiempos en el desembarco de los componentes de la Grúa Portuaria, debido a la supervisión planificada de las actividades desde el muelle hasta el lugar de almacenaje logrando inspeccionar el estado de cada elemento.
- La ejecución del Montaje de la Grúa Portuaria se logró realizar de manera eficiente y en el tiempo esperado debido al control y seguimiento de la planificación de las actividades programadas, evitando así contratiempos mayores o reprocesos.
- La ejecución del traslado de la Grúa Portuaria hasta su posición final se logró realizar de manera eficiente de acuerdo a la planificación de las actividades programadas, evitando así contratiempos mayores o reprocesos.
- La puesta en servicio y entrega del proyecto se logró con éxito debido a la realización de las inspecciones y pruebas de comisionamiento que garantizaron un correcto funcionamiento del equipo, haciendo posible la aceptación y recepción del proyecto por parte de Terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A.

## 6.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar las actividades de izaje considerando porcentajes de izaje por debajo del 80% de la capacidad de la grúa, empleando para ello planes de izaje donde se consideren todas las cargas.
- El dispositivo de sobrecarga no se debe tratar como un dispositivo de maniobra. El conductor debe tener bien claro cuáles son las capacidades que la grúa puede manejar y no debe tratar de intentar levantamientos superiores a los permitidos.
- Realizar periódicamente inspecciones y monitoreos a los pernos de las estructuras verificando su ajuste o torque cada 6 meses.
- El operador de la grúa debe anotar cualquier defecto que note en un cuaderno de trabajo destinado a este propósito e informar sin demora al supervisor o capataz sobre cualquier defecto, así como también avisar al operador de relevo al cambiar de turno.
- En el caso de cambios en el comportamiento de la grúa que sean relevantes para la seguridad, se detener la grúa de contenedores inmediatamente.
- Considerar dentro de su plan de calidad las reparaciones de pintura empleando el procedimiento del fabricante.
- Se recomienda no utilizar la grúa a altas velocidades de viento, por lo que esta grúa no deberá trabajar a velocidades que excedan los 22m/s (80 km./h.).

## VII. REFERENCIALES

PONCE NIETO, Florentino. ***“Diseño Mecánico de un Sistema de Elevación tipo Transtainer para un Puerto Marítimo”***. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. 2011.

ORTIZ DÍAZ, Lila Carlota. ***“Mantenimiento de Grúas para Puertos Marítimos”***. Tesis de grado para la obtención del Título de Ingeniero Mecánico. Escuela Politécnica Nacional. 2007.

TENELEMA QUITIO, Oscar Jamil. ***“Diseño y Simulación de un Puente Grúa de Cinco Toneladas”***. Tesis de Grado para la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Escuela Superior Politécnica Del Litoral Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. 2013.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ***ASME P30.1: Planificación de actividades de manejo de carga***. New York. 2014.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ***ASME B30.2: Grúas aéreas y de pórtico (puente superior en funcionamiento, viga simple o múltiple, polipasto de carretillas superior)***. New York. 2014.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ***ASME B30.5: Requisitos de seguridad para grúas móviles y locomotoras***. New York. 2014.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ***ASME B30.9: Requisitos de seguridad para el uso y mantenimiento de Eslingas de cadena de aleación de acero***. New York. 2014.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ***ASME B30.26: Estándar de seguridad para accesorios de izaje***. New York. 2015.

FEDERATION EUROPEENNE DE LA MANUTENTION. **F.E.M. 1.001: reglas para el diseño de dispositivos de elevación.** Barcelona. 1998.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. **ISO 10816-3: evaluación de la vibración de la máquina mediante mediciones en piezas no giratorias.** Ginebra. 1995.

NORMAS EUROPEAS. **EN 10025-2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.** 2006.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos.** Pennsylvania. Quinta edición. 2015.

LARRODE EMILIO Y ANTONIO MIRAVERE. **Grúas.** Zaragoza. Universidad de Zaragoza. Primera edición. 1996.

VERSCHOOF. **Diseño, práctica y mantenimiento de grúas.** Londres. Editorial Professional Engineering Publishing. Segunda edición. 2002.

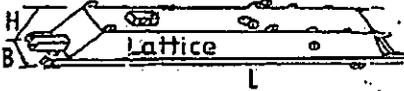
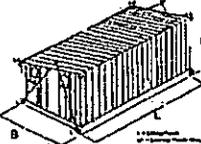
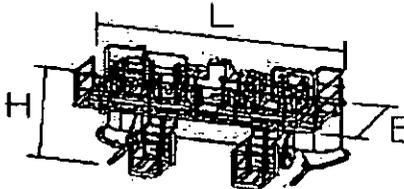
FERNÁNDEZ SASIAIN, Francisco. **Estiba y trincaje de mercancías en contenedor.** Barcelona. Editorial Marge books. Primera edición. 2014.

CABRERA CANOVAS, Alfonso. **Transporte internacional marítimo en contenedores.** Madrid. Editorial ICEX. 2013.

