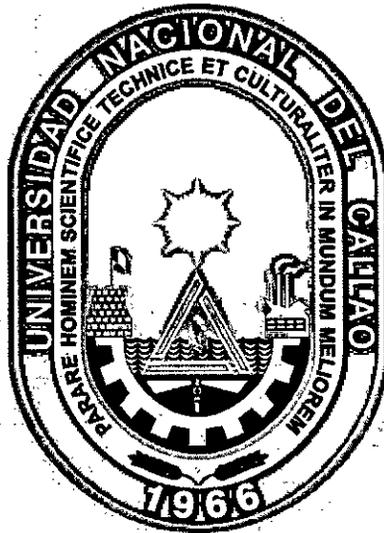


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“DESMONTAJE Y MONTAJE DE  
INTERCAMBIADORES DE CALOR CON PESOS  
MAYORES A 60 TM PARA LA PLANTA DE ÁCIDO  
EN LA REFINERÍA DE ZINC DE CAJAMARQUILLA-  
2007”**

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

**EDGARDO SALAS OPPE**

**Callao, Mayo 2018.**

**PERÚ**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres: Valentín y Teresa, por todo el amor y el apoyo que me brindaron en diferentes aspectos de mi formación, para ser un profesional realizado.

A mi esposa Janet por su apoyo constante e incondicional, y mis hijos Claudia y Álvaro por ser motivo de todos mis esfuerzos.

A la memoria de mi Tía Vilma que está presente en todo los momentos de mi vida.

A la Universidad Nacional del Callao y la Facultad de Ingeniería Mecánica y Energía así como a las personas que buscan el desarrollo personal en base al estudio y esfuerzo.

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>I. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
1.1 Objetivo General.....	6
1.2 Objetivos Específicos .....	6
<b>II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN .....</b>	<b>7</b>
2.1 Visión y Misión.....	7
2.1.1 Visión.....	7
2.1.2 Misión .....	7
2.2 HSEC - Política de Salud, Seguridad, Medioambiente y Comunidad .....	8
2.3 Política de la Calidad .....	10
2.4 Organigrama de la Empresa.....	11
2.5 Organigrama específico del Proyecto.....	12
2.6 Funciones del Ingeniero Jefe de Oficina Técnica .....	13
<b>III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....</b>	<b>15</b>
3.1 Minería y Metalurgia .....	15
3.2 Generación Y Transmisión Eléctrica.....	15
3.3 Pipelines .....	16
3.4 Plantas Industriales .....	16
3.5 Puertos .....	16
3.6 Tratamiento de Agua y Efluentes .....	16
3.7 Movimiento de Tierras .....	16
3.7.1 Construcción de caminos privados (accesos) .....	17
3.7.2 Construcción de plataformas industriales .....	17
3.7.3 Construcción de "PADS" de lixiviación .....	17
3.7.4 Construcción de presas de relave y aguas frescas .....	17
3.7.5 Construcción de piscinas de evaporación .....	18

<b>IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO .....</b>	<b>19</b>
4.1 Descripción del tema .....	19
4.2 Antecedentes.....	20
4.3 Planteamiento del Problema.....	21
4.4 Justificación .....	21
4.5 Marco Teórico.....	22
4.5.1 Marco normativo .....	22
4.5.2 Algunos conceptos relacionados al izaje .....	23
4.5.3 Montaje mediante izaje pesado .....	29
4.5.4 La Refinería de Cajamarquilla.....	55
4.5.4.1 Instalaciones de Procesamiento .....	56
4.5.4.2 Descripción de los principales procesos .....	57
4.5.3.3 Obtención del Ácido Sulfúrico.....	60
4.6 Fases del proyecto .....	62
4.6.1 Alcance del Trabajo y los aspectos técnicos correspondientes al Contrato de Construcción CC-008 "Parada de Planta", para el proyecto de Expansión 160K. .....	62
4.6.1.1 Alcance Específico de los Trabajos de Estructuras Metálicas.....	65
4.6.1.2 Alcance Específico de los Trabajos Mecánicos ..	66
4.6.2 Ingeniería de detalle .....	67
4.6.2.1 Área del proyecto.....	67
4.6.2.2 Análisis de cargas .....	71
4.6.3 Planificación.....	75
4.6.3.1 Plan de Ejecución de Rigging del desmontaje ...	75
4.6.3.2 Programa de desmontaje y montaje de los intercambiadores de calor .....	77
4.6.3.3 Personal.....	77
4.6.3.4 Equipos y accesorios .....	79

4.6.4 Procedimiento de desmontaje y montaje de intercambiadores de calor .....	80
4.6.4.1 Desmontaje de los intercambiadores de calor C 201 y_C 201A.....	81
4.6.4.2 Montaje de intercambiador de calor 7530H.....	86
4.6.4.3 Montaje de intercambiador de calor 7555H.....	90
4.6.4.4 Montaje de intercambiador de calor 7557H.....	93
4.6.5 Actividades de control.....	97
4.6.6 Ejecución de obra .....	98
4.6.6.1 Traslado de equipos.....	98
4.6.6.2 Montaje mecánico mediante izaje pesado .....	99
<b>V. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA.....</b>	<b>105</b>
5.1 Análisis estratégico .....	105
5.1.1 Análisis de precios unitarios de montaje y desmontaje.....	107
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>112</b>
7.1 Conclusiones.....	112
7.2 Recomendaciones.....	113
<b>VII. REFERENCIALES.....</b>	<b>114</b>
<b>VIII. ANEXOS Y PLANOS.....</b>	<b>117</b>

## INTRODUCCIÓN

A través de los tiempos históricos, el hombre por naturaleza siempre ha buscado realizar trabajos más grandes, más altos y en menor tiempo y costo; de ahí la creación y fabricación de nuevos dispositivos para la ejecución de los trabajos y la tendencia a pesos y dimensiones cada vez mayores.

El nivel actual de mecanización de los trabajos de montaje obliga al diseñador y al constructor, en particular, a tener conocimientos profundos, sólidos criterios de selección y experiencia en la organización de la maquinaria a emplear en los trabajos de montaje. Una máquina mal seleccionada para la realización del montaje puede echar por tierra todo el trabajo previo de diseño y concepción de la obra y perder todas las ventajas económicas presupuestas.

El presente informe denominado "DESMONTAJE Y MONTAJE DE INTERCAMBIADORES DE CALOR CON PESOS MAYORES A 60 TM PARA LA PLANTA DE ÁCIDO EN LA REFINERÍA DE ZINC DE CAJAMARQUILLA" tiene como objetivo principal desarrollar el desmontaje y montaje de Intercambiadores de Calor, cumpliendo con los requerimientos del Proyecto, en la cual tuve la oportunidad de participar como Ing. Jefe de Oficina Técnica.

El presente informe ha sido en base a la experiencia obtenida en el Proyecto y se ha dividido en los siguientes capítulos.

En el capítulo I se muestra los objetivos del presente informe.

En el capítulo II se expone la organización de la empresa SSK Ingeniería y Construcción SAC, así como la organización específica para el proyecto con el fin de dar conocer la función desempeñada en la ejecución del Proyecto.

En el capítulo III se da a conocer las actividades desarrolladas por la empresa SSK, con la finalidad de identificar el sector en el cual se desarrolla el presente informe.

En el capítulo IV se realiza una descripción del Proyecto respecto al izaje de intercambiadores de calor con pesos superiores a 60 Ton, identificando la problemática del trabajo. Del mismo modo dar a conocer las actividades de Pre-Parada y Parada para el cumplimiento de los hitos solicitados por el Cliente, además de la utilización de equipos de izaje de gran capacidad. La selección acertada de los equipos de izaje fue la clave para lograr cumplir con dichos hitos.

En el capítulo V se ha desarrollado la evaluación Técnica Económica del Proyecto, considerando los costos directos e indirectos así como el control del mismo para garantizar el margen proyectado en la etapa de elaboración del presupuesto.

Finalmente en el capítulo VI se expone las conclusiones y recomendaciones que dan a conocer la experiencia obtenida en montaje de equipos de gran envergadura y también para que pueda ser usada como guía de montaje en proyectos similares.

## **I. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo General**

Desarrollar el desmontaje y montaje de Intercambiadores de Calor en la Planta de Acido de la Refinería de Zinc de Cajamarquilla.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar el procedimiento de desmontaje y montaje cumpliendo con los estándares de Calidad y Seguridad del Proyecto.
- Seleccionar y verificar los equipos de levante y maniobras de acuerdo a los planos, procedimientos y diagramas.
- Establecer bases técnicas y experimentales para los estándares de ejecución de las actividades de izaje, maniobras y operación de grúas.
- Definir el proceso estándar de trabajo para asegurar que las actividades de izaje sean seguras en los proyectos de Montaje Electromecánico.

## II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

SSK Ingeniería y Construcción S.A.C., es una empresa dedicada a proporcionar servicios especializados en:

- ✓ Ingeniería, procura y construcción de proyectos para la Industria, Minería y Energía.
- ✓ Soluciones integrales para el mantenimiento y alquiler de equipos de izaje, y venta de repuestos.

SSK Ingeniería y Construcción SAC tiene amplia experiencia en proyectos de construcción y montaje en: minería y metalurgia, generación y transmisión de energía, plantas industriales, obras marítimas, entre otros. ([www.ssk.com.pe/es](http://www.ssk.com.pe/es))

### 2.1 Visión y Misión

#### 2.1.1 Visión

Ser la constructora de infraestructura industrial más eficiente del mercado, estableciendo asociaciones de transparencia y confianza a largo plazo con nuestros clientes. ([www.ssk.com.pe/es](http://www.ssk.com.pe/es))

#### 2.1.2 Misión

Brindar servicios industriales especializados, con excelencia en seguridad, calidad y productividad, contribuyendo al desarrollo sostenible de nuestra sociedad. ([www.ssk.com.pe/es](http://www.ssk.com.pe/es))

## **2.2 HSEC - Política de Salud, Seguridad, Medioambiente y**

### **Comunidad**

En SSK asumimos el compromiso de preservar la integridad física y la salud de nuestros trabajadores, mejorando la calidad de vida y, creando valor y beneficio para trabajadores, clientes, comunidad, accionistas y el País; contribuyendo al desarrollo sostenible de nuestra sociedad. Por lo tanto nos comprometemos a:

- ✓ Identificar peligros y condiciones, evaluar riesgos e impactos, e implementar los controles operacionales eficaces en el marco de la prevención de todo incidente que pudiera afectar a las personas que trabajan bajo nuestra responsabilidad o a su entorno de trabajo, asegurando la protección de nuestro medio, dentro del ámbito de los proyectos y servicios que prestamos.
- ✓ Cumplir con todos los requisitos legales y otros compromisos que SSK suscriba respecto a la seguridad, salud ocupacional, el ambiente y las comunidades.
- ✓ Implementar y mantener programas de capacitación y entrenamiento que contribuyan a mejorar las competencias de nuestros trabajadores, contratistas y proveedores, con el objetivo de elevar la motivación, participación y compromiso de nuestros trabajadores, proveedores y comunidad.

- ✓ Desarrollar proyectos y servicios respetando la cultura, tradiciones y costumbres de los lugares donde actuemos, en el marco de los principios, valores y pilares estratégicos establecidos por nuestra dirección.
- ✓ Implementar, desarrollar y cumplir con nuestras obligaciones en prevención de riesgos, alineadas con lo establecido en el Sistema Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo, con la consulta, información y entrenamiento de nuestros trabajadores y sus representantes, para dar cumplimiento a los objetivos y metas de la empresa
- ✓ Revisar permanentemente nuestro accionar como valiosa herramienta de mejora continua, verificando el resultado de nuestro desempeño, para asegurar un óptimo cumplimiento de nuestros objetivos.
- ✓ Los compromisos establecidos en la Política de Salud, Seguridad, Medioambiente y Comunidad de SSK, serán comunicados a todas las personas que trabajan bajo nuestra responsabilidad de modo que conformen parte integral de su desempeño laboral.  
*([www.ssk.com.pe/es](http://www.ssk.com.pe/es))*

### **2.3 Política de la Calidad**

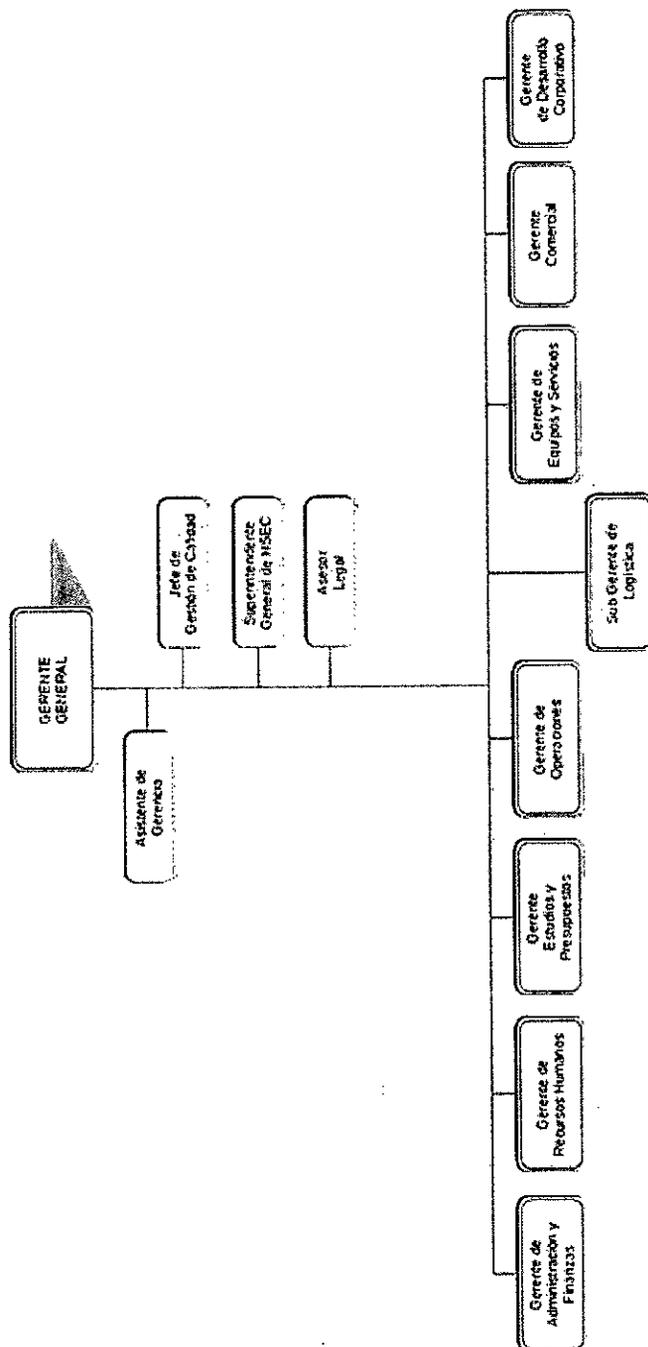
Con el propósito de brindar la más alta calidad en nuestros servicios, SSK Ingeniería y Construcción S.A.C. se compromete a:

- ✓ Mejorar continuamente los procesos de nuestro Sistema de Gestión de Calidad, con la meta de obtener resultados con el justo equilibrio entre eficacia y eficiencia.
- ✓ Hacer nuestro trabajo bien hecho a la primera, cumpliendo los requisitos aplicables y entregando nuestros servicios en los plazos establecidos.

Toda la organización está comprometida a incrementar la confianza de nuestros accionistas, clientes y de otras partes interesadas, trabajando con Calidad y cumpliendo los requisitos de la ISO 9001:2015. ([www.ssk.com.pe/es](http://www.ssk.com.pe/es))

## 2.4 Organigrama de la Empresa

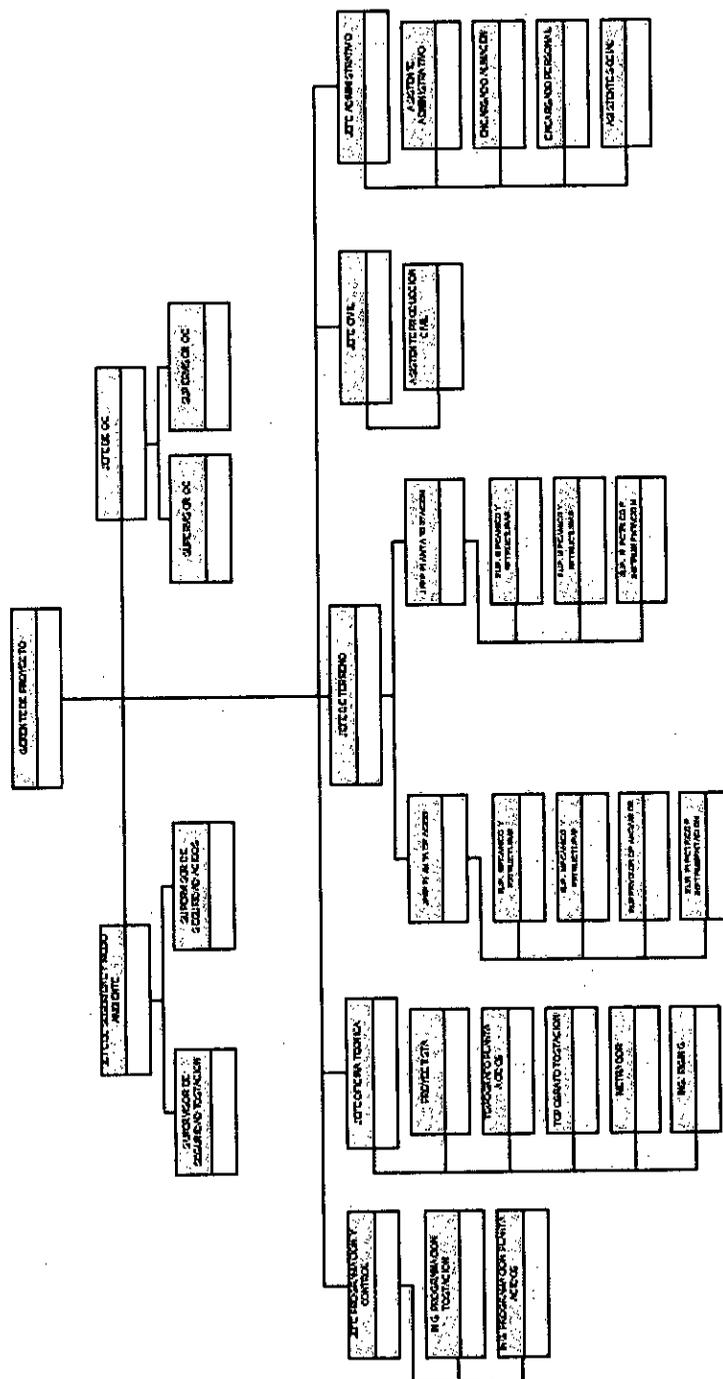
Figura N°1: Organigrama- SSK



Fuente: Departamento de RRHH-SSK Ingeniería y Construcción 2014

## 2.5 Organigrama específico del Proyecto

Figura N° 2: Organigrama- Proyecto



Fuente: Programa De Seguridad Y Salud "Parada De Planta"

Contrato CC-008 "VOTORANTIM METAIS – CAJAMARQUILLA S.A. – AMEC 2007

## **2.6 Funciones del Ingeniero Jefe de Oficina Técnica**

Será el responsable por el funcionamiento de la Oficina Técnica de la Obra.

Esta Oficina será el nexo técnico entre el cliente y el Contratista. Las principales actividades de la Oficina Técnica serán:

- ✓ Mantenimiento de los listados y copias actualizadas, de la última versión de planos y documentos emitidos por el cliente.
- ✓ Manejo y archivo de las consultas que SSK efectúe al cliente.
- ✓ Manejo de la documentación técnica y manuales de todos los equipos que se instalarán dentro del presente Contrato.
- ✓ Manejo de la información y trabajos de topografía.
- ✓ Generación y mantenimiento de un archivo actualizado de los procedimientos de trabajo.
- ✓ Archivo de los protocolos de construcción, de ensayos de Calidad e inspecciones emitidos; desde la construcción hasta el comisionamiento de la Obra, agrupados según disciplina y equipo o sistema relacionado.
- ✓ Registro, manejo de inventario y control de todos los materiales y equipos necesarios para ejecutar la Obra.
- ✓ Ejecución de la revisión de todos los listados de materiales emitidos por el cliente, esta revisión se desarrollará con base en las condiciones de avance del trabajo y considerando las condiciones físicas de la Obra.

- ✓ Ejecución permanente de un balance de materiales y equipos, entre lo requerido por las cubicaciones de la Oficina Técnica y el programa de montaje y lo registrado en los listados de materiales y equipos.
- ✓ Dar aviso al cliente, con la debida anticipación, de cualquier falta de materiales y equipos que se detecte de acuerdo a las actividades antes mencionadas.
- ✓ Manejo de la documentación Vendor (manuales y planos), estudio de dicha documentación y soporte a la construcción con la información Vendor.
- ✓ Registro de todos los Punch Lists emitidos, según sistema o área de la Planta.
- ✓ Generación y mantenimiento actualizado de la documentación "AS BUILT" (según construido), de acuerdo con lo definido más adelante.
- ✓ Generación y manejo de toda la documentación técnica necesaria para los paquetes o carpetas de traspaso de los equipos o sistemas al cliente.
- ✓ Diseño de las maniobras para el montaje de los equipos y los diseños que se requieran para la ejecución de los trabajos, así como todo soporte técnico que el proyecto requiera.

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

#### **3.1 Minería y Metalurgia**

SSK Ingeniería y Construcción S.A.C ha participado en los proyectos mineros más importantes del Perú: Cerro Verde, Toquepala, Toromocho, Lagunas Norte, El Brocal, Las Bambas y Constancia. El conocimiento y experiencia en el segmento minero se sustenta en las siguientes actividades:

- ✓ Plantas concentradoras (incluidos los procesos de chancado, molienda, flotación, concentrado y filtrado).
- ✓ Extracción por solventes y lixiviación.
- ✓ Plantas de cal completas.
- ✓ Sistemas de manejo de materiales mediante fajas transportadoras y zarandas.
- ✓ Sistemas de tuberías de acero carbono, acero inoxidable, HDPE, FGRP y PVC.
- ✓ Instalaciones eléctricas e instrumentación.

#### **3.2 Generación Y Transmisión Eléctrica**

Proyectos en el área de generación y transmisión eléctrica.

- ✓ Centrales Hidroeléctricas.
- ✓ Centrales Termoeléctricas.
- ✓ Líneas de Transmisión Eléctrica.
- ✓ Subestaciones Eléctricas.

### **3.3 Pipelines**

Proyectos de conducción de agua y lodos para la gran minería tales como Yanacocha, Cerro Verde y Toromocho.

### **3.4 Plantas Industriales**

Proyectos para plantas de producción de cemento, refinerías de petróleo, refinerías para procesos metalúrgicos, papeleras y otras.

### **3.5 Puertos**

Obra portuaria para embarque de concentrado de minerales para Cía. Minera Antamina, en la bahía de Punta Lobitos, Huarney.

Y actividades tales como:

- ✓ Montaje de grúas de carga para instalaciones portuarias.
- ✓ Construcción de muelles.
- ✓ Construcción y montajes de facilidades portuarias.
- ✓ Obras civiles.

### **3.6 Tratamiento de Agua y Efluentes**

Proyectos referidos al tratamiento de agua y efluentes, principalmente en complejos mineros con altos estándares de eficiencia en los procesos de tratamiento.

### **3.7 Movimiento de Tierras**

Proyectos desarrollados en diferentes sectores industriales, tales como: minería, metálica y no-metálica, energía, embalses e irrigación y petróleo, entre otras.

### **3.7.1 Construcción de caminos privados (accesos)**

Obras que involucran cortes en cerro, explanaciones, obras de arte, preparación y colocación de las diferentes capas que componen la estructura de un pavimento incluido el tratamiento superficial.

### **3.7.2 Construcción de plataformas industriales**

Construcción de todo tipo de plataformas orientadas a poner en marcha el giro de sus respectivas industrias tanto para proyectos nuevos como para ampliaciones de planta.

### **3.7.3 Construcción de "PADS" de lixiviación**

Construcción de PADS con el desarrollo de más de 8 millones de m<sup>2</sup> de plataforma para pilas de lixiviación con algunos proyectos que contemplaban de manera individual más de 2 millones de m<sup>2</sup> de construcción de plataforma. El servicio comprendía realizar todas las excavaciones, colocación de drenes para la canalización de aguas naturales y rellenos estructurales, así como la preparación, transporte y colocación de las capas impermeabilizantes, pipelines y geosintéticos correspondientes.

### **3.7.4 Construcción de presas de relave y aguas frescas**

La construcción de presas de relave, desde la selección y preparación de los diferentes tipos de material a ser considerados en la conformación del dique, así como la colocación en sus diferentes fases de construcción y protección de taludes.

### **3.7.5 Construcción de piscinas de evaporación**

SSK Ingeniería y Construcción S.A.C cuenta con la experiencia de haber construido más de 40 millones de m<sup>2</sup> de pozas de evaporación. (SSK. <http://www.ssk.com.pe/>)

Para mayor información de las obras ejecutadas por la empresa en los años 2005, 2006 y 2007 ver anexo 21.

## **IV. DESCRIPCION DETALLADA DEL PROYECTO**

### **4.1 Descripción del tema**

El presente documento describe el procedimiento de desmontaje y montaje mediante izaje pesado de intercambiadores de calor. El alcance del proyecto comprende la elaboración de plan, programa y el procedimiento de desmontaje y montaje cumpliendo con los estándares de Calidad y Seguridad del Proyecto, la selección de los equipos de levante y maniobras de acuerdo a los planos, procedimientos y diagramas, la provisión de la supervisión, mano de obra, servicios técnicos y profesionales, herramientas, equipos, instrumentos, transporte, materiales consumibles, almacenaje, control de calidad, instalaciones para el apoyo a la mano de obra y equipos en faena y todos los gastos que se requiera para la ejecución de las obras asociadas a la Parada de Planta a realizarse en la Planta de Ácido (Área 30) de la Refinería de Zinc de Cajamarquilla que está situada en las cercanías de la ciudad de Lima, a 9,5 kilómetros de la carretera Central.