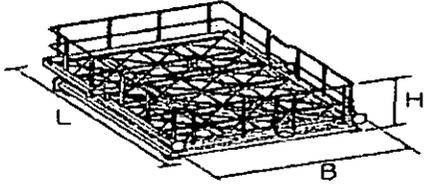
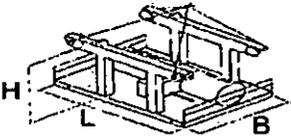
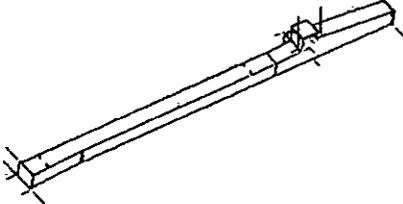
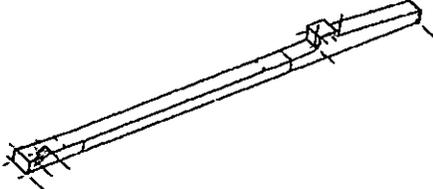
## **VIII. ANEXOS Y PLANOS**

### **8.1 Anexos**

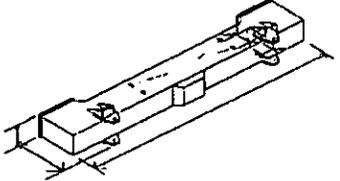
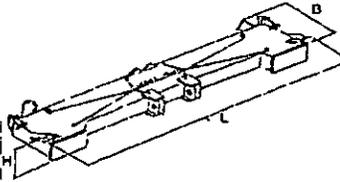
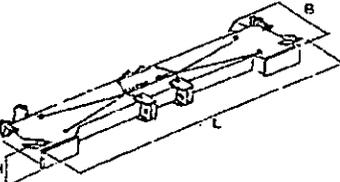
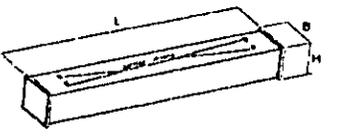
**ANEXO N° 1: PAKING LIST DE LAS PARTES DE LA GRÚA.**

MARKS	QTY	DESCRIPTION	DRAWING	L x B x H	WEIGHT PER UNIT	CUBIC M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
1	1	Main Beam IR9425-210000 see Sketch A		See attached Sketch 'A'	98000	1307.80	No overstowing if shipped on deck 2 crane lift
2	1	Derrick Boom IR9425-250000 see Sketch B		See attached Sketch 'B'	88000	1058.09	No overstowing if shipped on deck 2 crane lift
3	1	Machinery House IR9818-290000 see Sketch C		15000 X 6100 X 5050	73000	462.08	No overstowing and must be shipped under deck 2 crane lift
4	1	A Frame Head IR9425-481000 see Sketch D		5400 X 3300 X 3500	9300	62.37	No overstowing and must be shipped under deck

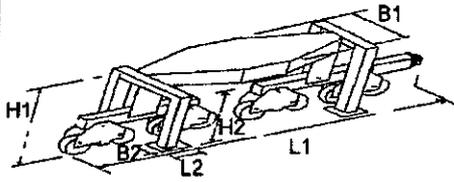
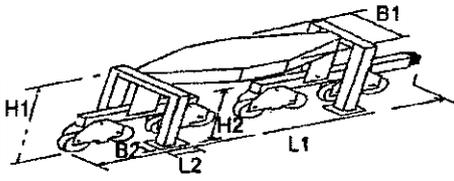
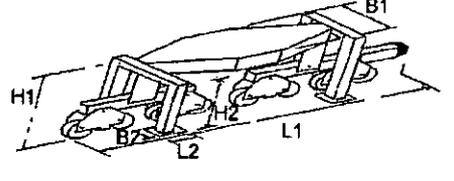
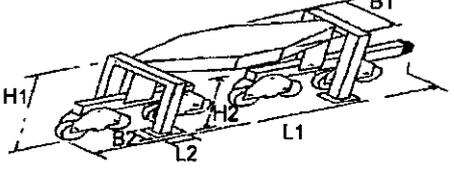
Paking List 1 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION	DRAWING	L x B x H	WEIGHT PER UNIT	KUBIC M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
5	1	Cabin Cleaning Platform + Support IR9425-274100 IR9425-119611 see Sketch E		6200 X 4300 X 1800	3000	47.99	No overstowing and must be shipped under deck
6	1	Trolley IR9819-660000 see Sketch F		7600 X 6000 X 3600	21000	164.16	No overstowing and must be shipped under deck
7 8	2	Landside Leg IR9425-321111 1 xR.H. See Sketch G IR9425-311111 1xL.H. See Sketch G1		L1 41400 L2 9000 B1 X 2370 B2 X 2150 H1 X 1620 H2 X 1415	1x36000	186.33	
9 10	2	Seaside Legs IR9425-411111 See Sketch H 1 xR.H. 1xL.H. See Sketch H1		L1 41500 L2 7100 L3 1600 B1 X 2371 B2 X 1885 B3 X 2200 H1 X 1600 H2 X 1435 H3 X 750	1x36500 1x38000	179.28	