Las actividades necesarias para desarrollar las obras incluyen, entre otras, a:

- Desmontaje de equipos
- Montaje de estructuras metálicas.
- Montaje de equipos mecánicos suministrados por el Propietario.

## **4.2 Antecedentes**

1. Alva (2015) desarrolla el tema de Montaje Mecánico en una Refinería de Petróleo en la ciudad de Lima. Limitándose al montaje conocido como "izaje pesado" (heavy lift) en el mundo de la construcción, trabajo realizado en el proyecto de ampliación de la refinería la pampilla en el Perú entre los años 2003 y 2004.
2. Huaylla (2014) describe el montaje de las estructuras metálicas de las naves industriales de la nueva planta de mantenimiento F.L. SMIDTH AREQUIPA teniendo en cuenta las actividades operacionales de producción en dicha planta empleando un plan de montaje de relevancia social y de aplicación práctica.
3. Armas. (2017) realiza la evaluación de la seguridad e impacto ambiental en la ejecución de obras de construcción civil y montaje electromecánica en el proyecto: "Mejora tecnológica en el transporte de mineral a la concentradora en Cuajone" de Southern Perú Copper Corporation, considerando la gestión de riesgos, IPERC, trabajos de alto riesgo en minería; como excavaciones y zanjas, trabajos en altura, izajes de Estructuras y los aspectos medio ambientales
4. Francia (2013) realiza una descripción de los aspectos técnicos y prácticos de la grúa torre utilizada en la construcción del gran teatro Nacional de Lima en el proyecto: "Mejoramiento del sistema de operación de dos grúas tipo torre en la construcción del Gran teatro Nacional de Lima"

### **4.3 Planteamiento del problema**

La Refinería de Zinc de Cajamarquilla, el 2006 contemplaba un plan de expansión para aumentar la capacidad de procesamiento desde 130.000 a 160.000 toneladas por año. El proyecto combinará el trabajo de las áreas de producción que se amplían así como las instalaciones nuevas de producción completas y afectará todas las áreas importantes de la producción incluyendo: Manejo de Concentrado, Tostación, Planta de Ácido, Lixiviación, Purificación, Enfriamiento de Solución Neutra, Cadmio, Electrólisis, Planta de Polvo de Zinc, Fundición y Moldeo y Planta General Servicios incluyendo Vapor, distribución Eléctrica, Agua y Combustibles.

Este proyecto de expansión comprende el desmontaje y montaje de equipos con pesos superiores a 60 Ton, por tanto **¿cómo se debe realizar el desmontaje y montaje de Intercambiadores de Calor con pesos superiores de 60 Ton en la Planta de Acido de la Refinería de Zinc de Cajamarquilla según las especificaciones del proyecto?**

### **4.4 Justificación**

Las razones por lo que se propone el proyecto son los siguientes:

- Se utiliza principios de ingeniería como la mecánica y la resistencia de materiales en el diseño y desarrollo del proyecto.

- Servirá de guía para futuros trabajos de desmontaje y montaje mediante izaje pesado cumpliendo con los estándares de Calidad y Seguridad del Proyecto.

## **4.5 Marco Teórico**

### **4.5.1 Marco normativo**

#### **NORMAS ASME - ANSI: Serie B30**

Esta serie de normas define criterios generales sobre actividades ligadas al manejo de cargas.

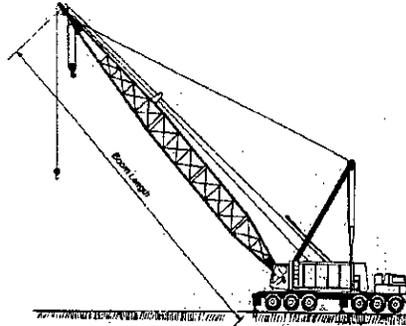
- B30.1 - 2004 – Gatos hidráulicos.
- B30.2 - 2001 – Grúas puente y de pórtico.
- B30.3 - 2004 – Grúas torres para Construcción.
- B30.4 - 2003 – Grúas de pórtico, de torre y de pilastras.
- B30.5 - 2007 – Grúas móviles y sobre vagón.
- B30.6 - 2003 – Grúas fijas.
- B30.7 - 2006 - Elevadores de tambor montados sobre base
- B30.8 - 2004 - Grúas giratorias y fijas flotantes.
- B30.9 - 2004 – Eslingas.
- B30.10 - 1999 – Ganchos.
- B30.11 - 2004 - Grúas monorriel y suspendidas.
- B30.12 - 2001 - Grúas giratorias de helicópteros.
- B30.13 - 2003 – Maquinas de almacenaje y otros equipos.
- B30.14 - 2004 – Tractores de carga lateral (Side Boom).

- B30.15 - 2004 – Grúas móviles hidráulicas.
- B30.16 - 2003 – Grúas puente de viga corrida inferior.
- B30.17 - 2003 – Grúas puente y pórtico (diferentes tipos).
- B30.18 - 2004 – Grúas apiladoras.
- B30.19 - 2000 – Funiculares.
- B30.20 - 2003 – Dispositivos de izamiento bajo los ganchos.
- B30.21 - 2005 – Polipastos de operación manuales.
- B30.22 - 2000 – Grúas de pluma articulada.
- B30.23 - 1998 – Sistemas para izamiento de personal.
- B30.24 - 1998 – Grúas para contenedores (en desarrollo).
- B30.25 - 2003 – Manejadores de materiales y desechos.
- B30.26 - 2004 – Herramientas de aparejamiento.
- B30.27 - 2004 – Sistemas de colocación de materiales.
- B30.28 - 2004 – Unidades de izamiento balanceado.

## **4.5.2 Algunos conceptos relacionados al izaje**

**4.5.2.1 Largo de Pluma:** Distancia medida entre el pasador del pivote en el talón de la pluma y el pasador de la polea en la punta de la pluma. La capacidad en la tabla de carga depende y varía según el largo de pluma y radio.

**Figura N°3 Largo de pluma**

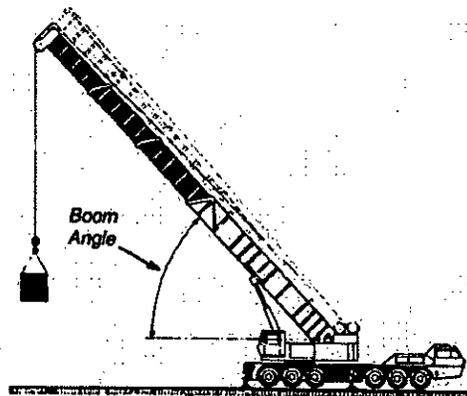


**Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores**

#### **4.5.2.2 Ángulo de Pluma:**

En plumas telescópicas es el ángulo entre la parte inferior (base) de la sección de la pluma y la horizontal bajo la pluma.

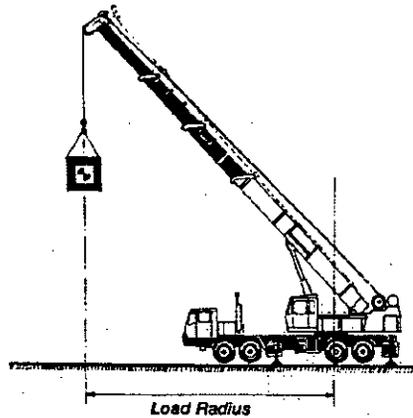
**Figura N°4 Largo de pluma**



**Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores**

**4.5.2.3 Radio de carga:** Es la distancia horizontal medida entre el centro de eje de rotación de la grúa y el eje vertical al centro de gancho de carga o al centro de gravedad de la carga.

**Figura N°5 Largo de pluma**



**Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores**

**4.5.2.4 Peso:** es la fuerza gravitacional de la masa de un objeto, o la solidez de éste. (*Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3*)

**4.5.2.5 Peso de la Carga Útil:** es el peso neto del objeto que será izado. El peso de la carga útil incluye el peso de la carga que será izada, más el peso de los coplamientos, soportes temporarios, etc. El peso de la carga útil no incluye el peso de los artículos de Rigging. (*Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3*)

**4.5.2.6 Peso Fijo:** Esto incluye, pero no se limita a todos los artículos de izaje que estén bajo la pluma (refiérase al ASME B30.20), equipos de rigging, eslingas, grilletes, línea de carga debajo del punto de bomba o descenso en la "línea de carga", pluma

principal, accesorios adicionales de izaje y brazo de grúa. *(Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3)*

**4.5.2.7 Peso Total de Izaje de carga:** Es la suma del Peso de Carga Útil y el Peso Fijo. *(Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3)*

**4.5.2.8 Capacidad Máxima de Carga:** La capacidad máxima de izaje o transporte de una máquina, está calificada en la especificación de la configuración y en las condiciones de operación, para la cual ha sido diseñada. Se deberían asesorar con los gráficos de capacidad de carga, las especificaciones del equipo, los datos y certificados de pruebas de carga del fabricante, para determinar la Evaluación de Capacidad de Carga de la máquina. *(Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3)*

**4.5.2.9 Plan de Ejecución de Rigging:** son documentos que contienen la información necesaria para ejecutar las operaciones de izaje de manera segura. La información requerida para el plan de rigging depende de la operación de arrastre o izaje, categoría del izaje (liviana, media, pesada o crítica) y el tipo de equipo que será arrastrado y/o izado. Estos planes pueden ser tan simples como un

bosquejo en papel gráfico, en cambio se solicitará un detalle del plano en CAD además de los cálculos y procedimientos para una operación compleja tal como instalar un generador dentro de un edificio. *(Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3)*

**4.5.2.10 Izaje:** es el traslado y descenso es el proceso de cambio de elevación y/o ubicación de una pieza de equipo, componentes de equipo, o materiales, utilizando Aparatos de Izaje. Para el propósito de este procedimiento, las operaciones de izaje son consideradas para la preparación y término de la construcción, levante y colocación de la carga que será izada. *(Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3)*

**4.5.2.11 Categorías de Izaje:** Es el orden de formular un rango de supervisión apropiado a los riesgos de cada operación de izaje, se han clasificado como "Liviano", "Medio", "Pesado" o "Crítico". Estas categorías son definiciones de BCOI. El Gerente de Sitio, el Supervisor de Rigging o el Ingeniero de Rigging pueden re-definir o re-clasificar cualquier izaje si se estima necesario para una categoría más rigurosa. Los motivos para esto, pueden incluir:

- Un Izaje que comprometa un riesgo potencial a la seguridad humana.
- Complejidad en la operación de Izaje.
- Consideración Operacional respecto a la administración de riesgo del Izaje.
- Factores Ambientales o consideraciones administrativas. *(Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3)*

#### **4.5.2.12 Categorías de Pesos**

- a. Izaje Liviano - cualquier izaje donde el peso de carga útil es 20 toneladas o menos.
- b. Izaje Medio - cualquier izaje donde el peso de carga útil es sobre 20 toneladas, pero menos de 50 toneladas.
- c. Izaje Pesado - cualquier izaje donde el peso de carga útil es de 50 o más toneladas. *(Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3)*

#### **4.5.2.13 Izaje Crítico:** Incluye, pero no está limitado a lo siguiente:

- a. Evaluación de Capacidad de Carga – cualquier izaje donde el Total de la Carga Levantada exceda el 90% de la capacidad de carga del artículo de izaje. Esto incluye la carga definida como liviana, media y pesada.

b. Izaje Tandem - izajes en los que dos o más grúas levantan simultáneamente la misma carga. Son considerados críticos cuando:

- Cualquier equipo de izaje requiere operar a no más del 75% de su capacidad de carga.
- Cualquiera de los equipos de izaje son requeridos para cambiar la ubicación (Transportando la carga por viaje o por tierra) durante la instalación u operación de Izaje de la carga.
- Existe un gran potencial para el transporte de carga entre los equipos de izaje, lo que causa que se exceda del 75% de su capacidad de carga.

c. Izajes utilizando Equipo Especializado

Los izajes que requieran poste grúa, sistemas de "mast -Lifting", "strand jacks", sistema de grúa hidráulica telescópica o similar "alternativo o especializado" máquina o sistema de izaje (*Bechtel Chile LTDA. (2007) Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging. Rev. 3)*)

#### **4.5.3 Montaje mediante izaje pesado**

Es el montaje donde el peso de carga útil es de 50 o más toneladas.

A continuación describiremos los elementos que intervienen en el proceso de izaje:

#### 4.5.3.1 Grúa

a. **Concepto:** es una máquina para elevar o mover cargas en el espacio suspendidas de un gancho a través de accesorios de carga y suspensión.

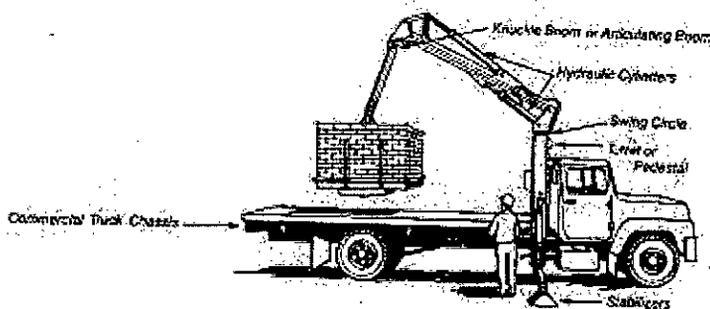
b. **Tipos de grúa.-** Dentro de la amplia categoría de grúas móviles se definen los siguientes tipos:

1. **Pluma sobre camión:** Estas son montadas sobre chasis no diseñados únicamente para el servicio de grúa. Ellos son montados sobre los bastidores de camiones comerciales que sobre todo han sido reforzados para aceptar la grúa.

Este tipo básico son dos configuraciones comunes:

- **Pluma articulada:** La pluma se dobla debido a la presión hidráulica y puede tener o no tambor y cable.

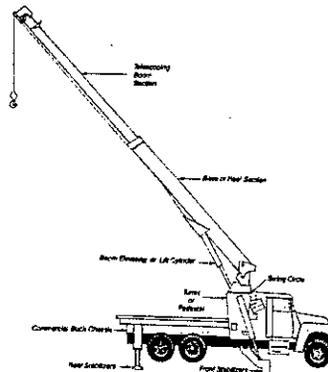
**Figura N°6 Pluma articulada**



**Fuente: SSK Capacitación Riggers y Operadores**

- **Pluma Telescópica:** secciones de pluma son por lo general telescopiadas en forma manual o hidráulica

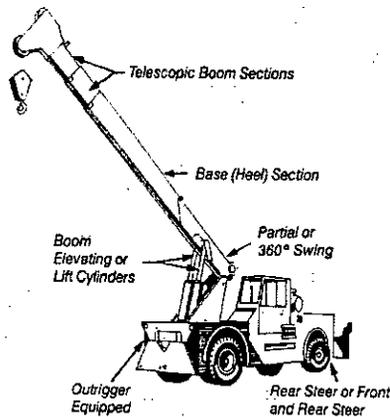
**Figura N°7 Pluma telescópica**



**Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores**

- 2. Grúas industriales:** son principalmente destinadas a la operación industrial y trabajan en los lugares donde las superficies son significativamente mejores que la mayoría de las obras de construcción.

**Figura N°8 Grúas industriales**

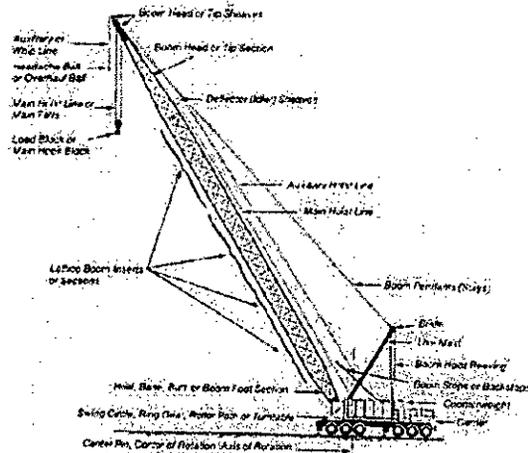


**Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores**

- 3. Grúa Pluma reticulada sobre neumáticos con outriggers**

El chasis está especialmente diseñado para el servicio de grúa y de cargas pesadas.

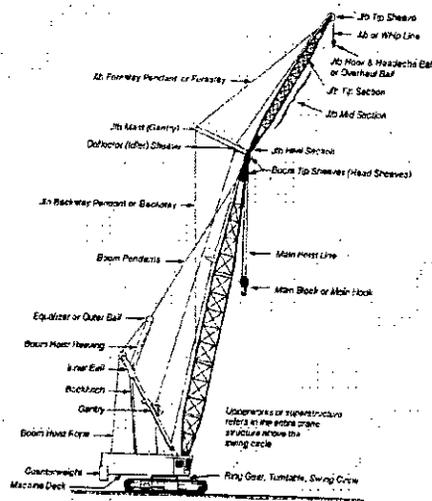
**Figura N°9 Grúa pluma reticulada sobre neumáticos con outriggers**



Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores

**4. Grúa Pluma reticulada sobre orugas. Se distingue de 3 solo por la base.**

**Figura N°10 Grúa Pluma reticulada sobre orugas**

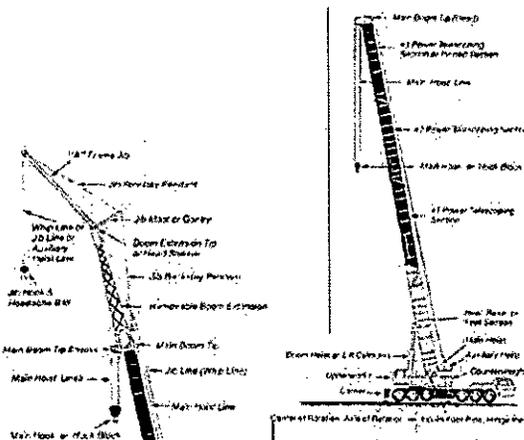


Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores

## 5. Grúa pluma telescópica sobre neumáticos con outriggers

Estas máquinas son también montadas en chasis especialmente diseñados. Son equipadas por una variedad de plumín y extensiones de pluma.

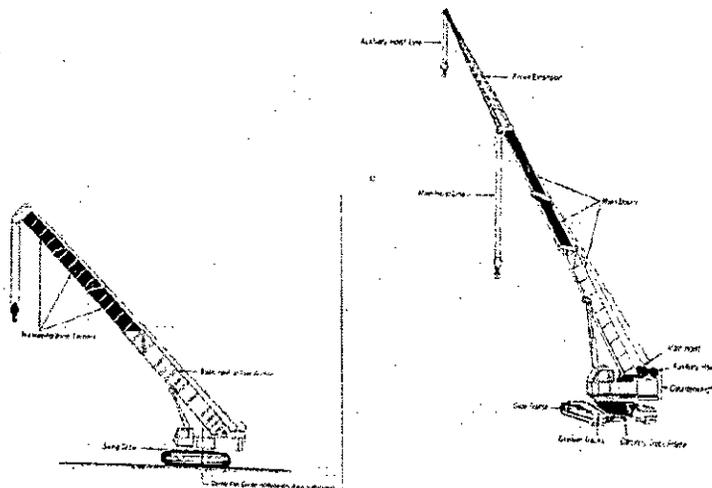
Figura N°11 Grúa Pluma telescópica sobre neumáticos con outriggers



Fuente: SSK Capacitación Riggers y Operadores

6. Grúa Pluma Telescópica sobre orugas. La parte superior es idéntico a 5. La base y el método usado para la relación de carga cambian.

Figura N°12 Grúa Pluma telescópica sobre orugas

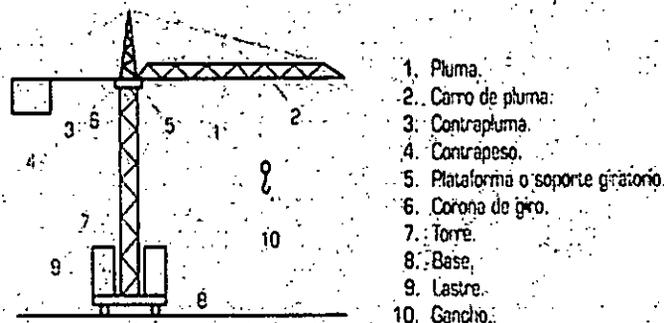


Fuente: SSK Capacitación Riggers y Operadores



9. **Grúas torre** Las grúas torre son aparatos de elevación de funcionamiento discontinuo, destinado a elevar y distribuir las cargas mediante un gancho suspendido de un cable, desplazándose por un carro a lo largo de una pluma.

Figura N° 15 Grúas torre



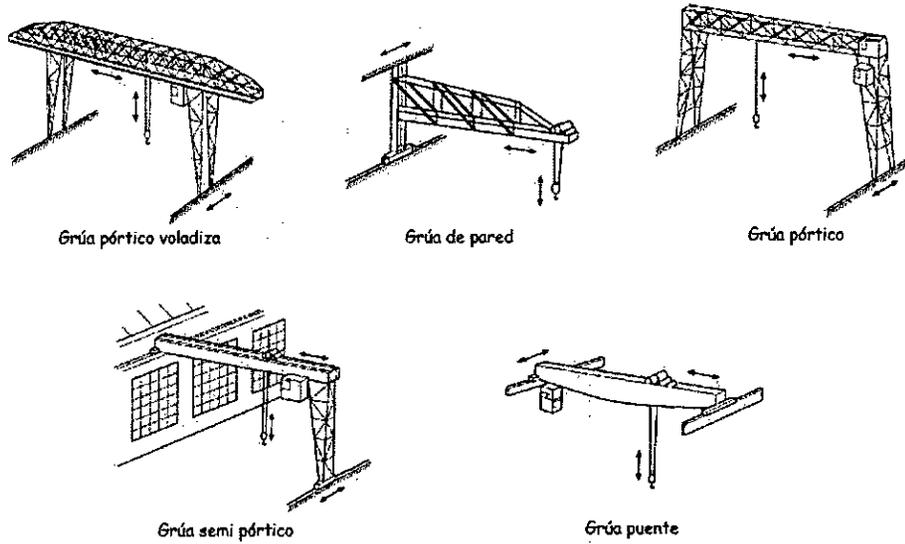
Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores

10. **Grúas puente:** son máquinas utilizadas para la elevación y transporte de materiales, generalmente en procesos de almacenamiento o curso de fabricación.

La máquina propiamente tal está compuesta por una doble estructura (puentes) rematada en dos testeros (vigas testeras) dotadas de ruedas con doble pestaña para su encarrilamiento sobre rieles guía. Las vigas testeras soportan a su vez un carro automotor con un polipasto.

11. **Grúas pórtico:** tiene un mecanismo similar a los de puente grúa pero soportado sobre montantes por lo general con ruedas en sus bases, lo que permite su desplazamiento. Tiene aplicación en la construcción naval.

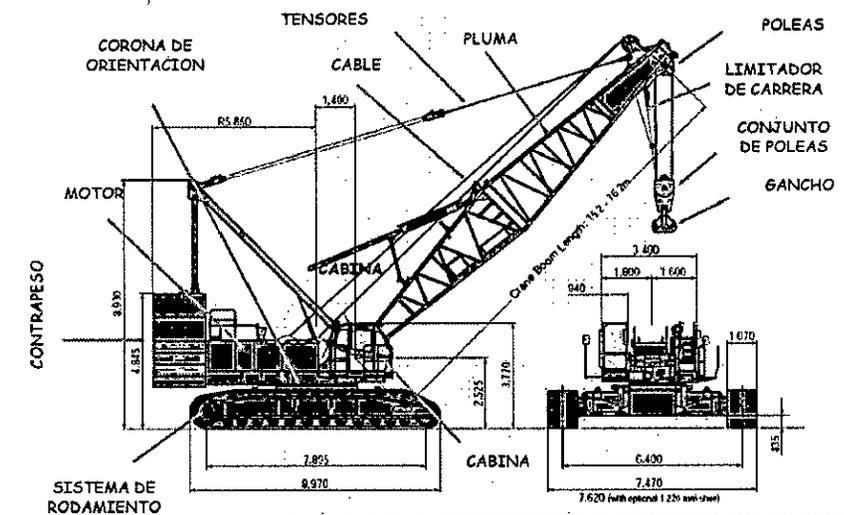
Figura N° 16 Grúas puente y pórtico



Fuente: SGS. Normas aplicables a maquinaria pesada, equipos y accesorios de izaje. S.F.

c. Componentes de grúas móviles:

Figura N° 17 Componentes de grúas móviles



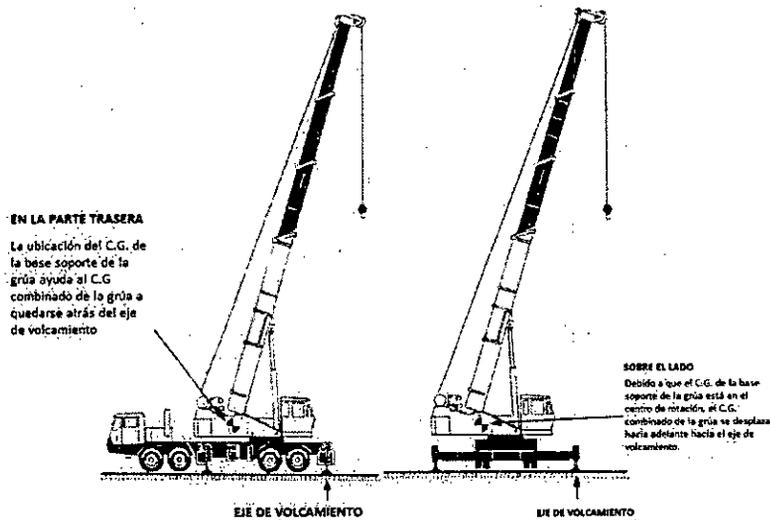
Fuente: SGS. Normas aplicables a maquinaria pesada, equipos y accesorios de izaje. S.F.