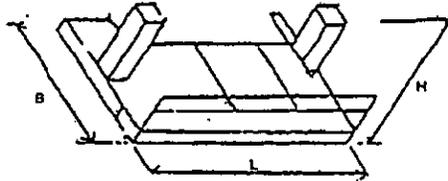
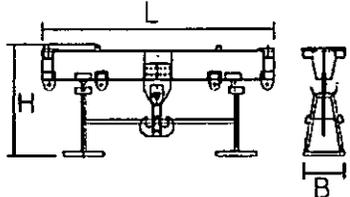
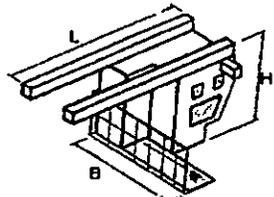
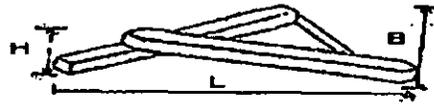
Paking List 2 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION	DRAWING	L x B x H			WEIGHT PER UNIT	CUBIC M. PER UNIT	MODE OF PACKAGING
				L1	B1	H1			
11 12	2	Seaside & Landside Endcarriages IR9425-180000 IR9425-190000 see Sketch J		20496	X 3220	X 1630	26250	108.37	
				L2 2x950	X 1200	X 350			
				L1 21141	B1 X 3220	H1 X 1630	25500	111.76	
				L2 950	B2 1200	H2 350			
13	1	Landside Carrier IR9819-350000 see Sketch K		20623	X 3170	X 1620	27600	105.91	
14	1	Seaside Carrier IR9425-451111 Sketch L		20476	X 3700	X 1670	28000	126.52	
15 16	2	Cill Beams IR9425-331100 IR9425-341100 see Sketch M		26080	X 1900	X 2000	1x21500 1x21400	99.10	

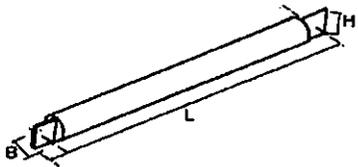
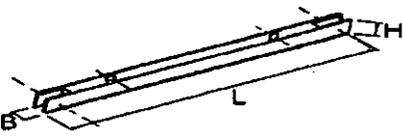
Paking List 3 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION:	DRAWING:	L x B x H	WEIGHT PER UNIT	CUBIC M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
17	1	Wheelbox Assembly - Unit I S.S. 2 Wheels 2 Drives IR9425-110000 see Sketch N		L1 8000 L2 2x400 B1 X 2200 B2 X 400 H1 X 3000 H2 X 2715	21700	53.67	No overstowing and must be shipped under deck
18	1	Wheelbox Assembly - Unit II S.S. 2 Wheels 2 Drives IR9425-120000 see Sketch N		L1 8000 L2 2x400 B1 X 2200 B2 X 400 H1 X 3000 H2 X 2715	21700	53.67	No overstowing and must be shipped under deck
19	1	Wheelbox Assembly - Unit III L.S. 2 Wheels 2 Drives IR9425-130000 see Sketch N		L1 8000 L2 2x400 B1 X 2200 B2 X 400 H1 X 3000 H2 X 2715	21700	53.67	No over stowing and must be shipped under deck
20	1	Wheelbox Assembly - Unit IV L.S. 2 Wheels 2 Drives IR9425-140000 see Sketch N		L1 8000 L2 2x400 B1 X 2200 B2 X 400 H1 X 3000 H2 X 2715	22000	53.67	No overstowing and must be shipped under deck

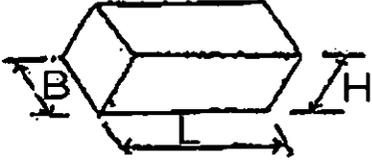
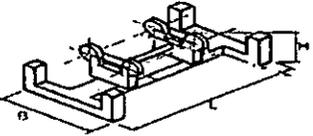
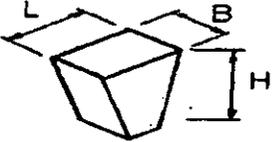
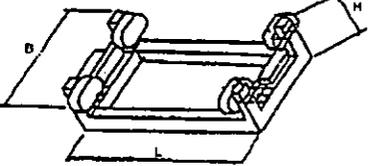
Paking List 4 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION:	DRAWING:	L x B x H	WEIGHT K PER UNIT	CUBIC:M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
21	1	Trim Assembly IR9009-230000		8400 X 4200 X 3200	13200	112.90	No overstowing and must be shipped under deck
22	1 Bdl.	Hook Beam SWL Tonnes 70.00 IR9425-LF8000		5300 X 1700 X 2300	3380	20.72	No overstowing and must be shipped under deck
23	1	Driver's Cabin		4200 X 3000 X 3500	5000	44.10	No overstowing and must be shipped under deck
24	1 Bdl.	Platform Supports IR9425-272111 x1 IR9425-273111 x1 IR9425-277111 x1 IR9425-278111 x1 IR8340-280111x1 IR8340-281111x1 IR8340-283111x1		7000 X 600 X 900	650	3.78	