**d. Principio de operación de las grúas:**

**- Centro de gravedad (C.G) en grúas**

La localización del centro de gravedad de una grúa móvil dependerá del peso y del lugar de los componentes más pesados.

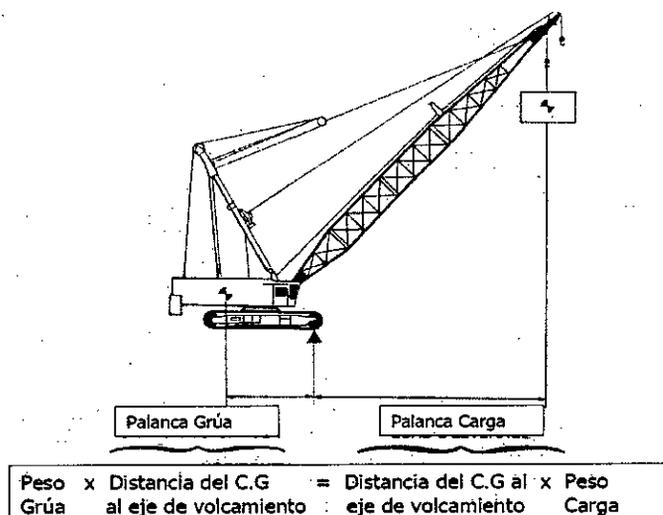
**Figura N°18 Centro de gravedad en grúas**



**Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores**

**- Principio de la "Palanca" aplicado a grúas**

**Figura N°19 Principio de la palanca aplicado a la grúa**

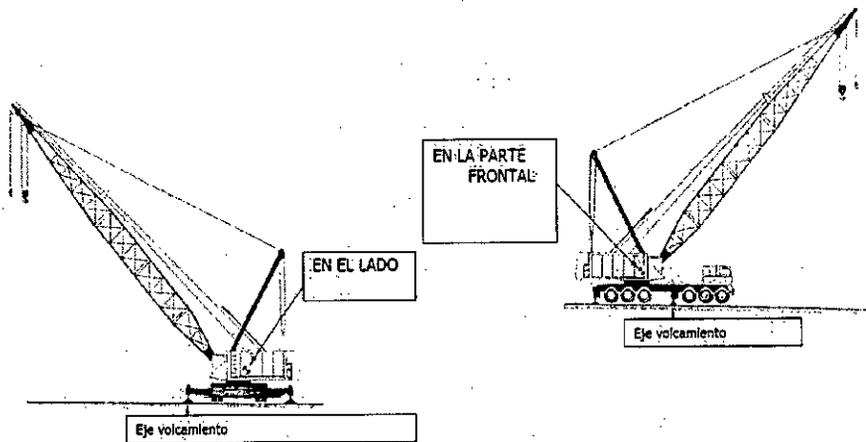


**Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores**

- **Cambios de localización del C.G durante la rotación del upperworks**

Debido a la rotación de la parte superior de la grúa, la localización del C.G de la grúa cambia, esto implica que la distancia del C.G al eje de volcamiento también cambia.

**Figura N° 20 Cambios de localización del C.G durante la rotación del upperworks**

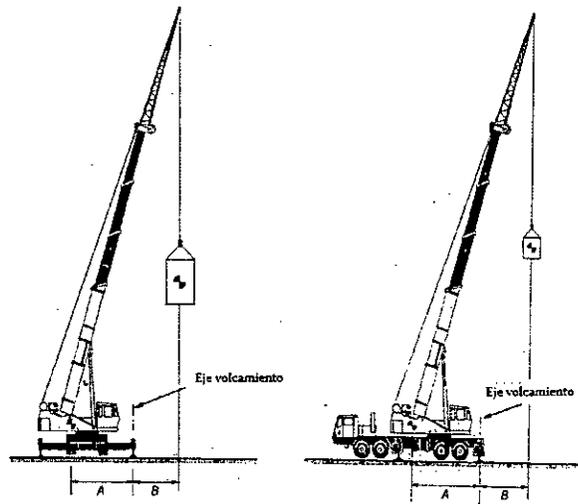


Fuente: SSK Capacitación Riggers y Operadores

- **Palanca y estabilidad**

Una grúa móvil es estable cuando la palanca sobre la carga es mayor que la palanca sobre la grúa. Pero para levantar la carga, la palanca de la grúa debe ser mucho mayor que el de la carga.

**Figura 21. Palanca y estabilidad**



Estable cuando  $(\text{Peso grúa} \times A) > (\text{peso carga} \times B)$

**Fuente: SSK Capacitacion Riggers y Operadores**

#### **e. Tabla de cargas**

Las tablas de carga (Load Charts) de las grúas móviles especifican la capacidad nominal (máxima) para una determinada configuración.

Además especifican las limitaciones operacionales de la máquina y las condiciones necesarias para una operación segura.

En la tabla N°1 se indican:

1. Radio de carga.
2. Área de estabilidad.
3. Área de resistencia estructural.
4. Carga nominal.

Tabla N°1 Tabla de cargas

1 RADIO DE CARGA EN METRO	3 LONGITUD DE PLUMA - SEC. MANUAL RETRAIDA						SECCIÓN MANUAL EXTENDIDA	
	8.23 M		13.72 M		19.20 M		24.2 M	
	Ángulo de pluma	4 CARGA Kg	Ángulo de pluma	CARGA Kg	Ángulo de pluma	CARGA Kg	Ángulo de pluma	CARGA Kg
3.05	58	18000	72	14050			VER ADVERTENCIA 4	
3.60	54	14950	70	13950				
4.00	49	13450	68	12800				
5.00	39	1100	63	10950	73	9450		
6.00	23	9200	59	9200	69	8250		
7.00	2		53	7400	66	7000		
8.00			47	5750	63	5750	70	5650
9.00			41	4500	59	4500	67	5050
10.00			33	3650	55	3650	65	4300
12.00					47	2850	59	3050
14.00					37	1850	53	2200
16.00					25	1300	48	1650
18.00	PRECAUCIÓN: para longitud de pluma de 8.23 m los cilindros telescópicos deberán ser retraídos por completo.		ADVERTENCIA: no exceda el radio para la carga indicada.				39	1250
20.00							29	950
22.00							15	650
24.00								
26.00								
27.00								

Fuente: Requerimientos Internacionales para Izamiento seguro de cargas.

SOITSHA INTERNATIONAL, S.A.

Como regla general recuerde:

- Nunca utilice la grúa al 100 % de la capacidad indicada en las tablas de la grúa.
- Está prohibido realizar interpolaciones o extrapolaciones en los valores que aparecen en las tablas de carga.
- Use sólo las tablas de carga originales entregadas por el fabricante

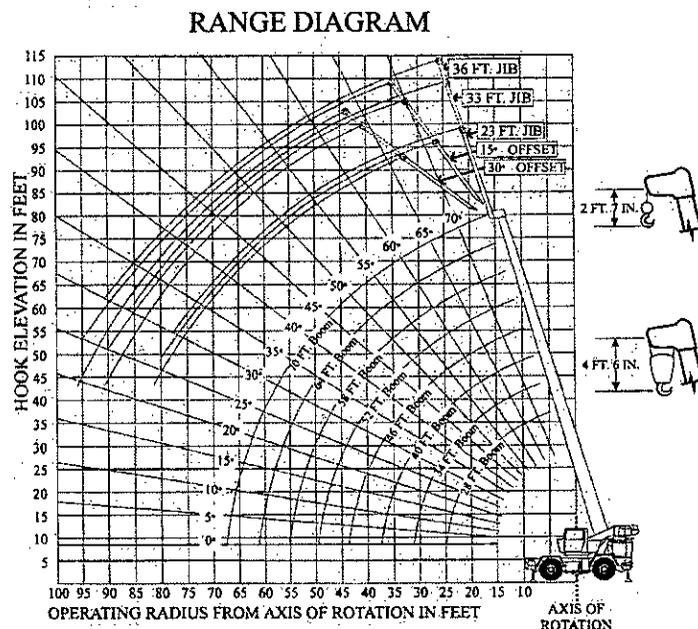
#### f. Grafica de configuraciones:

Como información adicional a las Tablas de Carga, algunos fabricantes entregan un gráfico que muestra las posibles configuraciones de la grúa.

Este gráfico tiene por objeto:

- 1) Establecer la mejor configuración de la grúa para la maniobra en particular.
- 2) A partir del punto anterior, se pueden obtener otros datos no tabulados como: Radios v/s largo de pluma, Radio v/s Ángulo de la pluma, etc.
- 3) Se puede establecer que distancia existe entre la Punta de la pluma y el Gancho.

Figura N° 23 Diagrama de carga



Fuente: SGS. Normas aplicables a maquinaria pesada, equipos y accesorios de izaje. S.F.

### **g. Determinación % Utilización de una grúa**

Procedimiento:

- 1) Determinar el Peso a levantar, fabricante o Ingeniería de campo
- 2) Determinar el peso de los elementos de rigging: estrobos, grilletes, etc.
- 3) Determinar las líneas de carga necesarias para el levante.
- 4) Determinar el radio de carga, largo de la pluma y el ángulo de la pluma.
- 5) Seleccionar la Tabla de Carga para la configuración de la grúa.
- 6) Obtener la Capacidad Nominal de la Tabla, según largo de pluma y radio
- 7) Calcular la Carga Bruta (Carga Neta + Reducibles)
- 8) Comparar la Carga Bruta con la Capacidad Nominal de la grúa y obtener %

### **h. Capacidad Bruta en Jib sobre Pluma Telescópica**

La obtención de la Capacidad Bruta en elementos auxiliares como Jib y Extensiones de la Pluma, se realiza combinando algunos factores como: Ángulo del Jib (Offset u Horizontal), Radio de Carga, Largo de la Pluma Principal, Ángulo de la Pluma Principal.

- Por Offset del Jib

Tabla N°2

MAXIMUM JIB (29°W x 28°D) RATINGS FOR LIFTING CRANE SERVICE - LBS.					
ONE INCH DIA. P&M TYPE 26 WIRE ROPE					
* USE TWO PARTS OF LINE LOADS ABOVE 25,000 LBS					
OFFSET ANGLE JIB TO BOOM UNDER FULL LOAD	20 FT. JIB	30 FT. JIB	40 FT. JIB	50 FT. JIB	60 FT. JIB
10°	30,000*	20,000	18,000	13,000	10,700
20°	25,000	18,000	14,500	11,600	9,800
30° MAX.	23,000	17,000	13,500	11,000	9,300

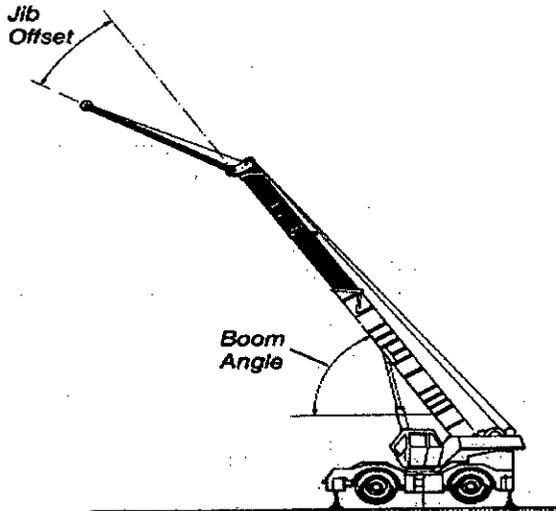
Courtesy Harnischfeger Corp.

- Por Offset del Jib + Ángulo de la Pluma

Figura N°24

20 ft. JIB 29 ft. - 92 ft. Boom		
MIN. BOOM ANGLE	NO. OFFSET	MAX. (26°) OFFSET
75	4,000	1,800
70	3,750	1,700
65	3,500	1,550
60	3,250	1,475
55	3,000	1,350
50	2,750	1,250
45	2,500	1,150
40	2,250	1,000
35	2,000	900
30	1,750	800
26	1,500	675

Courtesy Grove Manufacturing Co.



- Por Offset del Jib + Largo de Pluma + Radio de Carga

Tabla N°3

		20 DEGREE JIB OFFSET ANGLE						
		CAPACITIES IN POUNDS						
		BOOM LENGTH - FEET						
30 FOOT JIB	JIB POINT RADIUS - FEET	100	110	120	130	140	150	160
	45°	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
	50°	38,300	38,000	37,700	37,500	37,300	37,000	36,700
	55°	33,700	33,400	33,100	32,800	32,500	32,300	32,000
	60°	29,900	29,600	29,300	29,000	28,800	28,500	28,200
	65°	26,800	26,500	26,200	26,000	25,800	25,600	25,400
	70°	24,200	23,900	23,600	23,500	23,300	23,100	22,900
	75°	21,900	21,600	21,300	21,100	20,900	20,700	20,500
	80°	20,000	19,700	19,300	19,100	18,900	18,600	18,200
	85°	18,300	18,000	17,600	17,400	17,100	16,700	16,400
90°	16,800	16,500	16,100	15,900	15,600	15,200	14,900	
95°	15,500	15,200	14,800	14,500	14,200	13,800	13,600	
100°		14,000	13,600	13,400	13,100	12,700	12,400	
110				11,300	11,000	10,700	10,400	
120					9,400	9,000	8,700	
130							7,300	
140								

Courtesy The Manitowoc Co.

- Por Ángulo del Jib respecto a la Horizontal

Tabla N° 4

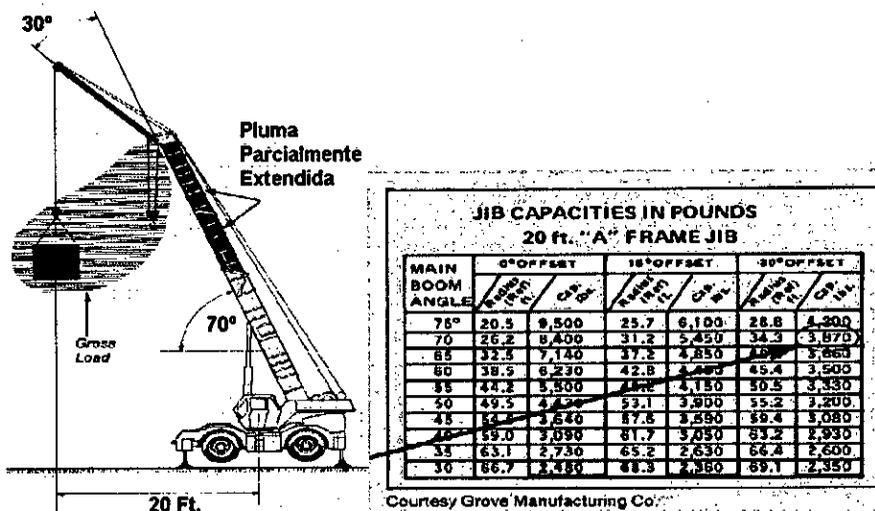
Jib Angle to Ground	Jib Lengths			
	30' (9.14 m)		40' (12.19 m)	
	Pounds	Kilograms	Pounds	Kilograms
80°	30,000	13,608	26,000	11,794
65°	26,000	11,794	22,000	9,979
50°	22,000	9,979	16,700	7,575
35°	16,000	7,258	12,000	5,443
20°	15,000	6,804	10,300	4,672

Fuente: The Manitowoc Co.

### i. Capacidad del Jib usando una Tabla de Carga

Este método integra en una sola Tabla de Carga, las limitaciones estructurales del Jib y los límites de estabilidad de la grúa.

Figura N° 25



### j. Condiciones Fundamentales previas al izaje

#### 1. Preparación del sitio de trabajo

Camino de acceso libres.

Espacio suficiente para construir y extender la pluma.

Radio máximo, carga máxima y altura máxima.

Cierre perimetral

Clareo necesario a líneas eléctricas.

## 2. Preparación e inspección de la grúa

La grúa debe estar completamente inspeccionada siguiendo las especificaciones del fabricante que figuran en el manual del servicio.

## 3. Terreno estable

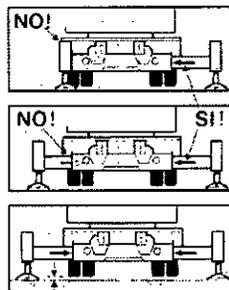
El terreno donde se encuentra la grúa debe estar nivelado, compactado y estable suficientemente para soportar el peso de la grúa y su carga sin colapso o hundimiento.

Si el terreno es sobre todo blando se utilizará una base especial (mats) especialmente fabricado para la grúa.

## 4. Uso de estabilizadores

Si la grúa está equipada con estabilizadores, es recomendable que ellos sean usados en cada izamiento, indiferentemente del peso de la carga:

Figura N° 26 Uso de estabilizadores



Fuente: SGS. Normas aplicables a maquinaria pesada, equipos y accesorios de izaje. S.F.

- Estabilizadores retraídos 3 pulgadas 11% de pérdida de capacidad.
- Estabilizadores retraídos 1 pie 44% de pérdida de capacidad.

## 5. Nivelación de la grúa

La variación unos pocos grados en la inclinación de la grúa hace que se pierdan considerables márgenes en las capacidades.

**Tabla N°5 Perdida por desnivel**

Longitud de la Pluma y Radio de Carga	Pérdida de Capacidad Neta por Desnivel		
	1°	2°	3°
Pluma corta Radio mínimo	10%	20%	30%
Pluma corta Radio máximo	8%	15%	20%
Pluma larga Radio mínimo	30%	41%	50%
Pluma larga Radio máximo	5%	10%	15%

**Fuente: SGS. Normas aplicables a maquinaria pesada, equipos y accesorios de izaje. S.F.**

## 6. Chequeo de pesos de cargas a izar, elementos de rigging y ganchos de la grúa

- Chequeo y confirmación del peso real de la carga a izar, mediante tareo previo.
- Chequeo de los elementos de Rigging apropiados para el izaje, a partir de las tablas del catálogo del fabricante y de acuerdo al peso de la carga a izar en el montaje.
- Chequear el peso real de los elementos de Rigging.

### k. Velocidad de viento

En casi todos los casos, cuando la velocidad de viento excede los 48 Km/hr, se debe detener la operación. El viento afecta tanto la grúa

como la carga, reduciendo la capacidad normal de la grúa. Nunca realice una maniobra con el 100 % de capacidad si existe viento. Use mucha discreción incluso cuando el izaje sea en condiciones de viento moderadas de 32 Km/hr.

#### **I. Señales Manuales para Grúas Móviles**

Las señales manuales del operador para la operación segura de una grúa deberán ser como lo dictan las normas establecidas, a menos que otro medio de comunicación sea utilizado. En el anexo N° 12 se indica el Código de Señales Oficiales para grúas.

#### **4.5.3.2 Accesorios de elevación**

Los accesorios de elevación vienen definidos por dos coeficientes:

##### **Coficiente de seguridad**

Relación entre carga que garantiza el fabricante y la carga máxima de utilización.

##### **Coficiente de prueba**

Relación entre carga utilizada para realizar pruebas y la carga máxima de utilización.

A continuación describiremos algunos accesorios de izaje:

#### **1. Cuerdas**

Están constituidas por varios cordones de fibra textil, trenzados o torcidos.

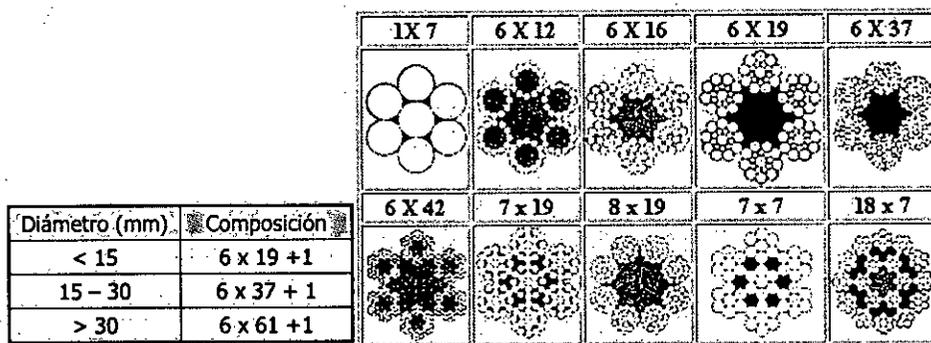
**Recomendaciones:**

- Seleccionar diámetro superior a 8 mm.
- Elegir coeficiente de seguridad mínimo de 10
- Evitar el contacto con elementos erosivos o agentes agresivos.
- Evitar el empleo en operaciones de soldadura
- Revisar periódicamente para detectar defectos externos (erosiones, etc) o internas (deterioro de fibras)

**2. Cables**

Están constituidos por hilos de acero de elevada resistencia, generalmente torcidos o cableados de diferentes formas.

**Figura N° 27 Disposición de cables**



**Fuente: SGS. Normas aplicables a maquinaria pesada, equipos y accesorios de izaje. S.F.**

**Recomendaciones:**

- Elegir con coeficiente de seguridad mínimo de 6

- Inspeccionar de forma periódica para detectar defectos visualmente, como (aplastamientos, cortes, corrosión, rotura de hilos)
- Evitar dobleces, nudos, aplastamientos, etc.
- Lubricar con grasa adecuada para evitar corrosiones.

**3. Grillete:** Es el elemento auxiliar más usado en la movilización de cargas. Su objetivo es unir dos elementos para levantar una carga.

Está formado por un bulón, perno o pasador y una horquilla y también existen tablas de resistencias para su uso. En la mayoría de los casos tienen el peso máximo sobre relieve. *(SK Capacitación, s.f. Manejo de cargas con grúas y equipos de izar (Riggers))*

**Tipos de grilletes:** Los grilletes con perno recto se pueden usar en amarres, remolques, suspensiones y levantamiento donde la carga se aplica directamente en línea.

Los grilletes con perno roscado se pueden usar en cualquier aplicación donde se use un grillete con perno recto. Además, los grilletes con perno roscado se pueden usar en situaciones que involucran carga lateral.

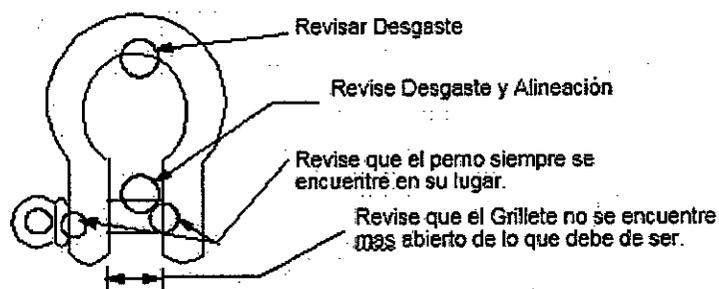
En las aplicaciones con carga lateral se requieren cargas de trabajo reducidas.

Los grilletes con perno y tuerca se pueden usar en cualquier aplicación donde se usen grilletes con perno recto o roscado. Además, se recomiendan en instalaciones permanentes o de largo plazo o donde la carga podría deslizarse en el perno del grillete provocando una rotación del perno. (Crosby Group Inc (2011) Catálogo Grilletes 2.pág. 59)

### Inspección de los grilletes

- carga legible y sobre relieve
- FS 6 o superior
- Deformaciones
- Desgastes o melladuras sobre un 10%
- Corrosión severa
- Intervenciones

Figura N° 28 Áreas de inspección de grillete



Fuente: Manual de Izaje Ameco pág. 60

## 4. Tecles cadena

Los tecles manuales de cadena en lugar del cable, están compuestos por una cadena fortificada para evitar la corrosión. La

carga se eleva al tirar de la cadena, la cual va corriendo a través de unos rodillos mecanizados. Pueden ser utilizados para cargas menores y trabajos que requieran mayor precisión.

Los tecles manuales de cadena poseen menor rapidez y capacidad que los de cable y se escogen cuando el trabajo a realizar no implica cargas superiores a 10 toneladas, ya que son muy eficaces para ello. *(Conoce 3 tipos de tecles manuales: cable, cadena y palanca;*

*Movitecnica – Equipos de Izaje*  
*<http://www.movitecnica.com.pe/equipos-de-izaje/conoce-3-tipos-de-tecles-manuales-cable-cadena-y-palanca/>*

#### **5. Teclé tipo TIRFOR**

Robusto e ideal para movilizar cargas en cualquier posición sobre grandes distancias. Resistente Carcasa en aluminio fundido, muy liviano y con base plana para mayor estabilidad durante la operación horizontal o vertical. Su cabo largo reduce el esfuerzo en la alzada y aumenta la velocidad de trabajo.

#### **Características Especiales**

- Palanca en Acero.
- Cuerpo de aluminio altamente resistente.
- Incluye 20 mts de cable de acero c/ gancho S-320.

*(Técnicables.cl.;[http://www.tecnicablel.cl/Fichas/fichas\\_accesorios/elementos\\_traccion.pdf](http://www.tecnicablel.cl/Fichas/fichas_accesorios/elementos_traccion.pdf))*

## **6. Estrobos**

Es un tramo de cable de acero conformado con ojos, ganchos, terminales o cualquier accesorio que permita su utilización práctica para la maniobra y sujeción de carga. (Sumimsa.com.mx URL: <http://www.sumimsa.com.mx/catalogo/izaje.pdf>)

### **Inspección de los estrobos**

- Falla o distorsión en el estrobo tales como aplastamientos, quebraduras, jaulas de pájaro, desplazamiento de las hebras o prominencias en el corazón del estrobo. Perdida en el diámetro original en estrobos de longitud corta o desigualdad en las hebras externas son evidencia de que los estrobos deberán ser reemplazados.
- corrosión u oxidación.
- cables quebrados o totalmente cortados.
- cantidad, distribución y tipo de cables rotos o cortados.