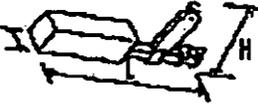
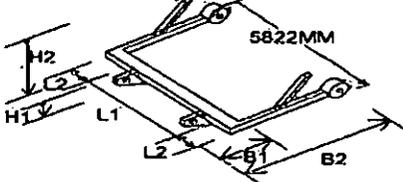
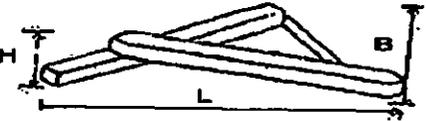
Paking List 5 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION	DRAWING	L	B	H	WEIGHT PER UNIT	CUBIC M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
25	1	A Frame - Back Tie IR9425-491000 See sketch O		39923	X 550	X 850	14000	18.66	
26	2	A Frame - Back Tie IR9425-492000		31246	X 550	X 1200	7500	20.62	
27		IR9425-493000		23854	X 500	X 1000	4250	11.93	
28 29	2	Portal Diagonals IR9425-360000 See sketch P		37700	X 900	X 1100	10000	37.32	
30 31	2	A Frame Tube IR9425-482000 IR9425-483000		18734 18734	X 1100 X 1100	X 1150 X 1100	5700 5500	23.70 22.67	
32 33 34 35	4	Boom Holding Arms IR8097-461111 IR8097-461211 IR9240-461311 IR8097-461411		13865	X 500	X 750	3500	5.20	
		14230		X 450	X 750	4200	4.80		
		1770		X 450	X 700	1200	0.56		
		16664		X 450	X 750	4500	5.62		
36 37	2	Carrier Bracings IR9425-478111		12540	X 600	X 600	1200	4.51	

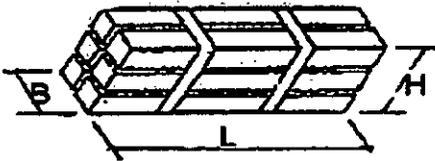
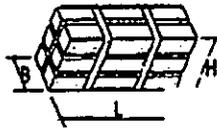
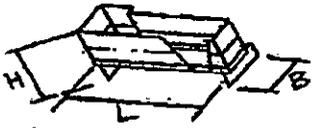
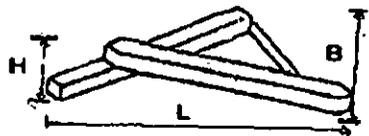
Paging List 6 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION	DRAWING	L x B x H	WEIGHT PER UNIT	CUBIC M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
38	1	20ft. Stores Container No. CBHU 374008 6 Containing Machine Parts Incl. Electric Critical Spare Parts		6100 X 2500 X 2650	11000	40.41	Must be shipped under deck
39	1	Pulley Frame IR9425-LF1-111 2 x Spreaders Direct		6100 X 2500 X 3500	4500	53.38	No overstowing and must be shipped under deck
40 41	2	Storm Anchor IR9425-161111		2300 X 1400 X 2300	2500	7.41	No overstowing and must be shipped under deck
42 43	2	Slave Trolleys IR8340-641000 IR8340-681000		6850 X 2000 X 2900 6850 X 2000 X 1800	2000 2000	39.73 24.66	No overstowing and must be shipped under deck

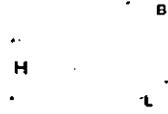
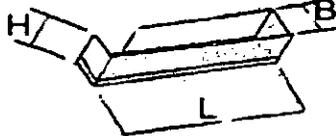
Paking List 7 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION	DRAWING	L x B x H	WEIGHT PER UNIT	CUBIC M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
44	1	Cable Reeling Drum		5250 X 1150 X 2680	1706	16.18	No over-stowing and must be shipped under deck
45	1	Cable Reeling Drive		2300 X 1200 X 2400	1374	6.62	
46	1	Alimak Lift Cabin		3980 X 1360 X 1480	1060	8.01	No over-stowing and must be shipped under deck
47 48 49	3	Alimak Lift Rails		2x1550 X 1230 X 730 1x1550 X 1060 X 730	580 525	1.39 1.20	
50	1	Alimak Lift Parts		2720 X 1340 X 620	460	2.26	
51	1	Box of Components		1800 X 800 X 1450	635	2.09	
52	1	Deflection Arm IR9425-260000		L1 4450 X B1 1100 X H1 1000 L2 2x686 X B2 4100 X H2 2100	2700	16.71	No over-stowing and must be shipped under deck
53	1	Derrick Hook IR9240-265000 c/w Support Pos 104		6700 X 1700 X 800	1200	9.11	
54	1	A Frame Support IR9425-390000		6100 X 3500 X 550	660	11.74	

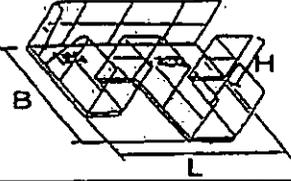
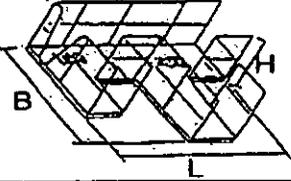
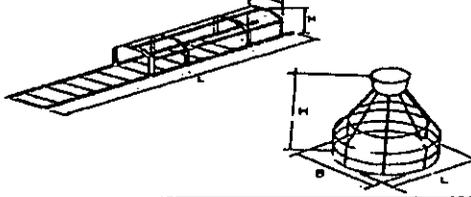
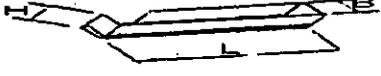
Paking List 8 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION	DRAWING	L x B x H	WEIGHT PER UNIT	CUBIC M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
55	1	T/m Maintenance Beam IR8229-212111		8400 X 400 X 400	300	1.34	
56	1 Bdl.	Machinery house supports IR8302-353111		3000 X 700 X 1000	950	2.10	
57	1 Bdl.	Support IR9425-271111		5450 5200 700	800	19.84	No over stowing and must be shipped under deck
58	4Bdls.	Hoist Overload Platforms IR8950-241111		1750 X 1200 X 750	1000	1.58	
59		IR8950-242111		2700 X 1900 X 1700	275	8.72	
60		IR8950-243111		2700 X 1900 X 1700	275	8.72	
61		IR8950-243211					
		IR8427-253811		2600 X 1500 X 2900	215	9.75	
62	2	Platform IR9302-213451		3970 X 1930 X 1300	340	9.96	
63		IR9302-213452		3970 X 1930 X 1300	370	9.96	
64	2	Platform IR9150-211451		2500 X 1300 X 1550	220	5.04	
65		IR8340-275100		4200 X 2900 X 1250	690	15.23	
66	5 Bdl.	Supports IR8229-382311x4		3900 X 2200 X 1600	900	13.73	
67		IR8229-382411x5		2300 X 2200 X 1600	625	8.10	
68		IR9425-382711		6900 X 2250 X 900	1300	13.87	
69		IR9425-382811		4500 X 1000 X 1600	530	7.20	
70		IR9425-382611		4100 X 2200 X 2100	970	18.84	

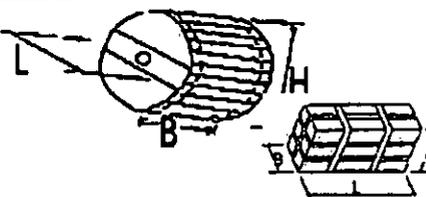
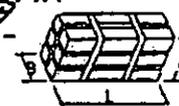
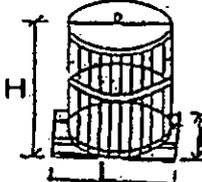
Paking List 9 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION		L x B x H	WEIGHT PER UNIT	CUBIC M. PER UNIT	MODE OF PACKAGING
71 72 73 74 75	5 Bdl.	Platforms IR7967-385300 x10		1900 X 1100 X 1500	210	3.14	
76	2	Platform IR9425-385100 PKIR8322-385600		2680 X 1300 X 2900	355	10.10	
77		IR9240-385200		2200 2100 1250	600	5.78	
78	2 Bdl.	Stairs IR9425-383700 IR8145-383300		1x3200 X 900 X 1100	350	3.17	
79		IR9425-383400 IR8269-383100		1x4700 X 900 X 1100	250	4.65	
80 81 82 83 84 85 86	7 Bdl.	IR7840-383200x13 IR9240-383200		7x4700 X 900 X 1100	380	4.65	
87	1	C.R.D. Support IR9240-384211		2100 X 800 X 750	560	1.26	
88	3	Platform IR9425-384100		3700 X 1000 X 1300	320	4.81	
89		IR8221-384400		2650 X 2100 X 2500	460	13.91	
90		IR9425-385400		5600 X 1500 X 1300	790	10.92	
91	3	Platform IR8285-385500 IR9425-385800		4000 X 1800 X 1250	470	9.00	
92		IR9425-385900		6400 X 2000 X 1250	525	16.00	
93		Platform IR9425-385710		5100 X 2000 X 1550	540	15.81	
94	2	IR9425-385720		6000 X 1050 X 1400	530	8.82	
95		IR9425-385730		3450 X 1600 X 1300	370	7.18	