## **7. Cadenas**

Son elementos constituidos por una serie de eslabones engarzados utilizados en dispositivos de elevación y formación de eslingas.

Suelen ser utilizadas cuando se requiere trabajar a elevadas temperaturas o existe la posibilidad de cortes o abrasiones importantes.

### **Recomendaciones:**

- Elegir con un coeficiente de seguridad mínimo de 5 – 6

- Comprobar que los eslabones se encuentran perfectamente situados
- Revisar el estado de conservación para detectar eslabone abiertos, alargados, desgastados, corroídos o doblados, incluyendo ensayos con líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas
- Emplear el mismo material en ganchos, anillos, etc que la cadena o tener igual carga de rotura.
- Las cadenas no deberán tener ni uno sólo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado.

**8. Eslingas** Son elementos auxiliares utilizados para suspender cargas, constituidos por un trozo de cuerda, cable, cinta, cadena, etc., provisto de ojales en sus extremos.

Se distinguen los siguientes tipos:

- De cuerda
- De cable de acero
- De cadena
- De banda textil

#### **Inspección de eslingas de Cadena**

- Etiqueta de carga legible
- FS 4 o superior
- Grado 8 o superior
- Deformaciones

- Desgastes o melladuras sobre un 10%
- Corrosión severa

## **9. Ganchos**

Estos elementos se utilizan en el extremo de las eslingas o cables para facilitar la unión a la carga de forma segura.

### **Tipos de gancho:**

Se tiene varios tipos identificados según ASME B30.10.

- **Gancho auto cierre:**

Gancho con una abertura de garganta, que se cierra por un seguro, puerta o asa activado por resorte y que se abre manualmente para la carga y se cierra al soltarlo. Puede ser bloqueado en la posición cerrada.

- **Gancho autoblocante:**

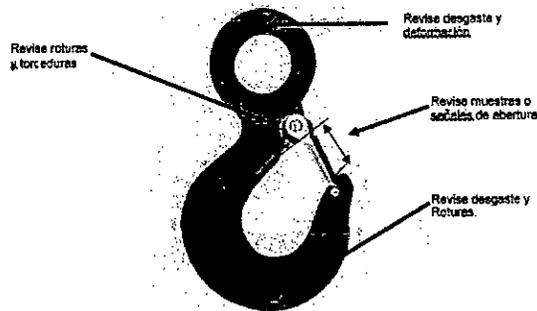
Gancho con una abertura de garganta que se cierra y se bloquea cuando se aplica una carga, y no se abrirá hasta que es descargado y el seguro es liberado.

### **Inspección de ganchos**

- Carga legible
- FS 4 o superior
- Carga balanceada
- Deformaciones
- Desgastes o melladuras sobre un 10%

- Corrosión severa
- Sin seguro

**Figura N°29 Inspección de ganchos**



**Fuente: Manual de Izaje Ameco pág.62**

### **4.5.3 La Refinería de Cajamarquilla**

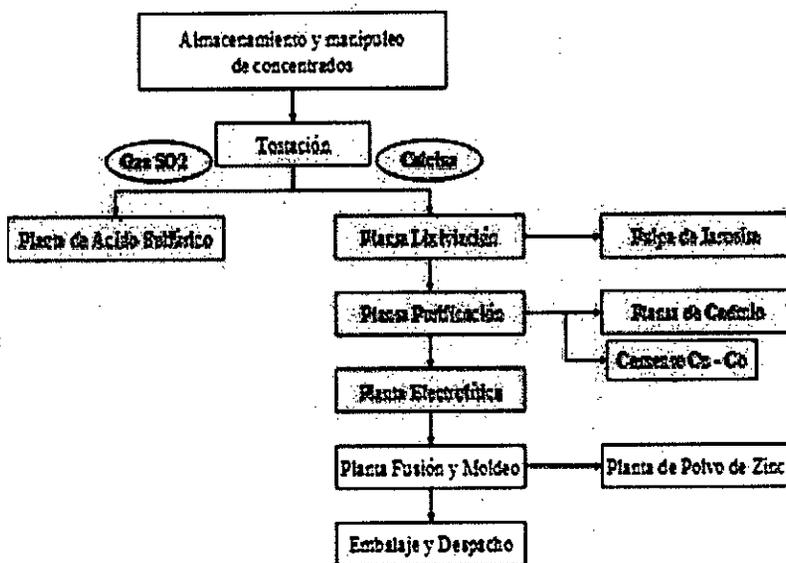
Está ubicada a veinte kilómetros al este de la ciudad de Lima, cerca de la localidad de Chosica. Es la principal refinería de su tipo en el país y una de las más importantes de América Latina. Allí se refinan concentrados de zinc. Fue construida en el año 1981 por la estatal Minero Perú, con una capacidad de producción de 100 mil toneladas anuales. En 1995 fue privatizada y adquirida por el consorcio japonés Cominco-Marubeni, que elevó su capacidad a 130 mil toneladas. Años después, en 2004, fue comprada por la empresa brasileña Votorantim Metais, que en 2008, con una inversión de US\$ 100 millones, incrementó su capacidad a 160 mil toneladas. Actualmente, con US\$ 400 millones adicionales de inversión, produce alrededor de 320 mil toneladas al año. (*Informativo Minería 422 pág. 28*)

### 4.5.3.1 Instalaciones de Procesamiento

La Refinería de Cajamarquilla cuenta en la actualidad con las siguientes instalaciones:

- Planta de Recepción y Almacenamiento de Concentrados
- Planta de Tostación
- Planta de Ácido Sulfúrico
- Planta de Lixiviación
- Planta de Purificación
- Planta de Electrodeposición
- Planta de Fusión y Moldeo
- Planta de Cadmio
- Planta de Tratamiento de Escoria (Dross)
- Planta de Polvo de Zinc

Figura N°30. Diagrama de Procesos de la Refinería



Fuente: Propia

#### **4.5.3.2 Descripción de los principales procesos**

Las etapas principales del proceso que emplea la refinería son las siguientes:

##### **a. Recepción y Almacenamiento de Concentrados**

Todo el concentrado que se recibe es pesado y descargado formando pilas en el almacén que tiene una capacidad de 10,000 toneladas. Utilizando cargadores frontales, se lleva a cabo la combinación y mezcla de los concentrados junto con óxido de zinc (dross) recirculante del horno de fusión de cátodos, con el objetivo de alcanzar los parámetros fundamentales, como humedad y composición parámetros específicos.

##### **b. Tostación de Concentrados**

En esta fase, el concentrado se tuesta con aire, formándose óxido de zinc ( $ZnO$ ), denominado calcine, y dióxido de azufre gaseoso ( $SO_2$ ), que posteriormente se transforma en ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) una vez enfriado y purificado el gas que sale de los hornos de tostación.

##### **c. Planta de Ácido Sulfúrico**

El  $SO_2$  contenido en la corriente de gas impuro procedente del horno de tostación, se transforma en primer lugar en trióxido de azufre, debido a la reacción con el oxígeno en la

torre de catálisis. Posteriormente, en la denominada torre de absorción intermedia, el trióxido de azufre resultante se absorbe en ácido sulfúrico del 99% de concentración, transformándose en ácido sulfúrico concentrado.

#### **d. Planta de Lixiviación**

El zinc y los otros metales contenidos en la calcine se disuelven en ácido sulfúrico diluido, en dos etapas de lixiviación: lixiviación neutra y lixiviación ácida. En la etapa de lixiviación neutra se disuelve la mayor parte de la calcine, excepto las ferritas de zinc (óxido de hierro y zinc) en ella contenidas. Mediante la utilización de espesadores se separan los sólidos no disueltos de la disolución de sulfato de zinc. La disolución clarificada se envía a la etapa de purificación, mientras que los sólidos no disueltos se someten a la etapa de lixiviación ácida.

La lixiviación ácida se realiza a una temperatura próxima a la de ebullición. De esta forma, se disuelven todos los metales excepto los que forman compuestos insolubles en medio sulfúricos, como el plomo, calcio y sílice. La disolución así obtenida se somete a un proceso de hidrólisis, tras el que se forma un sulfato básico de hierro insoluble llamado jarosita,

que en unión de los metales no disueltos en esta segunda etapa constituyen el residuo final del proceso.

#### **e. Planta de Purificación**

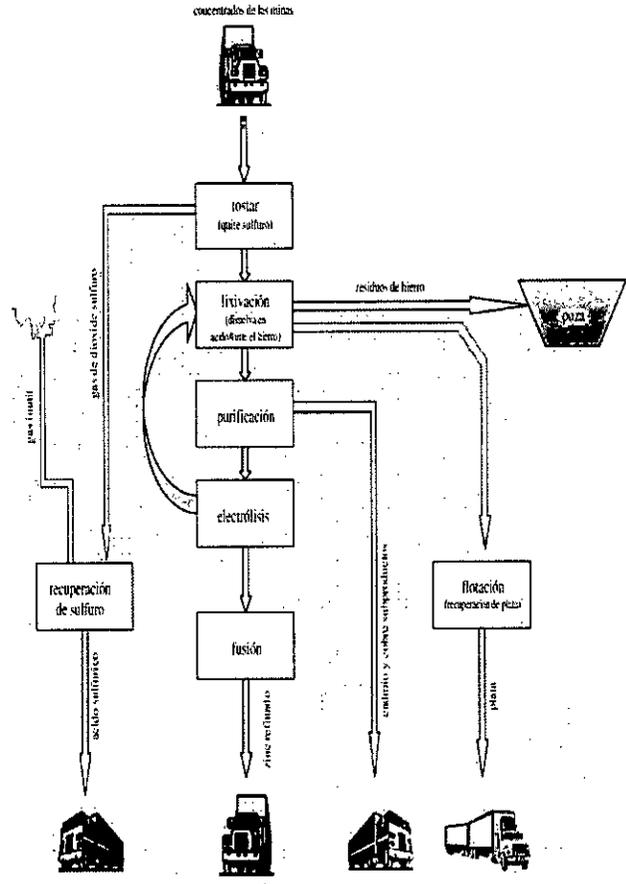
La disolución de sulfato de zinc procedentes de la etapa de lixiviación neutra se trata mediante un proceso continuo realizado en dos etapas, para eliminar otros metales disueltos, como el cobre, el cadmio o el cobalto, que se recuperan como subproductos.

Una vez realizada la filtración, la disolución de sulfato de zinc se enfría mediante torres de refrigeración y se bombea al tanque de almacenamiento de electrolito.

#### **f. Planta de Fusión y Moldeo**

Las láminas de zinc producidas por electrólisis son fundidas en hornos de inducción eléctrica. Una vez fundido el zinc, se envía a las máquinas de colada con el objeto de producir las diversas formas comerciales de lingote que requiere el mercado (*Votorantim Metais Cajamarquilla S.A. (2006) Plan de cierre de la refinería de Cajamarquilla. Informe conceptual. ZC1110A0*).

Figura N°31. Diagrama del proceso que emplea la Refinería



Fuente: Plan de Cierre de la Refinería de Cajamarquilla Archivo No.: ZC1110A01

### 4.5.3.3 Obtención del Ácido Sulfúrico

La obtención del ácido sulfúrico se realiza a partir del  $SO_2$ , éste se oxida a  $SO_3$  y luego se obtiene ácido sulfúrico por reacción con el agua.

En la actualidad hay dos variantes para la obtención del trióxido de azufre (proceso lento), denominadas el método de contacto y el método de las cámaras de plomo. El primero es más caro pero produce ácido sulfúrico muy concentrado (95%) y de elevada pureza. El segundo es más económico, tiene mayor

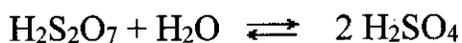
capacidad de producción, pero el ácido sulfúrico obtenido es de menor concentración (70%) y de menor pureza.

En ambos métodos, se parte del dióxido de azufre previamente obtenido (a partir de la tostación de la pirita) y se oxida a trióxido de azufre utilizando un catalizador. El método de contacto necesita un trióxido de azufre muy puro para no envenenar el catalizador que suele ser arsénico u óxido de hierro, y es por esta razón por lo que resulta más caro.

El trióxido de azufre obtenido, se enfría y se hace pasar por una torre de absorción donde se combina con ácido sulfúrico concentrado formándose el ácido piro sulfúrico:



que luego se descompone por acción del agua según la reacción:

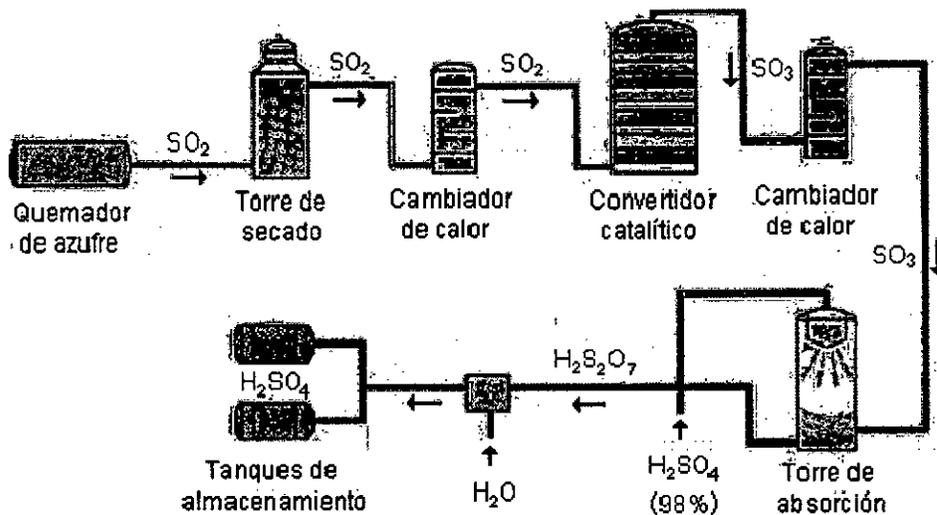


No es conveniente mezclar directamente el trióxido de azufre sobre agua para obtener el ácido sulfúrico según la reacción:



Porque en dicha reacción se desprende muchísima energía, haciendo que la mayor parte del trióxido de azufre se volatilice sin reaccionar para formar el ácido sulfúrico.  
([www.100ciaquimica.net/temas/tema11/punto7b.htm](http://www.100ciaquimica.net/temas/tema11/punto7b.htm))

**Figura N° 32: Esquema método para obtener ácido sulfúrico a escala industrial**



Fuente: [www.100ciaquimica.net/temas/tema11/punto7b.htm](http://www.100ciaquimica.net/temas/tema11/punto7b.htm)

## 4.6 Fases del proyecto

### 4.6.1 Alcance del Trabajo y los aspectos técnicos

correspondientes al Contrato de Construcción CC-008 "Parada de Planta", para el proyecto de Expansión 160K.

El Trabajo incluido en este Contrato a Suma Alzada, comprende la provisión de la supervisión, mano de obra, servicios técnicos y profesionales, herramientas, equipos, instrumentos, transporte, materiales consumibles, almacenaje, control de calidad, instalaciones para el apoyo a la mano de obra y equipos en faena, provisión de la mano de obra para comisionamiento y puesta en marcha, y todos los gastos que se requiera para la ejecución de las obras asociadas a la Parada de Planta a realizarse en toda la

refinería, involucrando tareas en el Tostación (Área 20), la Planta de Ácido (Área 30), Lixiviación (Área 40) y Sub-Estación S/E de 220 kV (Área 91) en la construcción de la Expansión a 160K en la Refinería de Cajamarquilla.

Las actividades necesarias para desarrollar las obras incluyen, entre otras, a:

- ✓ Instalación de faenas y oficinas.
- ✓ Saneamiento de interferencias.
- ✓ Preparación de terreno.
- ✓ Movimientos de Tierra (escarpe, excavaciones, rellenos controlados y no controlados).
- ✓ Acopio de materiales producto de la excavación apto para relleno o de empréstitos.
- ✓ Suministro, preparación y transporte de los materiales de relleno, o para fabricación de hormigones, desde empréstitos a puntos indicados por el Administrador, hasta el lugar de la obra, incluyendo la carga y descarga.
- ✓ Retiro y transporte a botadero autorizado por el Propietario de materiales de excavación y residuos de hormigón, que resulten como excedentes.
- ✓ Suministro e instalación de malla de tierra.
- ✓ Suministro, preparación y colocación de armaduras.
- ✓ Diseño, suministro y colocación de encofrados.

- ✓ Suministro y colocación de insertos y pernos de anclaje.
- ✓ Suministro, colocación, vibrado y curado de hormigón armado.
- ✓ Construcción de banco de ductos y cámaras.
- ✓ Montaje de estructuras metálicas.
- ✓ Montaje de equipos mecánicos suministrados por el Propietario.
- ✓ Montaje de líneas de tuberías de servicios y de proceso.
- ✓ Suministro e instalación del aislamiento para los equipos.
- ✓ Instalaciones eléctricas como canalizaciones de fuerza y control, alumbrado, centro control de motores, tableros de distribución, paneles de alumbrado, variadores de frecuencia y otros.
- ✓ Instalaciones de instrumentación electrónica e instrumentación neumática.
- ✓ Toda la topografía necesaria para la correcta ejecución de las obras y para el debido control de avances.
- ✓ Verificación y validación de las cotas topográficas en concordancia con los planos del proyecto.
- ✓ Retiro de escombros, desechos y materiales en desuso a lugares previamente autorizados por el Propietario.
- ✓ Suministro e instalación de todo los materiales para la terminación de las obras asignadas.

✓ Construcción y mantenimiento de caminos de accesos utilizados durante la etapa de construcción de este Contrato, si correspondiese.

✓ Aseguramiento y Control de Calidad: Previo al inicio y durante la ejecución: Detalle en aseguramiento y control de calidad, Adjunto AA08.

✓ Planos Conforme a Obra o As Built.

Para fines del presente informe a continuación se realiza una breve descripción de los alcances específicos de los trabajos de estructuras metálicas y trabajos mecánicos para el desmontaje y montaje de los intercambiadores de calor en el del área 30 Planta de ácido, se indican además las principales actividades de acuerdo a los planos de diseño y los requerimientos de las especificaciones técnicas adjuntas.

#### **4.6.1.1 Alcance Específico de los Trabajos de Estructuras Metálicas**

A continuación se indican los trabajos específicos que debe realizar el Contratista, en relación a las estructuras:

- Retirar las estructuras mostradas en el plano No. 05H06502-3-GAD-0010 y No. 05H06502-5-GAD-0010.

Previo al lavado indicado líneas abajo, se debe retirar el recubrimiento térmico de chapa de aluminio y lana mineral, los que

deberán ser envasados en contenedores que el Propietario especificará oportunamente, acto seguido estos materiales deberán ser llevados al botadero del Propietario.

Estas estructuras deberán ser limpiadas con agua a alta presión (antes de ser llevados a Botadero de VM-CJM) en un lugar dentro de Cajamarquilla, que el Propietario indicará oportunamente

- Montar la estructura base del intercambiador 7530H, completa, de acuerdo al plano No. 05H06502-3-DTL-7530.
- Montar la estructura base del intercambiador 7557H, completa, de acuerdo al plano No. 05H06502-3-DTL-7557.

Todos los trabajos de fabricación y montaje de estructuras deberán desarrollarse de acuerdo a la especificación técnica No. 05H06502-3-SPC-0001 "Specification Structural Steel".

#### **4.6.1.2 Alcance Específico de los Trabajos Mecánicos**

A continuación se indican los trabajos específicos que deberá realizar el Contratista, en relación al montaje mecánico:

##### **Equipos**

- Montar un intercambiador frío – 7530H, completo. Incluido el aislamiento.
- Montar un intercambiador frío de recalentamiento – 7557H, completo. Incluido el aislamiento.

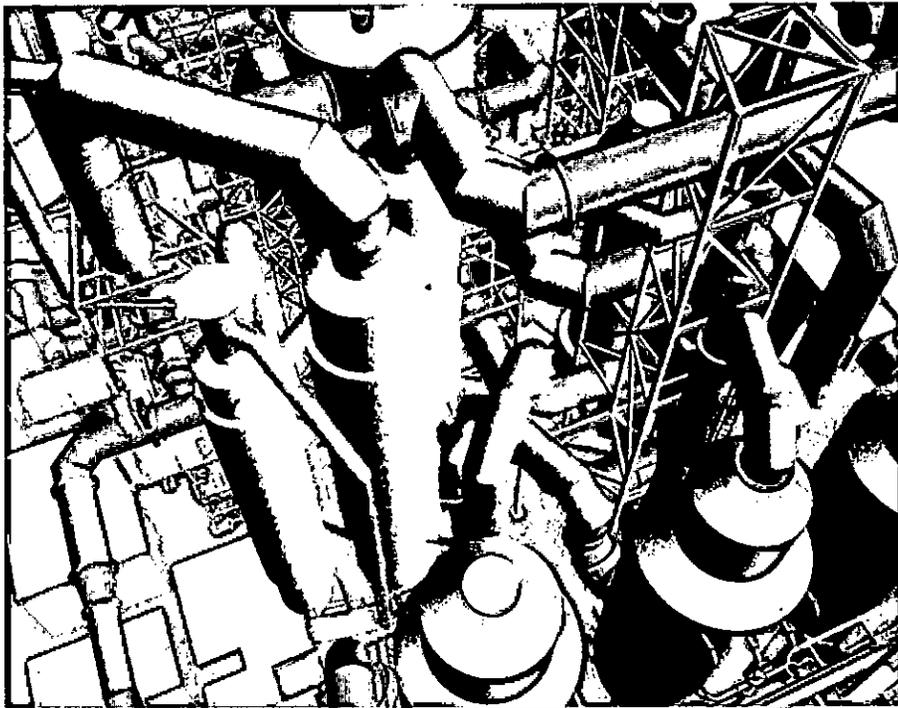
- Montar un intercambiador de SO3 intermedio – 7555H, completo. Incluido el aislamiento.

## 4.6.2 Ingeniería de detalle

### 4.6.2.1 Área del proyecto

El proyecto se llevó a cabo en el área 30, planta de ácido de la refinería de Zinc de Cajamarquilla. En la figura N° 33 se indican las unidades a reemplazar, éstas se ubican en una posición que amerita maniobras de izaje pesado para lograr desmontarlos.

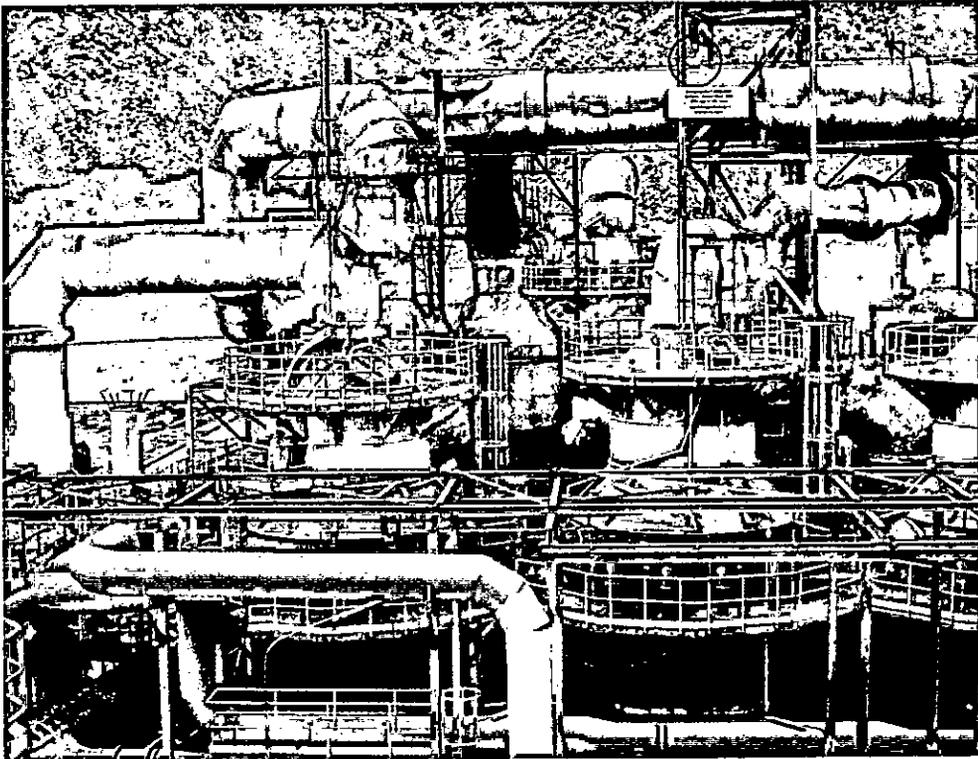
**Figura N°33 Intercambiadores de calor a reemplazar**



**Fuente: Proyecto de Expansión 160K**

En la figura N°34 se puede observar algunas instalaciones y ductos que tuvieron que desmontarse previamente para facilitar el desmontaje de los intercambiadores de calor.