Packing List 10 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION	DRAWING	L	B	H	WEIGHT PER UNIT	CUBIC M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
96	1 Bdl.	Door Frames & Lift Protection Guards IR7840-381511x2 IR8302-386111X4 IR9425-386121-31-41		4100	X 2350	X 900	830	8.67	
97	2	Platform IR9425-440100		6900	X 2700	X 2400	1100	44.71	
98		IR9425-440200		2400	X 2500	X 1250	290	7.50	
99	4	Platform IR9268-484200 P1 IR9268-484200P2 Pk IR9425-480450 x2 IR8285-484300 IR8193-484500		2750	X 1600	X 1750	310	7.70	
100				2750	X 2650	X 1750	410	12.75	
101				2550	X 2000	X 1750	240	8.93	
102				1800	X 1550	X 1750	180	4.88	
103	1	Ladders IR9425-440411		7300	X 850	X 1100	255	6.83	
104	3	Ladders IR8285-484611x3		5800	X 850	X 1100	200	5.42	
105									
106	1	Basket IR8285-900600		1700	x 1700	x 3300	600	9.54	
107									
108	2	Platform IR7855-667210 IR7855-667220		3500	X 1900	X 1250	350	8.31	
109				2900	X 1900	X 1250	300	6.89	

Packing List 11 de 12

MARKS	QTY	DESCRIPTION	DRAWING	L x B x H	WEIGHT PER UNIT	CUBIC M PER UNIT	MODE OF PACKAGING
110	1	Drum of Cable (High Tension Cable sent direct)		1650 X 1100 X 1650	555	2.99	No overstowing and must be shipped under deck
111	1	Box of Buffers		1x1400 X 1100 X 1700	400	2.62	
112	1	Pallet of Diverting Units		2000 X 2000 X 1450	357	5.80	
113 114 115 116 117 118	6dls.	Hoist Ropes and Derrick Ropes		4x1200 X 1200 X 1100 2x1200 X 1200 X 1100	1000 1000	1.58 1.58	No overstowing and must be shipped under deck
119 120 121 122 123 124	6	Boxes of Cable Box 1 Box 2 Box 3 Box 4 Box 5 Box 6		1500 X 1500 X 1500	420 300 1100 700 1050 1000	3.38 3.38 3.38 3.38 3.38 3.38	No overstowing and must be shipped under deck
				Total:	845157	5822	

FUENTE: Información suministrada por terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A.

Packing List 5 de 12

ANEXO Nº 2: TABLA DE CARGA DE LA GRÚA 683 HD.

**SENEBOGEN®**  
crane line

**683 HD**

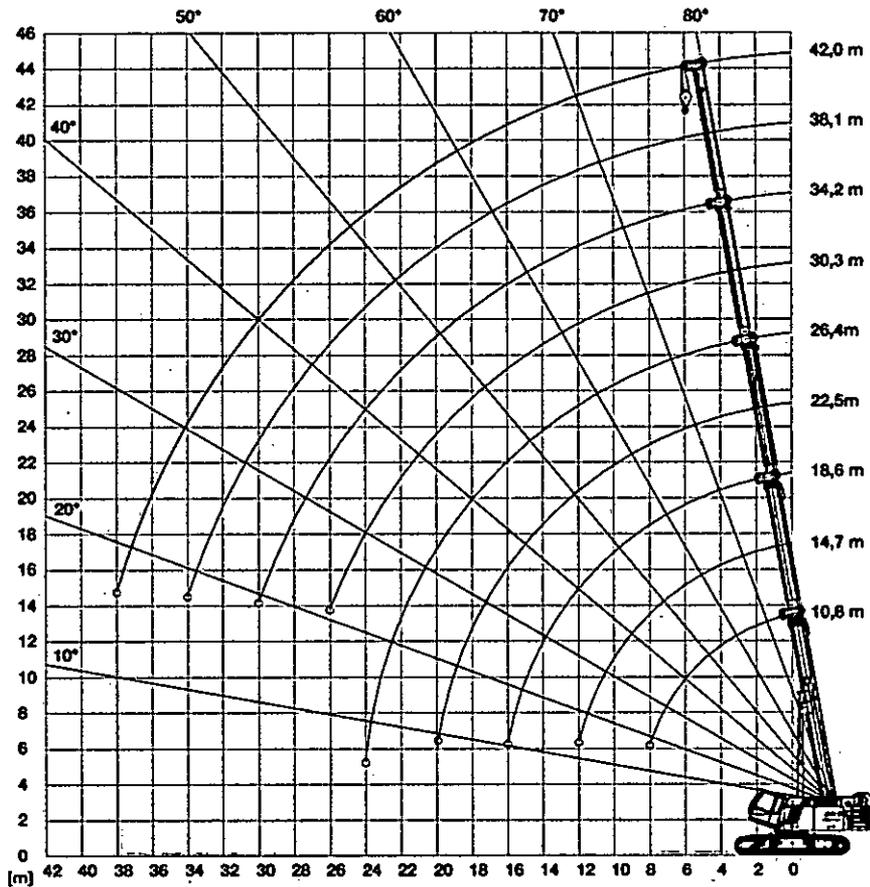
Kran-Traglasten mit Teleunterwagen  
crane load chart with extendable  
undercarriage