**Figura N°34.Planta de ácido Refinería Cajamarquilla**

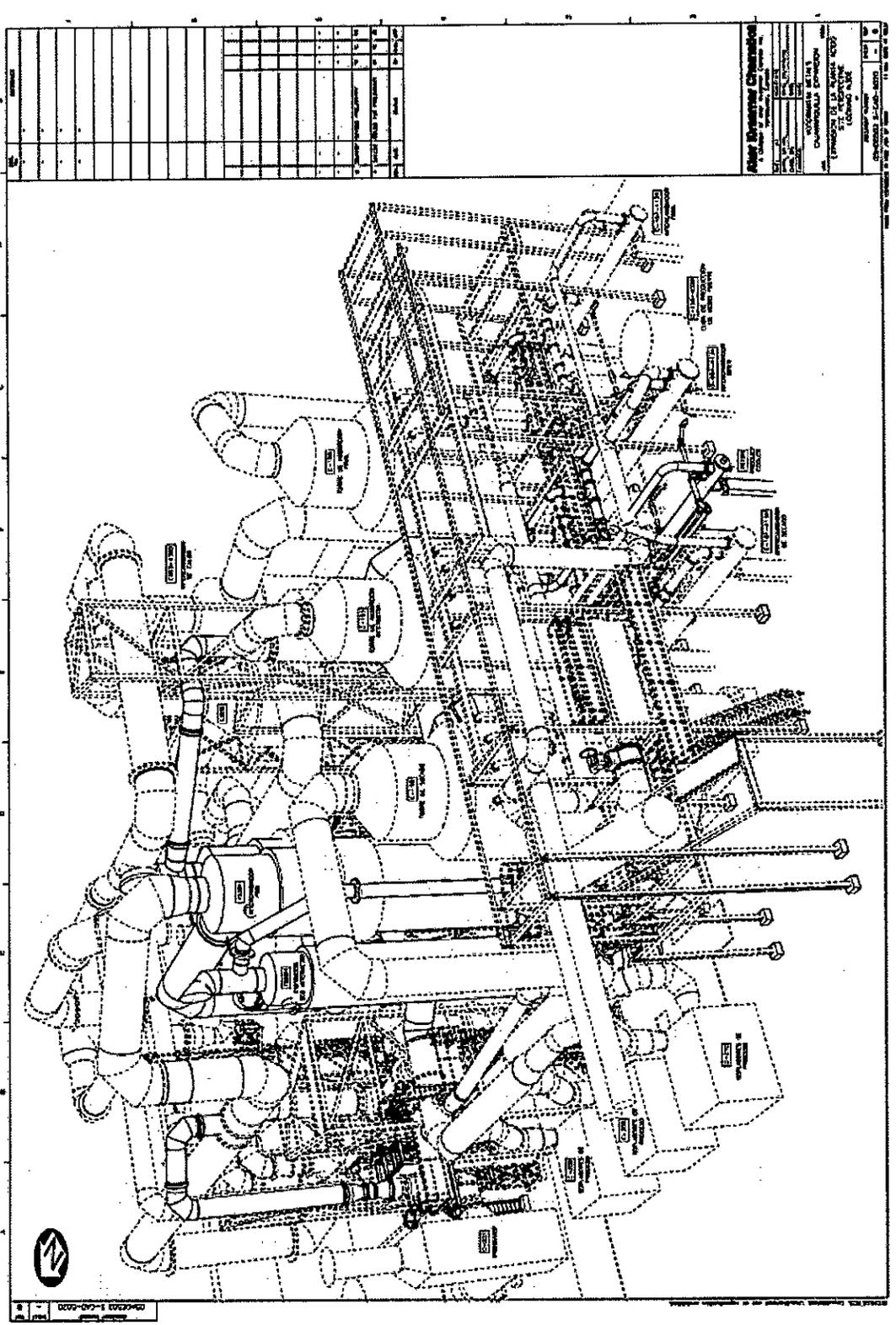


**Fuente: Proyecto de Expansión 160K**

A continuación se muestran en las figuras N° 35 y 36 los planos del plan de expansión del área 30, vista de planta y vista isométrica respectivamente.



Figura N°36: Plan de expansión de la planta de ácido vista isométrica



Fuente: Proyecto de Expansión 160K

### 4.6.2.2 Análisis de cargas

#### a. Determinación del Peso de la carga

El primer paso y el más crítico en cualquier procedimiento de izaje es determinar el peso del equipo o de la carga. El peso total de una carga deberá incluir todas aquellas partes, accesorios y aditamentos que son utilizados para almacenaje, transportación y embalaje. (La Rosa G. s.f.)

Tabla N°6 Pesos de la carga

Equipment Installation List									
Equipment Number	Owner	Equipment Name	Qty	P&ID	Weight Empty kg	Reference Documents	Installation Procedure	Installation Notes	OSM#6592-4-1ST-0090A1
Area 7B - Contact Plant Gas									
753 H		Coil Exchanger Interchangeable Fin 4K Screens	1	7530	42,770	4-01-7530 4-02-7530-1	PI	1 piece, steel coil intercoil steel frame, bundle in per instructions, electrical working of exchange.	
753 D		4K Screens	1	7530	120	4-02-7530-1	NA	1 piece in Line Item, table in Specification file Exps	
753 X		Screen	1	7530	70	4-02-7530-1	PI	1 piece in Line Item	
753 C		Steel 300 Coiler Fan Verificador del Líquido 300 Intercooler	1	7530	300	4-02-7530-1	PI, PS, PA	1 piece	
753 H		Steel 300 Coiler Exchante 300 Intercooler	1	7530	27,100	4-01-7535 4-02-7530-3	PI	1 piece, steel coil intercoil steel frame, bundle in per instructions, electrical working of exchange.	
753 H		Coil Intercoil Exchanger Interchangeable Fin Reinforcement	1	7530	43,200	4-01-7537 4-02-7531-1	PI	1 piece, steel coil intercoil steel frame, bundle in per instructions, electrical working of exchange.	
Area 7B - Contact Plant - Acid									
753 P	CS&A/OT	Steel Drum Barril de 1600 Litros de Acido Sulfúrico		7501	165	4-02-7501-1 (124)	NA	1 piece, metal (steel) drum (steel) including new supports (supplied by MCG)	
753 H		Protect Cover Intercooler de Protección	1	7500	1,000	4-02-7501-1	PI	1 piece, rubber coating cover, install new structural components, remove and repair intercooler as required	

Note:  
1) Operating Weight denoted by (O).

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

#### **b. Determinación de Centro de Gravedad**

Antes de que una carga pueda ser izada con seguridad, su centro de gravedad (c.g.) debe ser localizado. En objetos que tienen forma y composición uniforme (tubos y vigas) no existe ningún problema en determinar donde descansa el centro de gravedad ya que lo hace exactamente al centro de la carga. (La Rosa G. s.f.)

#### **c. Determinación de los Puntos de Izaje para Cargas**

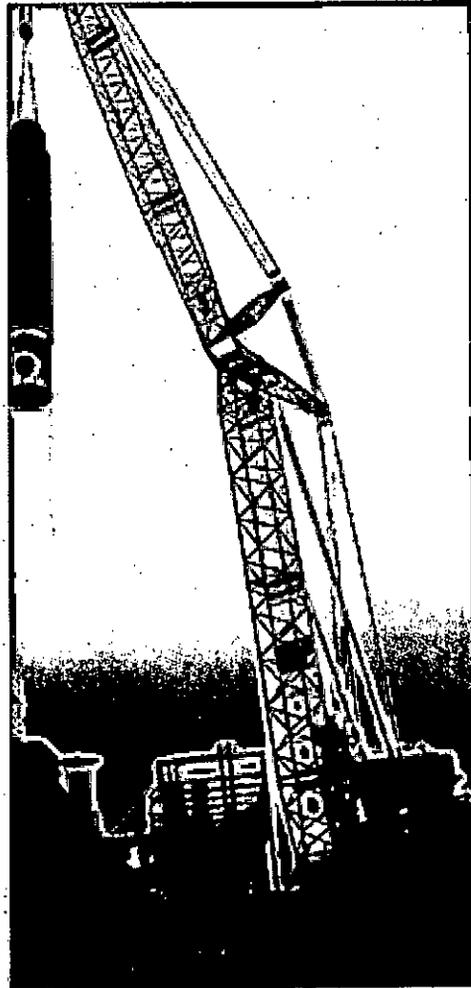
Una vez que el peso de la carga y el c.g. son conocidos, el próximo paso en el proceso es seleccionar los puntos de donde se izará la carga.

#### **d. Selección de grúas**

Para los trabajos de montaje y desmontaje se utilizaron las grúas GOTTWALD 600 TM propiedad del cliente Refinería de zinc de Cajamarquilla y TEREX RT 190-90 TM propiedad alquilada.

La grúa GOTTWALD 600 TM es una grúa telescópica cuya capacidad máxima es 600 t a 2,7 m. En el anexo 9 se muestra las especificaciones técnicas de dicha grúa. En la figura N° 37 se observa la Grúa GOTTWALD 600 TM en pleno trabajo de izaje.

**Figura N° 37: Grúa GOTTWALD 600 TM**



**Fuente: Fotografía tomada durante el trabajo de montaje (2007)**

La grúa TÉREX RT 190 90 TM sirvió como equipo de apoyo para para lograr el posicionamiento adecuado de los intercambiadores de calor durante la descarga. En la figura N°38 se observa la grúa utilizada en el proyecto.

Figura N° 38: Grúa TEREX RT 190



Fuente: Fotografía tomada durante el montaje (2007)

#### e. Selección de accesorios de izaje

- Estrobos

La resistencia, tamaño, grado del acero y construcción de la cuerda son factores que se toman en cuenta por el fabricante de los estrobos basados en las condiciones de cargas actuales. (La Rosa G. s.f.)

Se seleccionaron estrobos de 2" considerando ángulo de estrobamiento de 30° el cual soportará 37 Ton de capacidad. Ver Anexo 1.

- **Grilletes**

Se seleccionaron grilletes de 3" x 85 Ton de capacidad tomando en consideración las dimensiones y tolerancia del fabricante. Ver anexo 2.

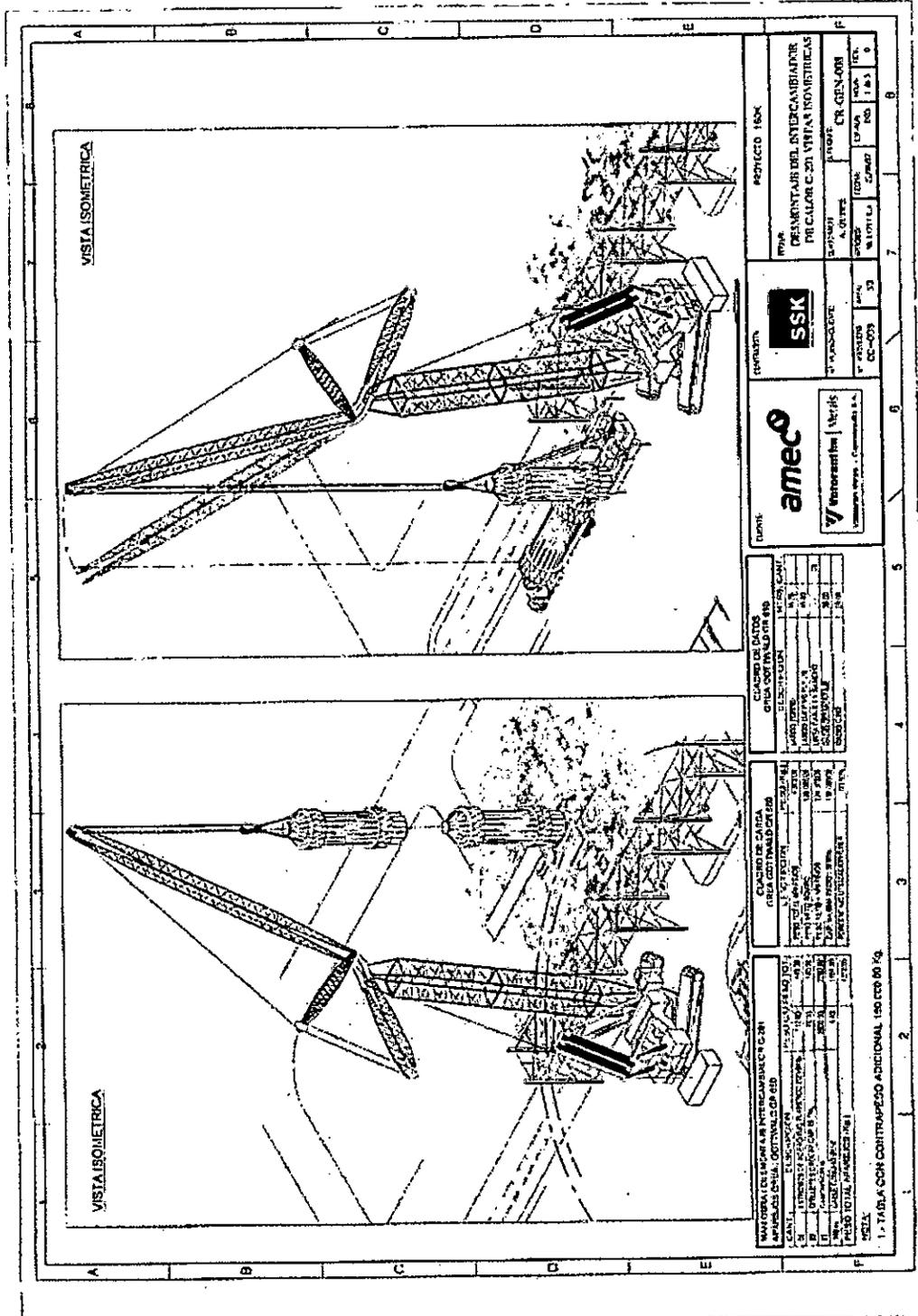
#### **4.6.3 Planificación**

##### **4.6.3.1 Plan de Ejecución de Rigging del desmontaje**

En la figura 39 se observa la vista isométrica del desmontaje del intercambiador de calor C-201 en dos momentos. En la parte inferior del plano se muestra el cuadro de cargas.

En los anexos 3, 4 y 5 se muestran etapa por etapa el desmontaje del intercambiador C-201 - vista de planta.

Figura N°39: Plan de Ejecución de Rigging del desmontaje- vista isométrica



Fuente: Proyecto 160K

#### 4.6.3.2 Programa de desmontaje y montaje de los intercambiadores de calor

Tabla N°7

Actividad	Días de trabajo	Fecha de inicio	Fecha final
Desmontaje de intercambiador de calor C-201	6	20JUN07	26JUN07
Desmontaje de intercambiador de calor C-201A	6	20JUN07	26JUN07
Montaje de intercambiador 7557	15	10JUL07	26JUL07
Montaje de intercambiador 7530H	15	12JUL07	30JUL07
Montaje de intercambiador 7555H	14	13JUL07	30JUL07

Fuente: Proyecto 160K

#### 4.6.3.3 Personal

El personal a cargo de las actividades de desmontaje y montaje en general fue:

- 01 Ingeniero Jefe de Terreno: es el encargado de coordinar y organizar los equipos de trabajo para la ejecución física de la obra, en los tiempos y costos programados, bajo estándares de calidad y seguridad, con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto
- 01 Supervisor Mecánico: supervisa el adecuado funcionamiento de los equipos y accesorios de izaje.
- 01 Supervisor de Control de Calidad: es el encargado de supervisar que los procedimientos se cumplan de acuerdo al plan de trabajo.
- 01 Cuadrilla de Andamios. Son los encargados de armar los andamios.

- 01 Topógrafo: es el encargado de verificar el nivel del terreno para el funcionamiento adecuado de los equipos.
- 02 Ayudantes de Topografía: son los que apoyan al topógrafo.
- 02 Rigger: son los encargados de preparar correctamente la carga y guiar adecuadamente al operador de grúa con las señales de izaje
- 01 Capataz de Montaje: encargado de dirigir al personal en el montaje y desmontaje de los intercambiadores.
- 04 Operarios Maniobristas: son los encargados de realizar las maniobras de izaje.
- 04 Operarios Mecánicos de Montaje: son los encargados de realizar el montaje y desmontaje de los intercambiadores.
- 08 Oficiales Mecánicos de Montaje: son los encargados de realizar el empernado de los intercambiadores.
- 01 Operador de Grúa de 600 TM: es el encargado de operar la grúa a su cargo.
- 01 Operador de Grúa 90 TM: es el encargado de operar la grúa a su cargo.
- 01 Operador de Camión Grúa de 12 Ton: es el encargado de operar la grúa a su cargo.
- 01 Operador de PLATAFORMA GOLDHOFER de 12 ejes
- 01 Operador de PLATAFORMA GOLDHOFER de 8 ejes

#### **4.6.3.4 Equipos y accesorios**

Los equipos y accesorios que utilizamos en el montaje y desmontaje de los intercambiadores en general fueron los siguientes:

- 01 Grúa 600 TM
- 01 Grúa 90 TM
- 01 Camión Plataforma GOLDHOFER de 12 ejes – 150 Ton de capacidad
- 01 Camión Plataforma GOLDHOFER de 8 ejes – 150 Ton de capacidad
- 01 Camión Grúa 12 Ton
- 01 Camión Plataforma 30 Ton
- 02 Gatas Hidráulicas TB 100 Ton
- 01 Gata Hidráulica TB 50 Ton
- 01 Teodolito
- 01 Juego de Andamios
- 04 Equipos de Oxicorte
- 04 Maletines Mecánico de Montaje
- 06 Tecles cadena 3 Ton
- 06 Tirfor de 3 Ton.
- 04 Estrobo 2" x 6 m x 37 Ton de capacidad por estrobo
- 02 Grilletes de 3" x 85 Ton de capacidad
- 02 Tramos de soga de ¾"

#### **4.6.4 Procedimiento de desmontaje y montaje de intercambiadores de calor**

##### **a. Previo al Trabajo**

El área de Construcción estudiará y emitirá un Plan de Trabajo.

El plan de trabajo será revisado por el área Calidad y de Prevención de Pérdidas de SSK para posteriormente ser remitido a AMEC quien nos otorgará el permiso de trabajo.

##### **b. Coordinaciones con responsables del área**

Diariamente se coordinarán los trabajos a realizar en el área, el ingreso de personal, materiales y equipos con las personas encargadas del área.

##### **c. Acondicionamiento del área de Trabajo**

Obtenido el permiso de ingreso por parte de AMEC, se procederá a acondicionar el área de trabajo, que consistirá en dotar al área, de las medidas de seguridad necesarias para realizar el trabajo: colocación de carteles, malla de señalización, etc. Este trabajo de acondicionamiento será supervisado por el área de Prevención de Pérdidas de SSK.

##### **d. Condiciones Generales**

Los trabajos a realizar se encuentran ubicados en el área 30 (Planta de Acido). Lado Oeste con la Grúa de 600 TM.

Ingreso y salida de Personal, equipos, herramientas, materiales, etc. para los trabajos a ejecutar en esta área, será

desde las 7:00 AM hasta las 6:00 PM. La hora de refrigerio será de 12:40 PM a 13:10 PM.

#### **4.6.4.1 Desmontaje de los intercambiadores de calor C 201 y**

##### **C 201A**

El Plan de Trabajo comprende:

##### **a. Actividades previas**

1. Instalación de andamios en perímetro de Equipo; para retiro de aislamiento en la parte superior del Intercambiador.
2. Instalación de andamios en cada una de las conexiones entre el Equipo y los ductos a desmontar; para retiro de aislamiento y preparar trazo para los cortes de ductos.
3. Instalación de soportes temporales en los ductos que están acoplados al Equipo.
4. Levantamiento Topográfico de ubicación de Equipo y traslado de ejes al área de instalación de Grúa de 600 TM.
5. Posicionamiento de Grúa de 600 TM al lado oeste de la Planta de Acido.

##### **b. Actividades durante la parada de planta**

6. Corte y desmontaje de ductos que están conectados al Intercambiador; estas actividades serán ejecutadas con la Grúa de 600 TM para las maniobras y la Torre Grúa para el apoyo con el personal asignado a los cortes.

7. Retiro y traslado de ductos desmontados a botadero asignado para su apilamiento.
8. Preparación de aparejos de izaje para Grúa de 600 TM
  - 04 Estrobos de 2" x 6 m x 37 Ton de capacidad c/u
  - 02 Grilletes de 3" x 85 Ton de capacidad c/u
  - 02 Tramos de sogá de ¾" x 20 m
9. Preparación de aparejos de izaje para Grúa de 90 TM
  - 02 Estrobos de 1 ¾" x 3,7 m de 29,82 Ton de capacidad c/u
  - 01 Grilletes de 2 ½" x 55 Ton de capacidad
10. Posicionamiento de Grúa de 600 TM  
 Considerar lo siguiente de acuerdo a cada caso:

	Intercambiador de calor C 201	Intercambiador de calor C 201A
Radio de giro:	35.75 m	27,423 m
Longitud de pluma:	30 m	35.75 m
Longitud de JIB:	35.00 m	35.00 m
Capacidad de la grúa:	137 Ton	147 Ton
Peso del equipo:	124.372 Ton (Incluye Carga + Aparejos)	124.372 Ton (Incluye Carga + Aparejos)
Contrapeso :	150.00 Ton	150.00 Ton
% Utilización de Grúa:	90,8%	84,6%

11. Instalación de cartelas de izaje en parte superior del equipo dispuestas a 180° de giro entre ellas; en plancha de acero estructural ASTM A36 de 30 mm de espesor la cual está

calculada para una descomposición de esfuerzos considerando 120 Ton de peso del Intercambiador.

12. Instalación de cartela de izaje en parte inferior del equipo dispuesta a 90° de giro entre cartelas de izaje instaladas en la parte superior del equipo, en plancha de acero estructural ASTM A36 de 30 mm de espesor la cual está calculada para una descomposición de esfuerzos considerando que para efectos del volteo del equipo la Grúa de 90 TM toma 55 Ton del peso del Intercambiador.

13. Desmontaje de Torre en acero estructural existente instalada al lado oeste del Intercambiador, para facilidades del giro inicial de la carga y reducir el radio de giro de la Grúa para llevar su capacidad hasta 147 Ton la cual nos permite tener un porcentaje de utilización de grúa de 84,6%.

14. Instalación de:

02 Gatas Hidráulicas de 100 Ton

01 Gata Hidráulica de 50 Ton

En la base del equipo, para proceder a elevar el Intercambiador hasta lograr separarlo 2 pulgadas de su fundación de anclaje.

15. Instalación de Aparejo de izaje en Grúa de 600 TM

04 Estrobos de 2" x 6 m x 37 Ton de capacidad c/u

02 Grilletes de 3" x 85 Ton de capacidad c/u

02 Tramos de soga de 3/4" x 20 m

16. Tensionado del aparejo de izaje instalado en la Grúa de 600 TM al:
  - 25% y mantenerlo durante 5 minutos
  - 50% y mantenerlo durante 5 minutos
  - 75% y mantenerlo durante 5 minutos
  - 100% y mantenerlo durante 5 minutos
17. Tomar la carga y elevarla hasta un metro sobre su fundación de anclaje; verificar que el contrapeso flotante este en equilibrio con la carga izada.

De presentarse que el contrapeso flotante se encuentre en reposo sobre el terreno se procederá a retirar contrapeso en cantidad necesaria hasta lograr que el contrapeso este a 0,3 m del terreno para efectos de giro de 90° de toda la maniobra instalada. Esta actividad será efectuada con el apoyo de Grúa Hidráulica de 90 TM.
18. Parar pluma hasta obtener 28 m y 27.432 m de radio de giro para el intercambiador de calor C 201 y C 201A respectivamente.
19. Elevar la carga hasta 23 metros debajo de la base del equipo izado.
20. Girar la pluma de la Grúa de 600 TM de Sur a Norte y posicionarla en eje paralelo al pipe rack de tuberías.
21. Bajar la carga hasta quedar a 0,5 m sobre el nivel de terreno

22. Parar pluma hasta obtener 20 m de radio de giro de la Grúa de 600 TM; donde sus condiciones de izaje son:

- Radio de giro : 20 m
- Longitud de pluma : 35.75 m
- Longitud de JIB : 35.00 m
- Capacidad de la grúa : 188 Ton
- Peso del equipo : 124.372 Ton (Incluye Carga + Aparejos)
- Contrapeso : 150.00 Ton
- %Utilización de Grúa : 66,20%

23. Posicionamiento de Grúa de 90 TM

- Radio de giro : 10 ft
- Longitud de pluma : 39,37 ft
- Capacidad de la grúa : 72,56 Ton
- Peso Tomado : 56,17 Ton ( Carga + Aparejos )
- %Utilización de Grúa : 77,40 %

24. Instalación de aparejo de izaje para Grúa de 90 TM

02 Estrobos de 1 3/4" x 3,7 x 29,82 Ton de capacidad c/u

01 Grilletes de 2 1/2" x 55 Ton de capacidad

25. Ubicación de Plataforma GOLDHOFER al Noroeste de la Planta de Acido; quedando lista para su ingreso después de que el equipo se encuentre en posición horizontal.

26. Giro vertical del Intercambiador echando pluma y bajando gancho en la Grúa de 600 TM y pivoteando en la maniobra fija

instalada en la parte inferior del equipo el cual estará izado por la Grúa de 90 TM.

La operación será controlada por el Rigger el cual estará en comunicación constante por radio con los operadores de las Grúas de 600 y 90 TM; para mantener la verticalidad de las líneas del cable del Gancho de la Grúa de 600 TM a fin de que se evite el péndulo de la carga de oeste a este. Esta operación culmina cuando el equipo se encuentre en posición horizontal.

27. Elevar carga manteniendo la posición horizontal del equipo, hasta una elevación suficiente para el ingreso de la Plataforma GOLDHOFER, la cual lleva instaladas tres soportes para el apoyo del Intercambiador. Esta actividad será efectuada con las Grúas de 600 y 90 TM.
28. Traslado del equipo hasta el botadero designado por AMEC – VOTORANTIN.
29. Reubicar el contrapeso flotante a su posición de izaje para continuar con el desmontaje; esta actividad será efectuada con la Grúa de 90 TM.

#### **4.6.4.2 Montaje de intercambiador de calor 7530H**

Plan de Trabajo comprende:

##### **a. Actividades previas**

1. Desmontaje de Intercambiador de Calor existente C201.

2. Levantamiento topográfico de pernos de anclaje en fundación de concreto existente, e Instalación de pernos de anclaje adicionales (por Contratista JJC) de acuerdo a Planos 05H06502-2-GAD-0110 Rev.1 y 05H06502-2-GAD-0113 Rev. 1
3. Instalación de Bastidor de Apoyo en Acero Estructural.
4. Alineamiento y nivelación de bastidor de apoyo; esta actividad se desarrolla con levantamiento topográfico, el cual será verificado y aprobado por la Supervisión AMEC.
5. Ajuste y torqueo de pernos en conexiones de anclaje y conexiones entre estructura soporte y bastidor de anclaje del Intercambiador.