Gegengewicht 20,5 t  
Unterwagenballast 13 t

counterweight 20,5 t  
carbody counterweight 13 t

Ausladung radius (m)	Auslegerlänge / boom length (m)								
	10,8	14,7	18,8	22,5	26,4	30,3	34,2	38,1	42,0
2,5	80,0*								
3,0	72,5	50,0	40,0						
3,5	67,1	50,0	40,0						
4,0	62,4	50,0	40,0	31,5					
5,0	53,8	47,4	36,9	31,4	26,0				
6,0	40,4	37,6	32,9	28,6	24,6	19,0			
7,0	31,5	30,7	28,3	26,0	23,0	19,0	14,0		
8,0	25,6	24,8	23,9	22,7	21,3	18,9	14,0	12,0	9,5
9,0		20,7	20,2	19,6	18,8	17,8	14,0	12,0	9,5
10,0		17,5	17,1	17,0	16,4	16,1	14,0	12,0	9,5
11,0		15,1	14,7	14,9	14,4	14,3	13,8	12,0	9,5
12,0		13,1	12,7	12,9	12,8	12,7	12,6	11,8	9,5
13,0			11,1	11,3	11,4	11,4	11,3	11,3	9,5
14,0			9,7	9,9	10,0	10,2	10,2	10,3	9,5
15,0			8,5	8,7	8,8	9,2	9,2	9,4	9,4
16,0			7,5	7,7	7,8	8,2	8,4	8,6	8,7
17,0				6,9	7,0	7,3	7,6	7,8	8,0
18,0				6,1	6,2	6,6	6,9	7,2	7,3
19,0				5,4	5,5	5,9	6,2	6,6	6,7
20,0				4,8	4,9	5,3	5,6	6,0	6,2
21,0					4,4	4,8	5,0	5,4	5,7
22,0					3,9	4,3	4,5	4,9	5,3
23,0					3,5	3,8	4,1	4,5	4,8
24,0					3,1	3,4	3,7	4,1	4,4
25,0						3,1	3,3	3,7	4,0
26,0						2,7	3,0	3,4	3,7
27,0							2,7	3,1	3,4
28,0							2,4	2,8	3,1
29,0							2,1	2,5	2,8
30,0							1,9	2,3	2,6
32,0								1,8	2,1
34,0								1,4	1,7
36,0									1,4
38,0	Tab.-Nr.: 683R-75/1997/20.5/06.04 HA42								
Strangzahl / parts roeving	12	7	6	5	4	3	2	2	2
I	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
II	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%
III	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%
IV	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%
Traglastreduzierung reduction of load	1030kg	760kg	600kg	500kg	420kg	370kg	320kg	290kg	270kg

**Kranausrüstung (Teleskopausleger 42 m)**  
**crane equipment (telescopic boom 42 m)**



**Haken**  
**hooks**

Kapazität capacity	Gewicht weight	Seltensicherung und max. Traglast - no. of hoist reeving and max. rated load							
		8	7	6	5	4	3	2	1
10 t	200 kg								7.200 kg
20 t 1-rollig	325 kg						20.000 kg	14.400 kg	7.200 kg
50 t 3-rollig	675 kg		50.000 kg	43.200 kg	36.000 kg	28.800 kg	21.600 kg	14.400 kg	7.200 kg

FUENTE: Catalogo de Zenebogen 683 HD.