#### **Actividades de traslado del equipo**

6. Posicionamiento de Grúas de 90 y 50 TM para el izaje del Intercambiador 7557H en el Almacén de Importación al noreste de la Planta de Acido, bajo las siguientes condiciones:

##### GRUA 90 TM

- Radio de giro : 15 ft
- Longitud de pluma : 39,37 ft
- Capacidad de la grúa : 56.689 Ton
- Peso Tomado : 50 Ton (Carga+Aparejos )
- %Utilización de Grúa : 88.2 %

##### GRUA 50 TM

- Radio de giro : 15 ft

- Longitud de pluma : 35 ft
- Capacidad de la grúa : 37.86 Ton
- Peso Tomado : 20 Ton (Carga+Aparejos )
- %Utilización de Grúa : 52.82 %

7. Izaje de Intercambiador e ingreso de Plataforma GOLDHOFER
8. Traslado de Intercambiador hasta zona noroeste de la Planta de Acido.
9. Instalación de Aparejo de izaje en Grúa de 600 TM
  - 02 Estrobos de 2" x 6 m x 37 Ton de capacidad c/u
  - 02 Grilletes de 2 1/2" x 55 Ton de capacidad c/u
  - 02 Tramos de soga de 3/4" x 20 m
10. Descarga de Intercambiador de Calor con el apoyo en combinación de Grúas de 600 y 90 TM de acuerdo a las siguientes condiciones:

GRUA 600 TM

- Radio de giro : 27.42 m
- Longitud de pluma : 35.75 m
- Longitud de JIB : 35.00 m
- Capacidad de la grúa : 89 Ton
- Peso del equipo : 66.786 Ton (Incluye

Carga + Aparejos)

- Contrapeso : 110 Ton
- % Utilización de Grúa : 75%

### GRUA 90 TM

- Radio de giro : 15 ft
- Longitud de pluma : 39,37 ft
- Capacidad de la grúa : 56.689 Ton
- Peso Tomado : 50 Ton ( Carga + Aparejos )
- %Utilización de Grúa : 88.2 %

11. Giro horizontal del Intercambiador elevando pluma y gancho en la Grúa de 600 y pivoteando en la maniobra fija instalada en la parte inferior del equipo el cual estará izado por la Grúa de 90 TM.

La operación será controlada por el Rigger el cual estará en comunicación constante por radio con los operadores de las Grúas de 600 y 90 TM; para mantener la verticalidad de las líneas del cable del Gancho de la Grúa de 600 TM a fin de que se evite el péndulo de la carga de oeste a este. Esta operación culmina cuando el equipo se encuentre en posición vertical.

12. Elevar carga manteniendo la posición vertical del equipo hasta 23 metros sobre el terreno, esta actividad será efectuada con las Grúa de 600 TM, verificar que el contrapeso flotante este en equilibrio con la carga izada.

De presentarse que el contrapeso flotante se encuentre en reposo sobre el terreno se procederá a retirar contrapeso en cantidad necesaria hasta lograr que el contrapeso este a 0,3 m

del terreno para efectos de giro de 90° de toda la maniobra instalada. Esta actividad será efectuada con el apoyo de Grúa Hidráulica de 90 TM.

13. Girar la pluma de la Grúa de 600 TM de Norte a Sur y posicionarla verticalmente, en eje con la fundación de anclaje para el Intercambiador.
14. Bajar la carga hasta quedar a 0,5 m sobre el NTA del bastidor metálico para anclaje del equipo
15. Posicionar el Intercambiador de Calor e instalar los pernos en las conexiones de anclaje.
16. Retiro de aparejo de izaje en Grúa de 600 TM.
17. Levantamiento Topográfico de verticalidad del Intercambiador, verificación por la Supervisión AMEC y presentación de protocolos.
18. Ajuste y torqueo de pernos en conexiones de anclaje entre el Intercambiador y bastidor metálico.

#### **4.6.4.3 Montaje de intercambiador de calor 7555H**

El Plan de Trabajo comprende:

##### **a. Actividades pre - parada**

1. Emplantillado de perforaciones en el bastidor de anclaje del Intercambiador 7555H.

2. Levantamiento topográfico de fundación de anclaje para el Intercambiador 7555H.
3. Verificaciones de la ubicación de los pernos de anclaje contra la plantilla y el levantamiento topográfico para el anclaje para el Intercambiador 7555H.
4. Instalación de laines de nivelación sobre la fundación de concreto para el Intercambiador 7555H.

**b. Actividades de traslado del equipo**

5. Carguío de equipo sobre Plataforma GOLDHOFER; esta actividad se efectuará con la combinación de Grúas de 90 y 50 TM.
6. Traslado del equipo desde Almacenes de Importación hasta el área de izaje, ubicada al noroeste de la Planta de Acido.

**c. Actividades de montaje**

7. Instalación de aparejos de izaje en las Grúas de 600 y 90 TM para proceder con la descarga del Intercambiador.

Aparejos en Grúa de 600 TM

02 Estrobos de 1 1/2" x 7 m x 21,9 Ton de capacidad c/u

02 Grilletes de 1 1/2" x 25 Ton de capacidad c/u

02 Tramos de soga de 3/4" x 20 m

Aparejos en Grúa de 90 TM

01 Estrobos de 1 3/4" x 3,7 m x 29,82 Ton de capacidad c/u

01 Grilletes de 1 1/2" x 25 Ton de capacidad c/u

8. Descarga de Intercambiador en área de izaje; esta actividad se efectuará con la combinación de Grúas de 600 y 90 TM.

#### **GRUA 600 TM**

- Radio de giro : 24 m
- Longitud de pluma : 35.75 m.
- Longitud de JIB : 35.00 m
- Capacidad de la grúa : 69 Ton
- Peso del equipo : 31,026 Ton (Incluye Carga + Aparejos)
- %Utilización de Grúa : 45%

#### **GRUA 90 TM**

- Radio de giro : 10 ft
- Longitud de pluma : 39,37 ft
- Capacidad de la grúa : 72,56 Ton
- Peso Tomado : 16,202 Ton ( Carga + Aparejos )
- %Utilización de Grúa : 23 %

9. Verticalización del Intercambiador; esta actividad se efectuara en combinación con las Grúas de 600 y 90 TM. La Grúa de 600 TM levanta pluma acortando radio de giro y la Grúa de 90 TM se posiciona como punto fijo en la conexión inferior del equipo, punto donde rota hasta tomar posición vertical.

10. Retiro de maniobra de Grúa de 90 TM.

11. Giro de carga hasta su fundación de anclaje; actividad que se efectuara con la Grúa de 600 TM

- Radio de giro : 24.00 m
  - Longitud de pluma : 35.75 m
  - Longitud de JIB : 35.00 m
  - Capacidad de la grúa : 69 Ton
  - Peso del equipo : 31,026 Ton (Incluye Carga + Aparejos)
  - % Utilización de Grúa : 45,0%
12. Posicionamiento del equipo sobre su fundación; actividad que se culmina con la instalación de las tuercas en los pernos de anclaje, dejándolas pre ajustadas.
  13. Retiro de maniobra de izaje principal; actividad que culmina con la liberación de la Grúa de 600 TM.
  14. Levantamiento topográfico de verticalidad del Intercambiador sobre su fundación de anclaje; esta actividad culmina con la aprobación de los protocolos de instalación por la Supervisión AMEC.

#### **4.6.4.4 Montaje de intercambiador de calor 7557H**

El Plan de Trabajo comprende:

##### **a. Actividades previas**

1. Desmontaje de Intercambiador de Calor existente C201.
2. Levantamiento topográfico de pernos de anclaje en fundación de concreto existente, e Instalación de pernos de anclaje

adicionales (por Contratista JJC) de acuerdo a Planos 05H06502-2-GAD-0110 Rev.1 y 05H06502-2-GAD-0113 Rev. 1

3. Instalación de Bastidor de Apoyo en Acero Estructural.
4. Alineamiento y nivelación de bastidor de apoyo; esta actividad se desarrolla con levantamiento topográfico, el cual será verificado y aprobado por la Supervisión AMEC.
5. Ajuste y torqueo de pernos en conexiones de anclaje y conexiones entre estructura soporte y bastidor de anclaje del Intercambiador.

**b. Actividades de traslado del equipo**

6. Posicionamiento de Grúas de 90 y 50 TM para el izaje del Intercambiador 7557H en el Almacén de Importación al noreste de la Planta de Acido, bajo las siguientes condiciones:

GRUA 90 TM

- Radio de giro : 15 ft
- Longitud de pluma : 39,37 ft
- Capacidad de la grúa : 56.689 Ton
- Peso Tomado : 50 Ton ( Carga + Aparejos )
- %Utilización de Grúa : 88.2 %

GRUA 50 TM

- Radio de giro : 15 ft
- Longitud de pluma : 35 ft
- Capacidad de la grúa : 37.86 Ton

- Peso Tomado : 20 Ton ( Carga + Aparejos )
  - %Utilización de Grúa : 52.82 %
7. Izaje de Intercambiador e ingreso de Plataforma GOLDHOFER
  8. Traslado de Intercambiador hasta zona noroeste de la Planta de Acido.
  9. Instalación de Aparejo de izaje en Grúa de 600 TM
    - 02 Estrobos de 2" x 6 m x 37 Ton de capacidad c/u
    - 02 Grilletes de 2 1/2" x 55 Ton de capacidad c/u
    - 02 Tramos de soga de 3/4" x 20 m
  10. Descarga de Intercambiador de Calor con el apoyo en combinación de Grúas de 600 y 90 TM de acuerdo a las siguientes condiciones:

GRUA 600 TM

- Radio de giro : 27.42 m
- Longitud de pluma : 35.75 m
- Longitud de JIB : 35.00 m
- Capacidad de la grúa : 89 Ton
- Peso del equipo : 66.786 Ton (Incluye Carga + Aparejos)
- Contrapeso : 110 Ton
- % Utilización de Grúa : 75%

GRUA 90 TM

- Radio de giro : 15 ft
- Longitud de pluma : 39,37 ft

- Capacidad de la grúa : 56.689 Ton
- Peso Tomado : 50 Ton ( Carga + Aparejos )
- %Utilización de Grúa : 88.2 %

11. Giro horizontal del Intercambiador elevando pluma y gancho en la Grúa de 600 y pivoteando en la maniobra fija instalada en la parte inferior del equipo el cual estará izado por la Grúa de 90 TM.

La operación será controlada por el Rigger el cual estará en comunicación constante por radio con los operadores de las Grúas de 600 y 90 TM; para mantener la verticalidad de las líneas del cable del Gancho de la Grúa de 600 TM a fin de que se evite el péndulo de la carga de oeste a este. Esta operación culmina cuando el equipo se encuentre en posición vertical.

12. Elevar carga manteniendo la posición vertical del equipo hasta 23 metros sobre el terreno, esta actividad será efectuada con las Grúa de 600 TM, verificar que el contrapeso flotante este en equilibrio con la carga izada.

De presentarse que el contrapeso flotante se encuentre en reposo sobre el terreno se procederá a retirar contrapeso en cantidad necesaria hasta lograr que el contrapeso este a 0,3 m del terreno para efectos de giro de 90° de toda la maniobra instalada. Esta actividad será efectuada con el apoyo de Grúa Hidráulica de 90 TM.

13. Girar la pluma de la Grúa de 600 TM de Norte a Sur y posicionarla verticalmente, en eje con la fundación de anclaje para el Intercambiador.
14. Bajar la carga hasta quedar a 0,5 m. sobre el NTA del bastidor metálico para anclaje del equipo
15. Posicionar el Intercambiador de Calor e instalar los pernos en las conexiones de anclaje.
16. Retiro de aparejo de izaje en Grúa de 600 TM.
17. Levantamiento Topográfico de verticalidad del Intercambiador, verificación por la Supervisión AMEC y presentación de protocolos.
18. Ajuste y torqueo de pernos en conexiones de anclaje entre el Intercambiador y bastidor metálico.

#### **4.6.5 Actividades de control**

##### **4.6.5.1 Control de calidad**

Se verifica el cumplimiento de los siguientes reportes:

- Montaje de Equipos Especiales (SSK-MEC-F04)
- Informe Medición Topográfico (SSK-MEC-F01).
- Alineamiento de Equipo (SSK-MEC-F02).
- Nivelación de Equipos (SSK-MEC-F01).
- Registro de Puntos de Inspección de Aislamiento Térmico (SSK-MEC-F05).

#### **4.6.5.2 Prevención de riesgos y gestión ambiental**

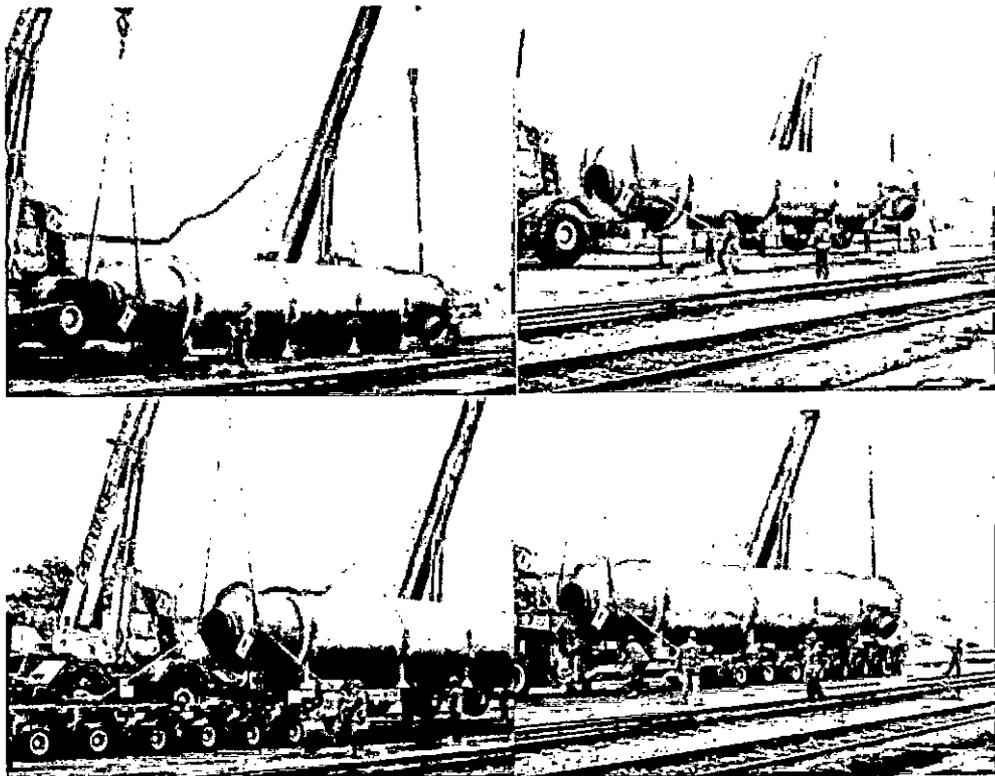
Se verifica el cumplimiento del Análisis de riesgo que se realizará al momento de la actividad. Ver anexo 18 y 22 del presente informe.

#### **4.6.6. Ejecución de obra**

##### **4.6.6.1 Traslado de equipos**

En la figura 40 se muestra la secuencia de acondicionamiento del intercambiador de calor sobre el camión plataforma GOLDHOFER de 12 ejes para su posterior traslado.

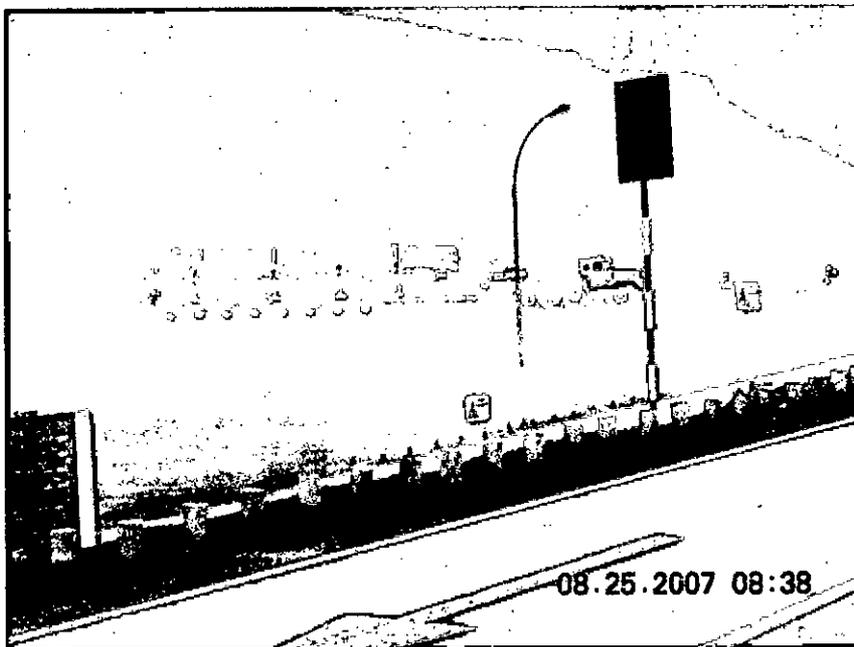
**Figura N°40 Secuencia de acondicionamiento**



**Fuente: Fotografías tomadas el 2007 durante la ejecución del proyecto 160K**

En la figura N°41 se observa el traslado del Intercambiador de calor hacia la zona noroeste de la Planta de Acido de la refinería de Zinc de Cajamarquilla.

**Figura N° 41: Camión Plataforma GOLDHOFER de 12 ejes – 150 Ton  
trasladando el intercambiador de calor**

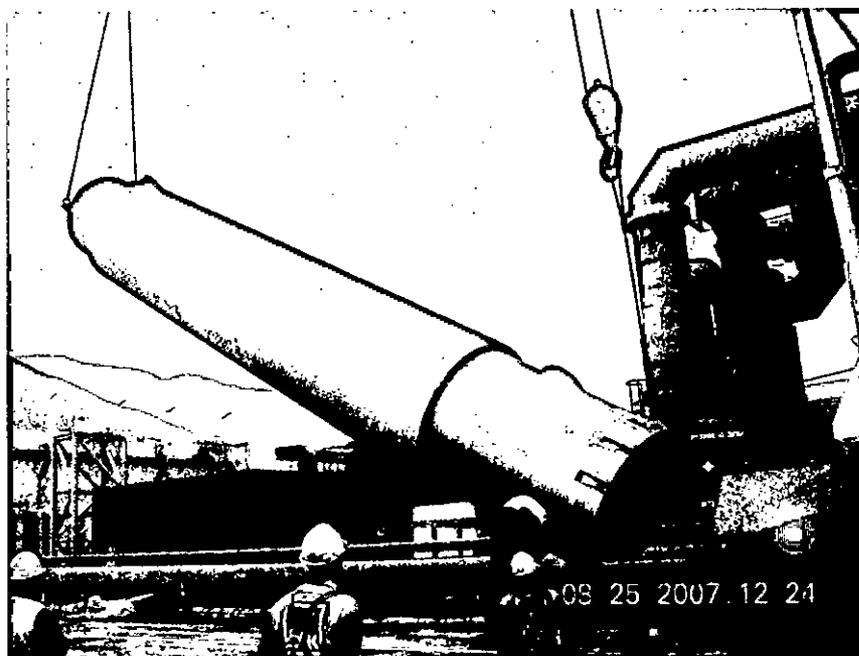


**Fuente: Fotografía tomada el 2007 durante la ejecución del proyecto 160K**

#### **4.6.6.2 Montaje mecánico mediante izaje pesado**

En la figura N° 42 se observa la descarga de Intercambiador de Calor C-201, trabajo realizado con el apoyo de las grúas GOTTWALD 600 TM y TEREX RT 190 90 TM.

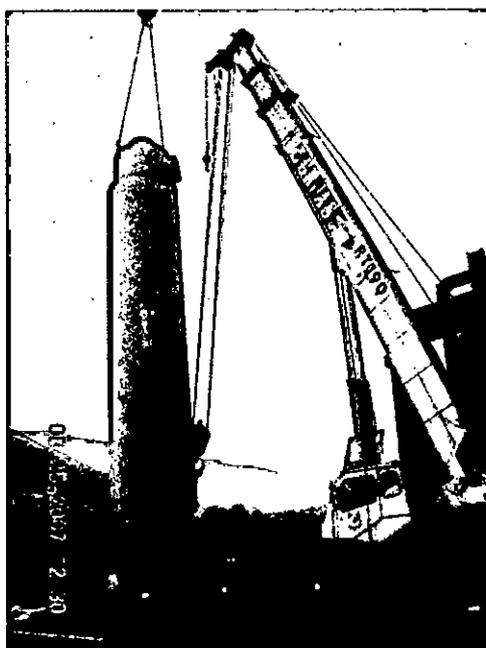
**Figura N° 42: Descarga del intercambiador de Calor**



**Fuente: Fotografía tomada el 2007 durante la ejecución del proyecto 160K**

En la figura N° 43 se observa las maniobras para lograr la verticalización del intercambiador de calor.

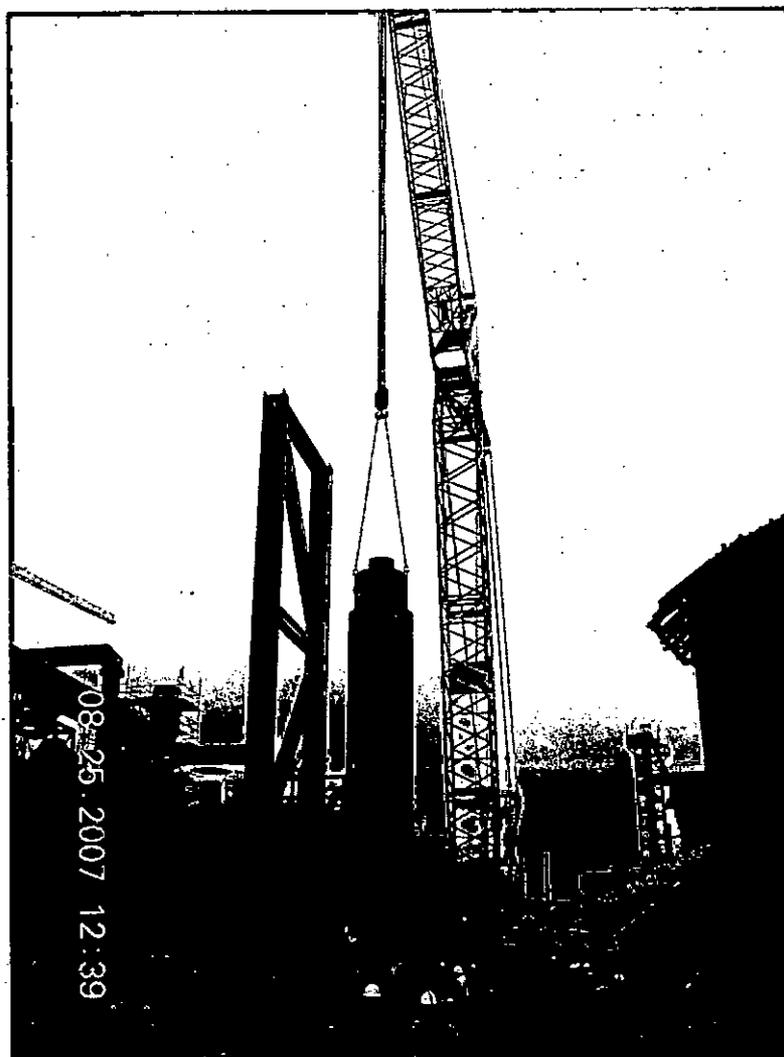
**Figura N° 43: Verticalización del Intercambiador de calor**



**Fuente: Fotografía tomada el 2007 durante la ejecución del proyecto 160K**

En la figura N° 44 se observa las maniobras iniciales para elevar la carga manteniendo la posición vertical del equipo, esta actividad fue efectuada con la Grúa GOTTWALD de 600 TM, verificando que el contrapeso flotante este en equilibrio con la carga izada.

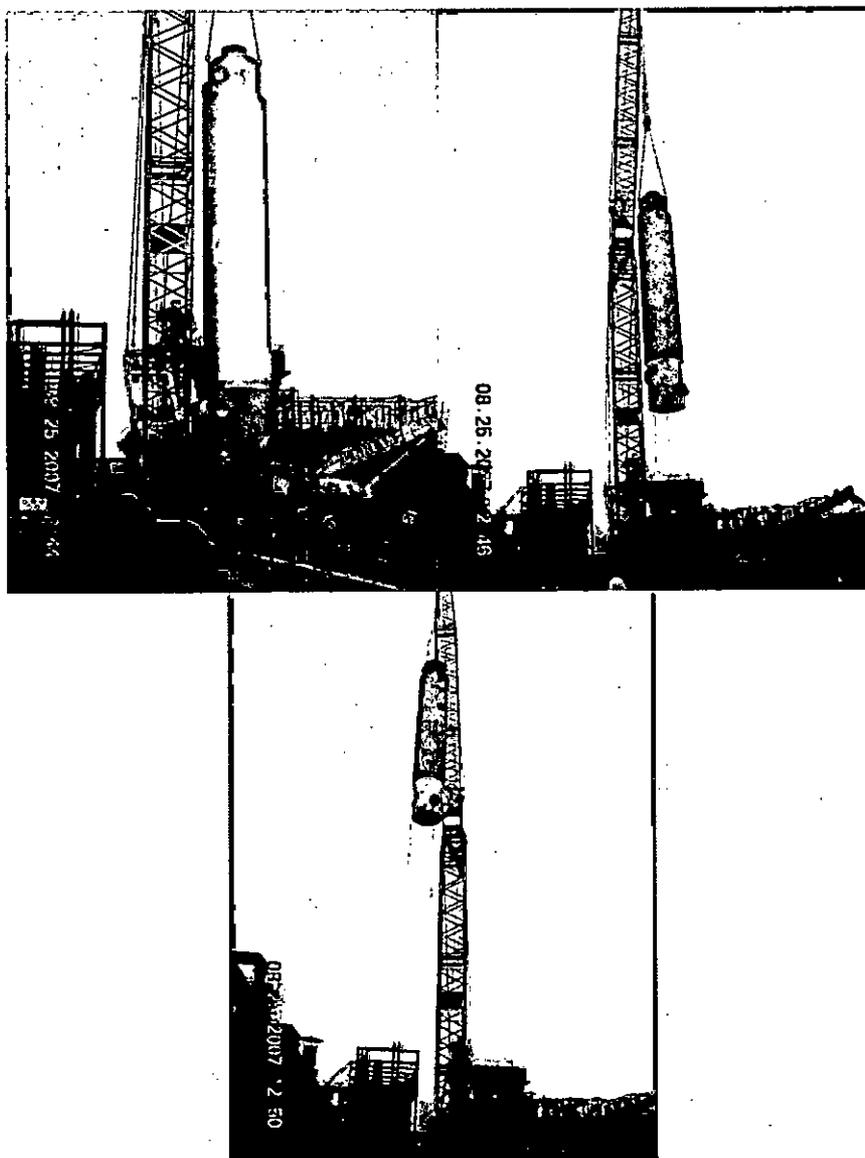
**Figura N° 44: Maniobras iniciales de elevación**



**Fuente: Fotografía tomada el 2007 durante la ejecución del proyecto 160K**

En la figura N° 45 se observa la secuencia de elevación de la carga manteniendo la posición vertical del equipo hasta 23 metros sobre el terreno.

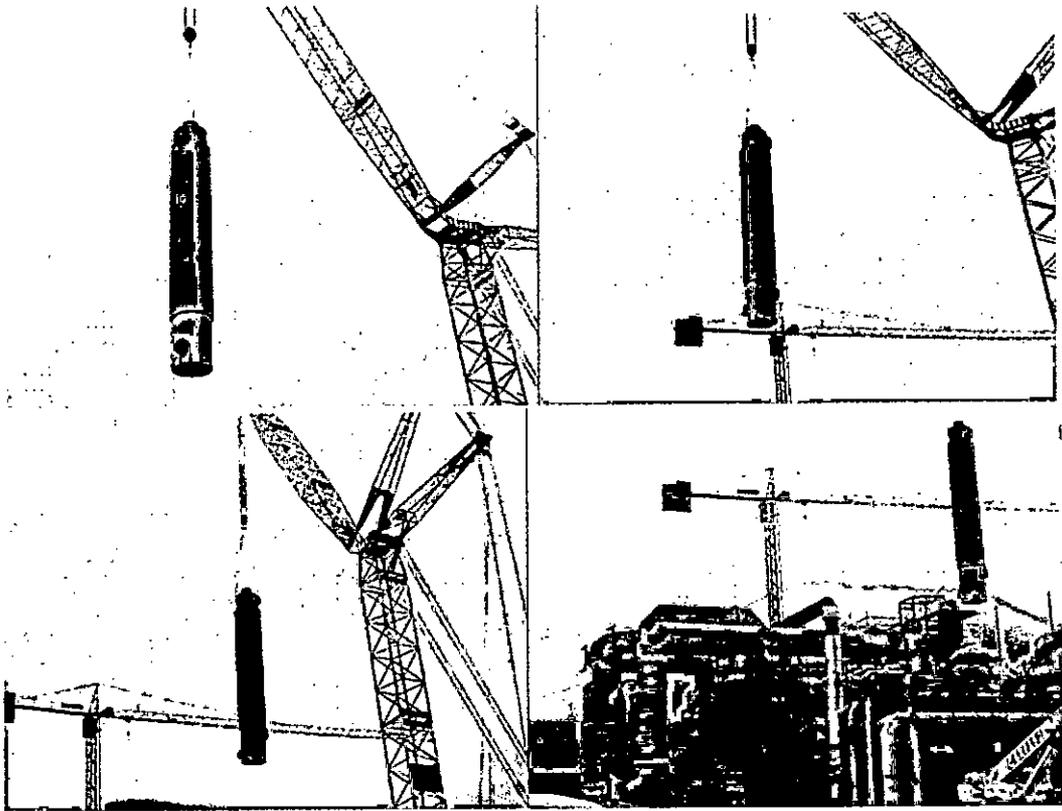
**Figura N°45: Secuencia de elevación de la carga**



**Fuente: Fotografías tomada el 2007 durante la ejecución del proyecto 160K**

En la figura N° 46 se observa la secuencia del giro de la pluma de la Grúa GOTTWALD de 600 TM de Norte a Sur logrando posicionar la carga sobre el lugar del montaje manteniendo la posición vertical.

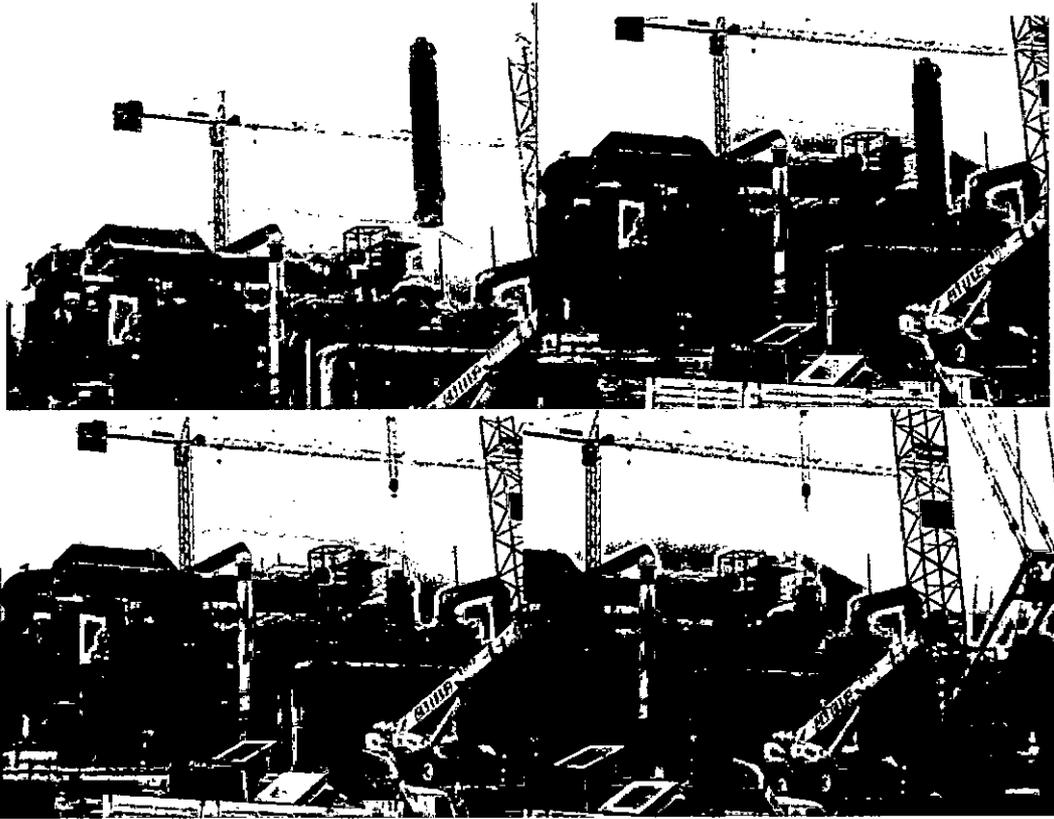
Figura N° 46: Maniobras para posicionar la carga sobre el área de montaje.



Fuente: Fotografías tomada el 2007 durante la ejecución del proyecto 160K

En la figura N° 47 se observa la secuencia de maniobras que permite colocar al intercambiador del calor en el lugar del montaje.

**Figura N° 47: Maniobras para posicionar la carga en el lugar de montaje**



**Fuente: Fotografías tomada el 2007 durante la ejecución del proyecto 160K**

## V. EVALUACION TECNICO-ECONOMICA

### 5.1 Análisis estratégico

El Costo Global del proyecto de Expansión 160K (Contrato de Construcción CC-008 "Parada de Planta") tiene un costo presupuestado total de 4 596 093.76 dólares sin considerar el IGV; estos costos incluyen la suma alzada costos indirectos y los costos directos.

**Tabla N°8: Resumen de presupuesto Oficial**

<b>RESUMEN TOTAL</b>		
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PRECIO US\$</b>
<b>1.00</b>	<b>SUMA ALZADA COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>1,636,365.58</b>
1.01	A1-MOVILIZACIÓN	54,060.00
1.02	A2-INDUCCION	24,051.87
1.03	A3-DESMOVILIZACIÓN	49,280.00
1.04	A4-GASTOS GENERALES DIRECTOS	857,808.86
1.05	A5-GASTOS GENERALES INDIRECTOS	263,589.33
1.06	A6-UTILIDAD	367,847.50
1.07	A7-BOLETA DE GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	10,874.01
1.08	A8-BOLETA DE GARANTIA DE TRABAJO EJECUTADO	10,874.01
<b>2.00</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>2,959,728.18</b>
2.01	HORMIGONES	760,490.54
2.02	ESTRUCTURAS	233,883.00
2.03	EQUIPOS	1,417,279.62
2.04	TUBERIAS	334,528.30
2.05	ELECTRICIDAD	291,927.00
2.06	INSTRUMENTACIÓN	147,022.13
2.07	PARTIDAS GENERALES	34,795.00
2.08	COMISIONAMIENTO	23,140.00
2.09	PARTIDAS ADICIONALES	400,662.59
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>4,596,093.76</b>

**Fuente: Proyecto de Expansión 160K**

En la tabla N° 9 se muestra el desglose de los precios a suma alzada costos indirectos, éstos son la movilización y desmovilización de los materiales y equipos, la inducción los gastos generales directos e indirectos, la utilidad, la boleta de garantía de cumplimiento de contrato y la boleta de garantía de trabajo ejecutado.

**Tabla N° 9: Precios a suma alzada**

<b>PRECIOS A SUMA ALZADA</b>				
<b>ITEM</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>A1</b>	<b>MOVILIZACIÓN</b>			<b>54,060.00</b>
	FLETES DE:			
	Contenedores	1	1,650.00	1,650.00
	Mobiliario e instalación faenas	1	1,500.00	1,500.00
	Grúa 200 Tn	1	31,750.00	31,750.00
	Grúa de 80 Tn	1	7,500.00	7,500.00
	Grúa Torre	1	5,060.00	5,060.00
	Grúa de 30 Tn	1	300.00	300.00
	Man lift	1	300.00	300.00
	Equipos civiles	4	300.00	1,200.00
	Materiales	8	600.00	4,800.00
<b>A2</b>	<b>INDUCCION</b>			<b>24,051.87</b>
	INDUCCION			24,051.87
<b>A3</b>	<b>DESMOVILIZACIÓN</b>			<b>49,280.00</b>
	FLETES DE:			
	Contenedores	1	1,650.00	1,650.00
	Mobiliario e instalación faenas	1	1,500.00	1,500.00
	Grúa 200 Tn	1	31,750.00	31,750.00
	Grúa de 80 Tn	1	7500	7500
	Grúa Torre	1	5060	5060
	Grúa de 30 Tn	1	300	300
	Man lift	1	300	300
	Equipos civiles	4	300	1200
<b>A4</b>	<b>GASTOS GENERALES DIRECTOS</b>			<b>857,808.86</b>
	Gastos Generales Directos			857,808.86
<b>A5</b>	<b>GASTOS GENERALES INDIRECTOS</b>			<b>263,589.33</b>
	Gastos Generales Indirectos			263,589.33
<b>A6</b>	<b>UTILIDAD</b>			<b>367,847.50</b>
	Utilidad			367,847.50
<b>A7</b>	<b>BOLETA DE GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO</b>			<b>10,874.01</b>
	Boleta de Garantía de fiel cumplimiento del contrato			10,874.01
<b>A8</b>	<b>BOLETA DE GARANTIA DE TRABAJO EJECUTADO</b>			<b>10,874.01</b>
	Boleta de Garantía de trabajo ejecutado			10,874.01
	<b>TOTAL DE PRECIOS A SUMA ALZADA (\$)</b>			<b>1,638,365.58</b>

**Fuente: Proyecto de Expansión 160K**

En la tabla N° 10 se muestran los Gastos Generales Indirectos desglosados como son los gastos de fianzas, de impuestos e intereses; de la oficina central y otros.

**Tabla N° 10: Gastos generales indirectos y utilidad**

<b>GASTOS GENERALES INDIRECTOS Y UTILIDAD</b>				
<b>ITEM</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1.0</b>	<b>FIANZA-IMPUESTOS-INTERESES</b>			<b>32,029.08</b>
	Endoso poliza de seguros			1,135.00
	Carta Fianza por adelanto			822.87
	SENCICO (Impuesto a la construcción)			9,873.59
	Costo Financiero			10,274.89
	ITF (Impuesto de Transacciones Financieras)			9,922.73
<b>2.0</b>	<b>OFICINA CENTRAL</b>			<b>201,495.73</b>
	Gastos de Oficina General			201,495.73
<b>3.0</b>	<b>OTROS</b>			<b>30,364.52</b>
	Gastos de Entrenamiento			3,323.92
	PLANOS AS BUILT			2,270.00
	Otros Gastos			1,135.00
	Gastos de Asesoría Técnica y maniobras MARTIN CONTRERAS			23,335.60
	<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS(\$)</b>			<b>263,589.33</b>

**Fuente: Proyecto de Expansión 160K**

### **5.1.1 Análisis de precios unitarios de montaje y desmontaje**

En la tabla N°11 se detalla los precios unitarios del desmontaje de estructura y de las parrillas de piso, estos costos comprenden materiales y suministros; equipos herramientas y combustible; y mano de obra.

**Tabla N° 11: Precios unitarios- desmontaje de estructura**

2.9.1		Estructuras	8978.32	kg	3.98	35,733.71
^Código	^Descripción		Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
D22120263	Estructuras Desmontaje		1	kg		
Materiales y Suministros						
440000000	SUMINISTRO DE TERRENO GENERAL		0.06326	HH	0.35	0.02
Equipos, Herramientas y Combustibles						
854050000	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS INVENTARIABLES (E.H.I)		0.06326	HH	0.52	0.03
Mano de Obra						
922001000	CUADRILLA ESTRUCTURAS		0.06326	HH	5.21	0.33
Sub-Partidas						
A08220100	EQUIPO MENOR MTJE. ESTRUCTURA		0.06326	HH	2.78	0.18
A08220501	EQUIPO MAYOR MONTAJE ESTRUCTURAS - AREA 30		0.001	TON	3,245.00	3.25
A02500011	PREPARACION Y ENTRENAMIENTO CUADRILLAS ESTRUCTURAS		0.06326	HH	2.61	0.17
Precio Total (\$)						3.98
Precio Unitario (\$)						3.98
2.9.2		Parrillas de Piso	912	kg	3.92	3,575.04
^Código	^Descripción		Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
D22150264	Parrillas de Piso Desmontaje		1	kg		
Materiales y Suministros						
440000000	SUMINISTRO DE TERRENO GENERAL		0.05921	HH	0.37	0.02
Equipos, Herramientas y Combustibles						
854050000	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS INVENTARIABLES (E.H.I)		0.05921	HH	0.56	0.03
Mano de Obra						
922001000	CUADRILLA ESTRUCTURAS		0.05921	HH	5.20	0.31
Sub-Partidas						
A08220100	EQUIPO MENOR MTJE. ESTRUCTURA		0.05921	HH	2.78	0.16
A08220501	EQUIPO MAYOR MONTAJE ESTRUCTURAS - AREA 30		0.001	TON	3,245.00	3.25
A02500011	PREPARACION Y ENTRENAMIENTO CUADRILLAS ESTRUCTURAS		0.05921	HH	2.60	0.15
Precio Total (\$)						3.92
Precio Unitario (\$)						3.92

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

En la tabla N°12 se detallan los precios unitarios del desmontaje de los intercambiadores de calor C-201 y C-201A, estos costos comprenden materiales y suministros; equipos, herramientas y combustible; mano de obra y subpartidas.

**Tabla N° 12: Precios unitarios- desmontaje de intercambiadores**

Desmontaje de Intercambiador C 201		1	und	99,407.70	99,407.70
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
D24810889	Desmontaje de Intercambiador C 201	1	und		
<b>Materiales y Suministros</b>					
440000000	SUMINISTRO DE TERRENO GENERAL	5555.2	HH	0.33	1,833.22
<b>Equipos, Herramientas y Combustibles</b>					
854050000	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS INVENTARIABLES (E.H.I.)	5555.2	HH	0.55	3,055.36
<b>Mano de Obra</b>					
923001000	CUADRILLA MECANICA GENERAL	5555.2	HH	5.54	30,775.81
<b>Sub-Partidas</b>					
A08230100	EQUIPO MENOR MONTAJE MECANICO GENERAL	5555.2	HH	0.81	4,499.71
A08224506	EQUIPO MA Y OR MONTAJE MECANICO GENERAL - AREA 30	130	TON	439.41	57,123.30
A08234100	MA TERIAL MENOR MONTAJE MECANICO	130	TON	16.31	2,120.30
Precio Total (\$)					99,407.70
Precio Unitario (\$)					99,407.70
<b>Desmontaje de Intercambiador C 201 A</b>					
Desmontaje de Intercambiador C 201 A		1	und	99,407.70	99,407.70
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
D24810890	Desmontaje de Intercambiador C 201 A	1	und		
<b>Materiales y Suministros</b>					
440000000	SUMINISTRO DE TERRENO GENERAL	5555.2	HH	0.33	1,833.22
<b>Equipos, Herramientas y Combustibles</b>					
854050000	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS INVENTARIABLES (E.H.I.)	5555.2	HH	0.55	3,055.36
<b>Mano de Obra</b>					
923001000	CUADRILLA MECANICA GENERAL	5555.2	HH	5.54	30,775.81
<b>Sub-Partidas</b>					
A08230100	EQUIPO MENOR MONTAJE MECANICO GENERAL	5555.2	HH	0.81	4,499.71
A08224506	EQUIPO MA Y OR MONTAJE MECANICO GENERAL - AREA 30	130	TON	439.41	57,123.30
A08234100	MA TERIAL MENOR MONTAJE MECANICO	130	TON	16.31	2,120.30
Precio Total (\$)					99,407.70
Precio Unitario (\$)					99,407.70

**Fuente: Proyecto de Expansión 160K**

En la tabla N°13 se detallan los precios unitarios del montaje de los intercambiadores de calor 7530H, 7555H y 7557H, estos costos comprenden materiales y suministros; subcontratos, equipos, herramientas y combustible; mano de obra y subpartidas.

Tabla N° 13: Precios unitarios- montaje de intercambiadores

3.4.1	Montar un intercambiador frío ? 7530H. Incluido el aislamiento	1	c/u	97,888.93	97,888.93
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
D23220373	Montar un intercambiador frío ? 7530H. Incluido el aislamiento	1	c/u		
Materiales y Suministros					
440000000	SUMINISTRO DE TERRENO GENERAL	4448	HH	0.33	1,467.84
Subcontratos					
629000295	SUBCONTRATO AISLAMIENTO ITEM 3.4.1	1	GB	24,838.57	24,838.57
Equipos, Herramientas y Combustibles					
854050000	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS INVENTARIABLES (E.H.I.)	4448	HH	0.55	2,446.40
Mano de Obra					
923001000	CUADRILLA MECANICA GENERAL	4448	HH	5.54	24,641.92
Sub-Partidas					
A08224506	EQUIPO MAYOR MONTAJE MECANICO GENERAL - AREA 30	62.6928	TON	439.41	27,547.84
A08230100	EQUIPO MENOR MONTAJE MECANICO GENERAL	4448	HH	0.81	3,602.88
A08234100	MATERIAL MENOR MONTAJE MECANICO	62.6928	TON	16.31	1,022.52
A02500012	PREPARACION Y ENTRENAMIENTO CUADRILLAS MECANICAS	4448	HH	2.77	12,320.96
Precio Total (\$)					97,888.93
Precio Unitario (\$)					97,888.93
3.4.2	Montar un intercambiador frío de recalentamiento ? 7557H. Incluido el aislamiento	1	c/u	87,185.85	87,185.85
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
D23220374	Montar un intercambiador frío de recalentamiento ? 7557H. Incluido el aislamiento	1	c/u		
Materiales y Suministros					
440000000	SUMINISTRO DE TERRENO GENERAL	4448	HH	0.33	1,467.84
Subcontratos					
629000296	SUBCONTRATO AISLAMIENTO ITEM 3.4.2	1	GB	22,019.67	22,019.67
Equipos, Herramientas y Combustibles					
854050000	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS INVENTARIABLES (E.H.I.)	4448	HH	0.55	2,446.40
Mano de Obra					
923001000	CUADRILLA MECANICA GENERAL	4448	HH	5.54	24,641.92
Sub-Partidas					
A08224506	EQUIPO MAYOR MONTAJE MECANICO GENERAL - AREA 30	45.3923	TON	439.41	19,945.83
A08230100	EQUIPO MENOR MONTAJE MECANICO GENERAL	4448	HH	0.81	3,602.88
A08234100	MATERIAL MENOR MONTAJE MECANICO	45.3923	TON	16.31	740.35
A02500012	PREPARACION Y ENTRENAMIENTO CUADRILLAS MECANICAS	4448	HH	2.77	12,320.96
Precio Total (\$)					87,185.85
Precio Unitario (\$)					87,185.85
3.4.3	Montar un intercambiador de SO3 intermedio ? 7555H. Incluido el aislamiento	1	c/u	59,618.12	59,618.12
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
D23220375	Montar un intercambiador de SO3 intermedio ? 7555H. Incluido el aislamiento	1	c/u		
Materiales y Suministros					
440000000	SUMINISTRO DE TERRENO GENERAL	3128	HH	0.33	1,032.24
Subcontratos					
629000297	SUBCONTRATO AISLAMIENTO ITEM 3.4.3	1	GB	16,006.11	16,006.11
Equipos, Herramientas y Combustibles					
854050000	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS INVENTARIABLES (E.H.I.)	3128	HH	0.55	1,720.40
Mano de Obra					
923001000	CUADRILLA MECANICA GENERAL	3128	HH	5.54	17,329.12
Sub-Partidas					
A08224506	EQUIPO MAYOR MONTAJE MECANICO GENERAL - AREA 30	27.0605	TON	439.41	11,890.65
A08230100	EQUIPO MENOR MONTAJE MECANICO GENERAL	3128	HH	0.81	2,533.68
A08234100	MATERIAL MENOR MONTAJE MECANICO	27.0605	TON	16.31	441.36
A02500012	PREPARACION Y ENTRENAMIENTO CUADRILLAS MECANICAS	3128	HH	2.77	8,664.56
Precio Total (\$)					59,618.12
Precio Unitario (\$)					59,618.12

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

Finalmente en la tabla N°14 se muestran los precios unitarios del transporte de intercambiadores de calor existentes 201 y 201A hacia el almacén y de los nuevos intercambiadores de calor 7557H, 7530H y el 7555H hacia la zona de montaje.

**Tabla N° 14: Precios unitarios- transporte de intercambiadores**

	Transporte de intercambiadores existentes TAG201 y 201A a almacen	1	gl	13,200.00	13,200.00
<b>^Código</b>	<b>^Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>^Unid</b>	<b>^P. Unit.</b>	<b>^Total</b>
A07220893	Transporte de Intercambiadores existentes TAG201 y 201A a almacen	1	gl		
<b>Subcontratos</b>					
629000340	TRANSPORTE INTERCAMBIADOR EXISTENTE A ALMACEN	1	GB	13,200.00	13,200.00
	Precio Total (\$)				13,200.00
	Precio Unitario (\$)				13,200.00
	Transporte de intercambiadores nuevos TAG 7557H, 7530H, 7555H a zona de	1	gl	11,550.00	11,550.00
<b>^Código</b>	<b>^Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>^Unid</b>	<b>^P. Unit.</b>	<b>^Total</b>
A07220894	Transporte de Intercambiadores nuevos TAG 7557H, 7530H, 7555H a zc	1	gl		
<b>Subcontratos</b>					
629000341	TRANSPORTE INTERCAMBIADOR NUEVO A ZONA DE MONTAJE	1	GB	11,550.00	11,550.00
	Precio Total (\$)				11,550.00
	Precio Unitario (\$)				11,550.00

**Fuente: Proyecto de Expansión 160K**

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

1. Se logró desarrollar adecuadamente el desmontaje y montaje de Intercambiadores de Calor en la Planta de Acido de la Refinería de Zinc de Cajamarquilla.
2. Se elaboró el procedimiento de desmontaje y montaje cumpliendo con los estándares de Calidad y Seguridad del Proyecto, tomando en consideración la revisión oportuna de los planos de montaje, las inspecciones preliminares de los equipos a instalar, la verificación de los recursos, la estrategia de izaje, el estudio topográfico y verificación de los materiales.
3. La selección y verificación de los equipos de levante y maniobras se llevó a cabo de acuerdo a los planos, procedimientos y diagramas.
4. Se utilizaron bases técnicas y experimentales para la ejecución de las actividades de izaje, maniobras y operación de grúas.
5. El proceso estándar de trabajo para asegurar que las actividades de izaje sean seguras en los proyectos de Montaje Electromecánico fueron establecidas adecuadamente y por tanto no hubo retraso en la ejecución de la obra ni incidentes que alteraran el cronograma de actividades.