**ANEXO N° 3: SEÑALES RECOMENDADAS PARA IZAJE**



Fuente: Catalogo Liebherr Container Cranes LTD

## **8.2 Planos**

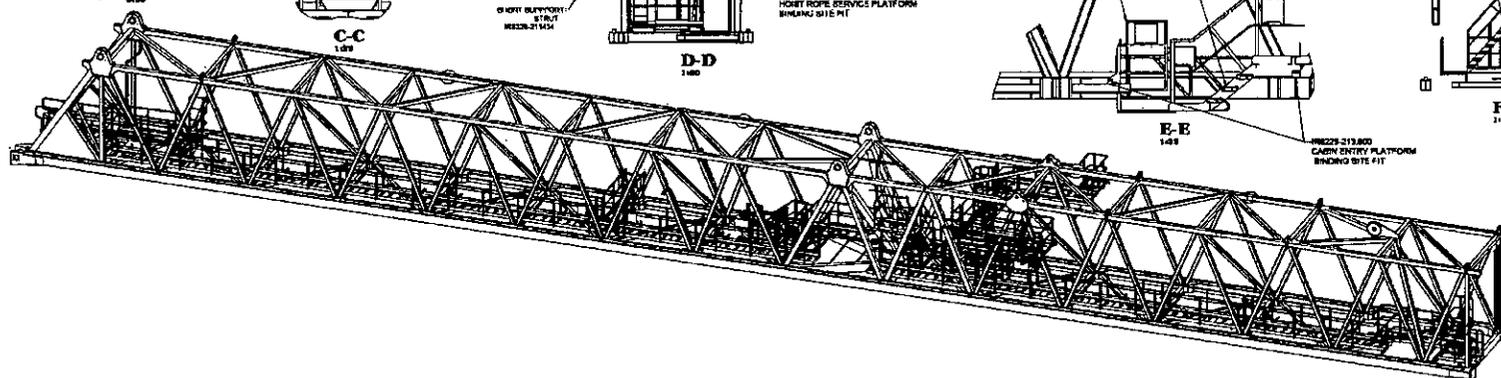
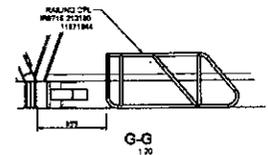
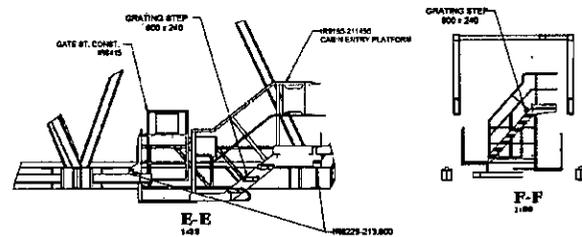
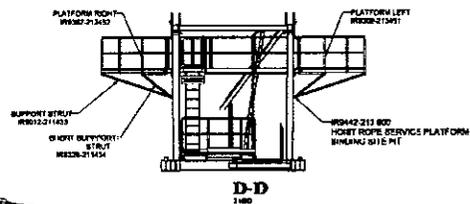
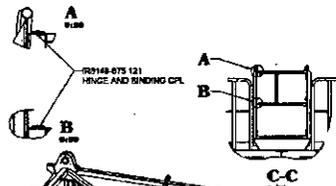
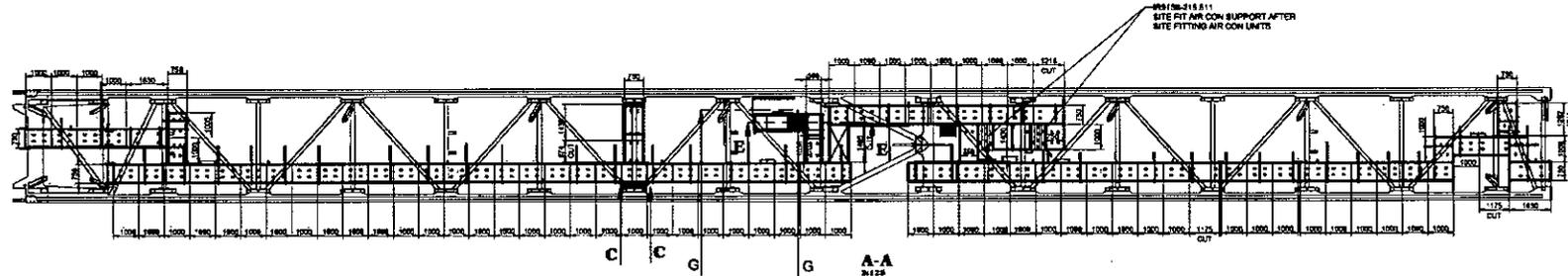
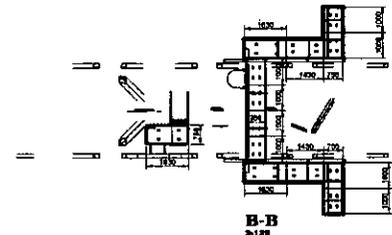
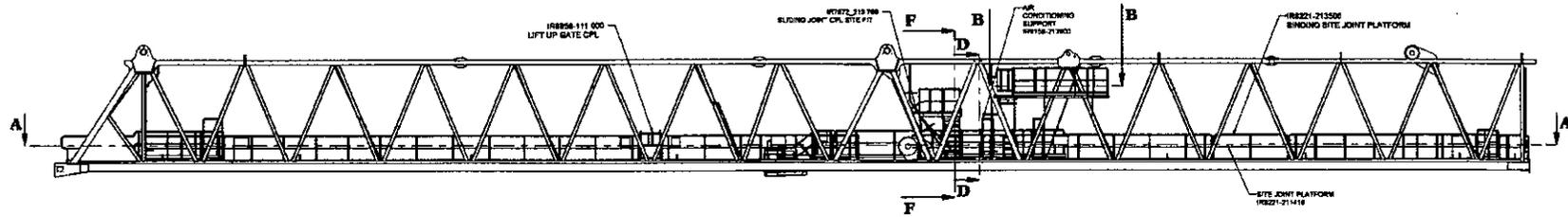
### **PLANO Nº 1: PLANO GENERAL DE LA GRÚA PORTUARIA SÚPER POST PANAMAX**



**PLANO Nº 2: UNIDAD DE TRASLACIÓN**



**PLANO N° 3: ENSAMBLE DE LOS COMPONENTES DE LA  
PLUMA PRINCIPAL**



NO.	DATE	ISSUED	BY	11002136
11				
MAN BEAM ASSEMBLY ITEM				1R225-213000