## 7.2 Recomendaciones

1. El personal en contacto con una grúa debe poseer conocimientos básicos sobre ella, en cuanto a funcionamiento, operación y medidas de seguridad a adoptar en cada caso.
2. Los que trabajan directamente con la grúa en la instalación, mantención y operación deben ser personas especialmente calificadas.
3. El operador de una grúa debe cumplir con ciertos requisitos físicos y psicológicos que lo capaciten para realizar una correcta labor.
4. El *rigger* debido a la importancia que tiene en el manejo de las cargas debe contar con una preparación adecuada y certificada porque además de guiar al operador mediante el uso de señales debe realizar las operaciones estrobado o eslingado de las cargas a izar.
5. El proceso de selección del tipo de grúa, que se utilizara en un determinado proyecto, debe llevarse a cabo en forma responsable por un equipo que maneje información adecuada sobre las distintas posibilidades.
6. La decisión final debe corresponder a aquella grúa, que mejor se adapte a las necesidades en cuanto a capacidad de levante, alcance, altura, condiciones seguras y ubicación de la obra y que ante todo represente una buena inversión.

## VII. REFERENCIALES

1. ALVA CHINCHA, Javier Alberto. **Montaje De Una Columna De Vacío De 150 TN Para Una Refinería De Petróleo.** Informe de competencia profesional para obtener título profesional. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2015
2. HUAYLLA DIAZ, Darwin William. **Montaje de estructuras metálicas de naves industriales en la nueva planta de mantenimiento FL Smidth-Arequipa.** Tesis de grado. Arequipa. Universidad Nacional San Agustín. 2014.
3. ARMAS CUEVA, Francisco Martin. **Evaluación de la seguridad e impacto ambiental en la ejecución de obras de construcción civil y montaje electromecánica en minería.** Informe de competencia profesional para obtener título profesional. Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo. 2017
4. FRANCIA GARNIQUE, Pedro Ricardo. **Mejoramiento del sistema de operación de dos grúas tipo torre en la construcción del Gran teatro Nacional de Lima.** Informe de experiencia laboral para obtener título profesional. Universidad Nacional del Callao. 2013
5. SSK. **Una empresa SIGDO KOPPERS.** Disponible en: <http://www.ssk.com.pe/es>. Consultada el 28 de febrero 2018.

6. **BECHTEL CHILE LTDA. Procedimiento de construcción para operaciones de trabajo de rigging.** Rev. 3. 2007.
7. **SK CAPACITACIÓN. Manejo de cargas con grúas y equipos de izar (Riggers).** S.f.
8. **CROSBY GROUP INC Catálogo Grilletes 2** pág. 59. 2011.
9. **MOVITECNICA – EQUIPOS DE IZAJE. Conoce 3 tipos de tecles manuales: cable, cadena y palanca.** Disponible en: <http://www.movitecnica.com.pe/equipos-de-izaje/conoce-3-tipos-de-tecles-manuales-cable-cadena-y-palanca/>. Consultada el 28 de febrero 2018.
10. **TECNICABLES.CL. Tecla Tirfor 0.8 - 1.6 - 3.2 Tons.**  
Disponible en: [http://www.tecnicables.cl/Fichas/fichas\\_accesorios / elementos\\_traccion.pdf](http://www.tecnicables.cl/Fichas/fichas_accesorios_elementos_traccion.pdf). Consultada el 28 de febrero del 2018.
11. **SUMIMSA.COM.MX. Cables y Accesorios de Izaje.**  
Disponible en: <http://www.sumimsa.com.mx/catalogo/izaje.pdf>  
Consultada el 28 de febrero del 218.
12. **INFORMATIVO. Fundiciones y refinerías más importantes del Perú.** Minería 422 pág. 28. S.F.
13. **VOTORANTIM METAIS CAJAMARQUILLA S.A. Plan de cierre de la refinería de Cajamarquilla. Informe conceptual.** 2006.
14. **SSK. Contrato de Construcción CC-008 “Parada de Planta”, para el proyecto de Expansión 160K.** 2006.

15. CERRÓN FERNÁNDEZ, Delvis y TICONA ZEGARRA, Jersson. **SGS. Normas aplicables a maquinaria pesada, equipos y accesorios de izaje. S.F.**
16. LA ROSA VÁSQUEZ, Giuliano. AMECO CHILE S.A. **Manual de prácticas de izaje. S.F.**
17. FRANCISCO PUYOSA, Audy. **Requerimientos Internacionales para Izamiento seguro de cargas. S.F.**
18. REBOLLEDO, Carlos. **Capacitación Riggers y Operadores SSK – ANTAMINA. S.F.**
19. **El ácido sulfúrico.** Disponible en:  
<http://www.100ciaquimica.net/temas/tema11 /punto7b.htm>  
Consultada el 30 de marzo del 2018

## VIII. ANEXOS Y PLANOS

Anexo 1. Estrobos

Anexo 2. Grilletes

Anexo 3. Plan de Ejecución de Rigging del desmontaje- Etapa 1

Anexo 4. Plan de Ejecución de Rigging del desmontaje- Etapa 2

Anexo 5. Plan de Ejecución de Rigging del desmontaje- Etapa 3

Anexo 6. Plano desmontaje de intercambiadores frio.

Anexo 7: Permisos de trabajo grúa GOTTWALD

Anexo 8: Permisos de trabajo grúa TEREX

Anexo 9. Especificaciones técnicas de la grúa GOTTWALD

Anexo 10. Diagrama P& D – GAS Expansión de la Planta Acido.

Anexo 11. Diagrama de Flujo Expansión de la planta de Acido

Anexo 12. Código de Señales Oficiales para grúas.

Anexo 13. Planta Acido Refinería Cajamarquilla

Anexo 14. Horas hombre estructura

Anexo 15. Horas hombre mecánica

Anexo 16. Horas hombre totales

Anexo 17. Metas y objetivos –Programa de Seguridad y salud

Anexo 18. Planilla de evaluación de riesgos

Anexo 19. Descripción de equipos

Anexo 20. Gantt personal Indirecto

Anexo 21. Resumen de obras ejecutadas y en ejecución

Anexo 22. Lista de verificación Medio ambiente

Anexo 23. Reporte de derrame ambiental

Anexo 24. Lista de procedimientos y formatos aplicables - Plan de calidad

Anexo 25. Efecto del viento

Anexo 26. Tabla de carga

Anexo 27. Características de intercambiadores de calor - Planta de refinería de Cajamarquilla.

# Anexo 1. Estrobos

Modelo B						
Estrobo de 2 Brazos						
Código	milímetros	pulgadas	Tons. 30'	Tons. 45'	Tons. 60'	Argolla Perla A-341
SMID10500037	6.35	1/4"	0.65	0.91	1.1	1/2"
SMID10500038	7.64	5/16"	1	1.4	1.5	1/2"
SMID10500039	9.53	3/8"	1.4	2	2.5	3/4"
SMID10500040	11.11	7/16"	1.9	2.7	3.4	7/8"
SMID10500041	12.7	1/2"	2.5	3.6	4.4	1"
SMID10500042	14.3	9/16"	3.2	4.5	5.5	1-1/4"
SMID10500043	15.9	5/8"	3.9	5.5	6.8	1-1/4"
SMID10500044	19.05	3/4"	5.6	7.9	9.7	1-1/4"
SMID10500045	22.23	7/8"	7.6	11	13	1-3/2"
SMID10500046	25.4	1"	9.8	14	17	1"
SMID10500047	28.6	1-1/8"	12	17	21	1-3/4"
SMID10500048	31.75	1-1/4"	15	21	26	2"
SMID10500049	34.93	1-3/8"	18	25	31	2"
SMID10500050	38.1	1-1/2"	21	30	37	2-1/4"
SMID10500051	41.27	1-5/8"	24	35	42	2-1/2"
SMID10500052	44.45	1-3/4"	28	40	49	2-1/2"
SMID10500053	47.62	1-7/8"	33	46	56	2-3/4"
SMID10500054	50.8	2"	37	52	63	2-3/4"

Fuente: Catálogo Suminsa

CARGAS SEGURAS DE TRABAJO (S.W.L.) CON FACTOR DE SEGURIDAD 5:1 ESTROBOS SUPERLOOP CON CASQUILLO DE ACERO CROSBY S- 505								
DIÁMETRO DEL CABLE (Nominal)	AXIAL	30°	60°	90°	120°			
	T.M.	T.M.	T.M.	T.M.	T.M.	T.M.	T.M.	T.M.
6.50	1/4"	0.60	0.44	1.20	1.18	1.04	0.85	0.60
8.00	5/16"	0.92	0.68	1.84	1.78	1.59	1.30	0.92
9.50	3/8"	1.37	1.01	2.74	2.64	2.37	1.93	1.37
11.00	7/16"	1.85	1.37	3.70	3.57	3.20	2.61	1.85
13.00	1/2"	2.42	1.79	4.84	4.67	4.19	3.41	2.42
14.50	9/16"	3.04	2.25	6.08	5.87	5.26	4.29	3.04
16.00	5/8"	3.74	2.77	7.48	7.22	6.47	5.27	3.74
19.00	3/4"	5.34	3.95	10.68	10.31	9.24	7.53	5.34
22.00	7/8"	7.22	5.34	14.44	13.93	12.49	10.18	7.22
26.00	1"	9.38	6.94	18.76	18.10	16.23	13.23	9.38
29.00	1-1/8"	11.80	8.73	23.60	22.77	20.41	16.64	11.80
32.00	1-1/4"	14.50	10.73	29.00	27.99	25.09	20.45	14.50
35.00	1-3/8"	17.42	12.89	34.84	33.62	30.14	24.56	17.42
38.00	1-1/2"	20.60	15.24	41.20	39.76	35.64	29.05	20.60
45.00	1-3/4"	27.80	20.57	55.60	53.65	48.09	39.20	27.80
52.00	2"	36.00	26.64	72.00	69.48	62.28	50.76	36.00
57.00	2-1/4"	44.80	33.15	89.60	86.48	77.50	63.17	44.80
64.00	2-1/2"	65.76	48.66	131.52	126.92	113.76	92.72	65.76
70.00	2-3/4"	78.48	58.08	156.96	151.47	135.77	110.68	78.48
77.00	3"	92.64	68.55	185.28	178.80	160.27	130.62	92.64

Fuente: Catálogo Crosby

**CARGA SEGURA DE TRABAJO (SWL) EN TM DEL ESTROBO DE CADENA FACTOR DE SEGURIDAD 4:1 SEGÚN ANSI B30.9**

TAMARO DE CADENA						Grosby ALEACIÓN QT	
						BRAZO SENCILLO TAMARO ESLABÓN MAESTRO	BRAZO DOBLE TAMARO DEL ESLABÓN MAESTRO
CADENA GR5 FACTOR DE SEGURIDAD 4:1	AXIAL	ENGANCHE DE DOS BRAZOS O ENGANCHE TIPO CESTO	ÁNGULO DE LA ESLINGA 60 GRADOS	ÁNGULO DE LA ESLINGA 45 GRADOS	ÁNGULO DE LA ESLINGA 30 GRADOS		
1/4 - 0/32	1.89	3.78	2.74	2.22	1.89	1/2	1/2
3/8	2.22	4.44	3.53	2.84	2.22	3/4	3/4
1/2	2.44	4.88	3.91	3.13	2.44	1	1
5/8	2.71	5.42	4.22	3.37	2.71	1 1/4	1 1/4
3/4	2.94	5.87	4.52	3.61	2.94	1 1/2	1 1/2
7/8	3.11	6.22	4.77	3.81	3.11	1 3/4	1 3/4
1	3.28	6.56	5.02	4.01	3.28		
1 1/4	3.60	7.20	5.49	4.36	3.60		

**CADENA - INFORMACION**

INSPECCIÓN Y FUERA DE SERVICIO SEGÚN ANSI B30.9

INSPECCIÓN FRECUENTE

- REVISAR DIARIAMENTE LA CADENA Y LOS ACCESORIOS PARA OBSERVAR SI HAY DESGASTE, MELLAS, FISURAS, FRACTURAS, HENDIDURAS, DILATACIÓN, SALPICADURAS DE METAL FUNDIDO, DECOLORACIÓN POR EXCESO DE TEMPERATURA Y ABERTURA DEL CUELLO EN LOS GANCHOS.

- LOS ESLABONES DE LAS CADENAS Y LOS ACCESORIOS DEBEN MOVERSE LIBREMENTE EN LOS ESLABONES ADYACENTES.
- LOS SEGUROS PARA GANCHO, SI SE TIENEN, DEBEN MOVERSE LIBREMENTE Y POSICIONARSE SIN QUE EXISTA EVIDENCIA DE DEFORMACIÓN.

INSPECCIÓN PERIÓDICA - REGISTROS DE INSPECCIONES OBLIGATORIAS

- SERVICIO NORMAL - ANUALMENTE
- SERVICIO SEVERO - MENSUALMENTE

ESTA INSPECCIÓN INCLUIRÁ TODO LO CORRESPONDIENTE A UNA INSPECCIÓN FRECUENTE. CADA ESLABÓN Y ACCESORIO TERMINAL DEBE EXAMINARSE INDIVIDUALMENTE, CUIDANDO DE EXPONER LAS SUPERFICIES DE LOS ESLABONES INTERNOS Y ACCESORIOS DE LA CADENA.

- LOS ESLABONES DESGASTADOS NO DEBEN EXCEDER LOS VALORES DADOS EN LA TABLA 1 O RECOMENDADOS POR EL FABRICANTE.
- LAS MELLAS Y HENDIDURAS TRANSVERSALES Y PRONUNCIADAS DEBEN PULIRSE POR EMERILLADO Y LA PROFUNDIDAD DEL EMERILLADO NO DEBE EXCEDER LOS VALORES DE LA TABLA 1.
- LOS GANCHOS DEBEN SER INSPECCIONADOS SEGÚN ANSI B30.10
- LOS SEGUROS DE LOS GANCHOS, SI SE TIENEN, DEBEN POSICIONARSE CORRECTAMENTE, GIRAR LIBRES Y MANTENER SU PRESIÓN.

**TABLA 1**

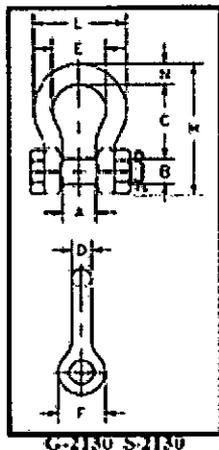
**DESGASTE MÁXIMO PERMITIDO EN CUALQUIER PUNTO DEL ESLABÓN**

CADENA NORMAL O SECCIÓN TRANSVERSAL DEL ESLABÓN CONECTOR	DIÁMETRO EN MILÍMETROS DEL DESGASTE MÁXIMO PERMITIDO
0/32	0.9
3/8	1.3
1/2	1.7
5/8	2.1
3/4	2.6
7/8	2.9
1	3.4
1 1/4	4.2

**CONSULTAR ANSI B30.9 PARA OBTENER TODOS LOS DETALLES. NO SE RECOMIENDA ÁNGULO HORIZONTAL DE ESTROBOS INFERIORES A 30 GRADOS**

Fuente: Catálogo Crosby

Anexo 2. Grilletes



Tamaño nom. del grillete (pulg)	Carga límite de trabajo (t)	No. de parte		Peso de cau (lbs.)	Dimensiones (pulg)											Tolerancia ±	
		G-2130	S-2130		A	B	C	D	E	F	H	L	N	C	A		
3/16	1/31	1019464	-	.06	.38	.25	.88	.19	.60	.55	1.47	.88	.19	.06	.06		
1/4	1/22	1019468	-	.11	.37	.31	1.13	.25	.78	.31	1.84	1.29	.25	.08	.08		
5/16	3/4	1019464	-	.22	.53	.38	1.22	.31	.84	.75	2.09	1.47	.31	.06	.06		
3/8	1	1019478	-	.33	.66	.44	1.44	.38	1.03	.81	2.49	1.78	.38	.13	.06		
7/16	1-1/2	1019471	-	.49	.75	.50	1.69	.44	1.16	1.06	2.91	2.03	.44	.13	.06		
1/2	2	1019472	1019481	.78	.81	.63	1.88	.50	1.31	1.19	3.28	2.31	.50	.13	.06		
5/8	3-1/4	1019490	1019506	1.68	1.06	.75	2.38	.63	1.69	1.50	4.18	2.84	.69	.13	.06		
3/4	4-3/4	1019515	1019524	2.72	1.25	.88	2.81	.75	2.00	1.61	4.97	3.50	.81	.25	.06		
7/8	6-1/2	1019538	1019542	3.25	1.44	1.00	3.31	.88	2.28	2.09	5.83	4.03	.87	.25	.06		
1	8-1/2	1019551	1019560	5.66	1.69	1.13	3.75	1.00	2.69	2.38	6.56	4.69	1.06	.25	.06		
1-1/8	9-1/2	1019579	1019588	8.27	1.81	1.25	4.25	1.13	2.91	2.69	7.47	5.10	1.25	.25	.06		
1-1/4	12	1019587	1019604	11.71	2.03	1.38	4.69	1.25	3.25	3.00	8.25	5.75	1.38	.25	.06		
1-3/8	13-1/2	1019613	1019622	15.63	2.25	1.50	5.25	1.38	3.63	3.41	9.16	6.38	1.50	.25	.13		
1-1/2	17	1019631	1019640	20.60	2.38	1.63	5.75	1.50	3.68	3.63	10.00	6.88	1.62	.25	.13		
1-3/4	25	1019659	1019668	33.91	2.88	2.00	7.00	1.75	5.00	4.19	12.34	8.86	2.25	.25	.13		
2	35	1019677	1019686	52.25	3.25	2.25	7.75	2.00	5.75	4.81	13.68	9.87	2.40	.25	.13		
2-1/2	55	1019695	1019702	98.25	4.13	2.75	10.50	2.62	7.25	5.69	17.84	12.87	3.13	.25	.25		
3	85	1019711	-	154.00	5.00	3.25	13.00	3.00	7.68	6.50	21.50	14.36	3.62	.25	.25		
3-1/2	120	1019739	-	265.00	5.25	3.75	14.63	3.62	9.00	8.00	24.63	15.50	4.12	.25	.25		
4	150	1019757	-	338.00	5.50	4.25	16.50	4.10	10.00	9.00	25.89	16.42	4.58	.25	.25		

Fuente: Catalogo Crosby Pag. 61

COMPONENTES PARA MONTAJE											10		
GRILLETES				TEMPLEADO Y REVERENDO			GANCHOS				TEMPLEADO Y REVERENDO		
CON PASADOR ROSCADO Y TIPO PERNO		GRILLETE AL CARBONO		GRILLETE DE ALEACION		GANCHO DE BOPIGA		GANCHO GIRATORIO		GANCHO DE OJO		FACTOR DE SEGURIDAD	
TIPO PERNO		FACTOR DE SEGURIDAD		FACTOR DE SEGURIDAD		CARGA SEGURA		CARGA SEGURA		CARGA SEGURA		ABERTURA DEL CUELLO	
6:1		6:1		6:1		CARGA SEGURA		CARGA SEGURA		CARGA SEGURA		A-A	
DIAMETRO NOMINAL DEL CUERPO (PULG.)	AL CARBONO CARGA SEGURA DE TRABAJO (SWL) TM	ALEACION CARGA SEGURA DE TRABAJO (SWL) TM	DIAMETRO INTERIOR DEL PASADOR (MM)	DIAMETRO DEL PASADOR (MM)	AL CARBONO CARGA SEGURA DE TRABAJO (SWL) TM	CODIGO	ALEACION CARGA SEGURA DE TRABAJO (SWL) TM	CODIGO	ABERTURA DEL CUELLO (MM)	INDICADOR DEFORMACION A-A			
3/16	0.33		9.85	8.35	0.75	DC	1.60	DA	22.25	1.80			
1/4	0.50		11.84	7.87	1.00	FC	1.50	FA	24.64	1.80			
5/16	0.75		13.46	9.05	1.50	GC	2.00	GA	25.40	2.00			
3/8	1.00	2.00	16.78	11.19	2.00	HC	3.00	HA	28.45	3.00			
7/16	1.50	2.60	19.05	12.70	3.00	JC	4.50	JA	29.82	3.50			
1/2	2.00	3.30	20.87	16.00	5.00	JC	7.00	JA	38.10	3.00			
5/8	3.25	5.00	26.82	19.05	7.50	KC	11.00	KA	44.45	4.00			
3/4	4.75	7.00	31.78	22.95	10.00	LC	15.00	LA	48.51	4.00			
7/8	6.50	9.50	36.58	25.40	15.00	NC	22.00	NA	58.85	5.00			
1	8.50	12.50	42.93	26.70	20.00	OC	30.00	OA	62.85	6.50			
1 1/8	9.50	15.00	45.87	31.75	25.00	PC	37.00	PA	76.20	7.00			
1 1/4	12.00	19.00	51.56	35.05	30.00	BC	45.00	BA	85.85	8.00			
1 3/8	15.00	21.00	57.15	35.10	40.00	TC	60.00	TC	104.63	10.00			
1 1/2	17.00	30.00	60.45	41.40									

\* EL GANCHO DE OJO CON AHORA ESTA CLASIFICADO PARA 6 TONELADAS

ASEGURARSE DE QUE EL PASADOR ESTE BIEN ROSCADO ANTES DE LEVANTAR CADA CARGA USAR GRILLETES TIPO PERNO PARA INSTALACIONES PERMANENTES

ANGULO INCLUIDO MÁXIMO DE 120 GRADOS

NO CARGAR AL COSTADO CON GRILLETES DE PASADOR REDONDO USAR GRILLETES DE PASADOR ROSCADO O TIPO PERNO PARA UNIR EL ESTRODO

ANGULO INCLUIDO MÁXIMO DE 80 GRADOS

NO CARGAR AL COSTADO NO CARGAR EN LA PUNTA NO CARGAR AL REVES

GANCHO DE OJO

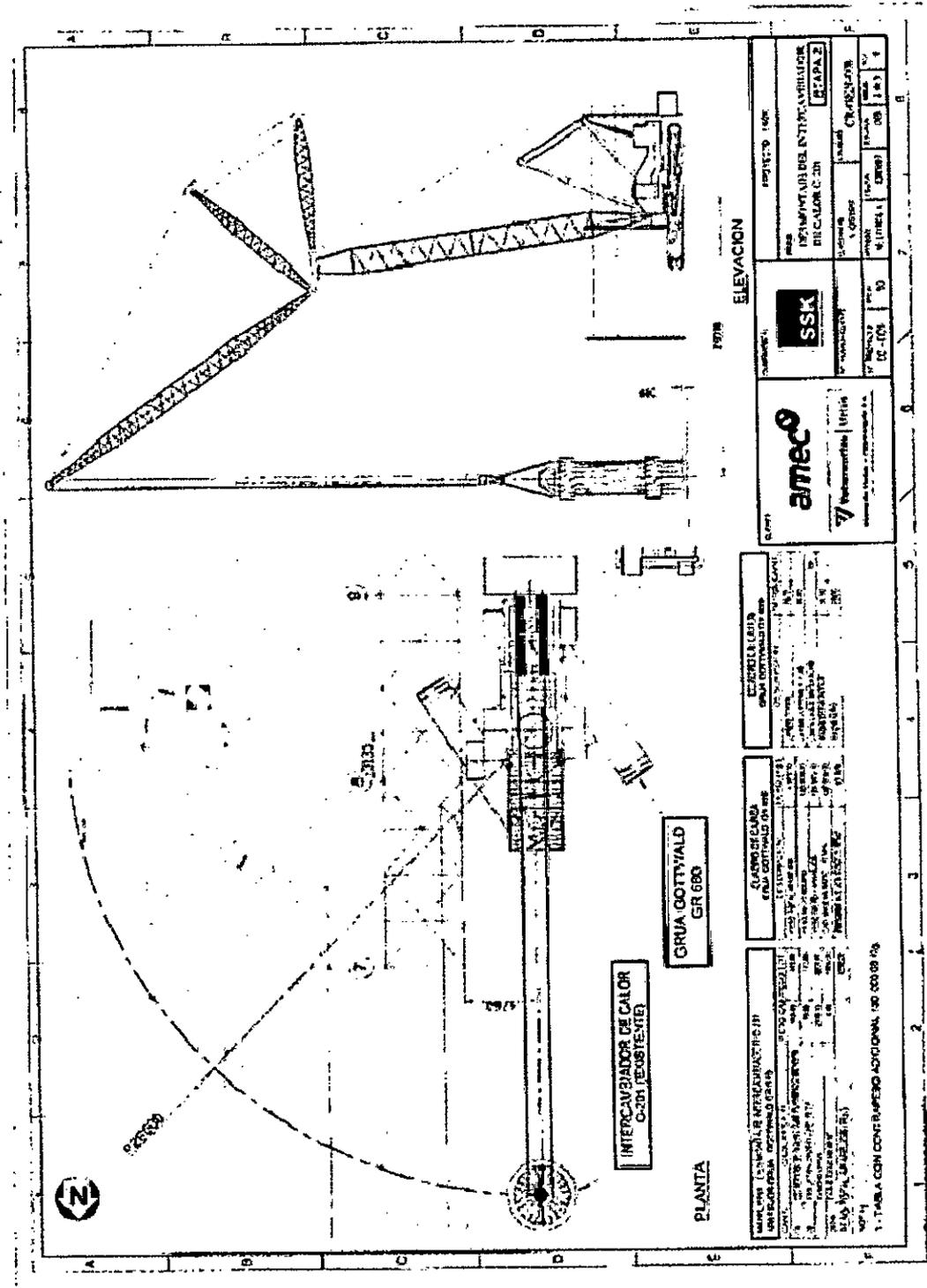
PARA MÁS INFORMACIÓN, LEER EL CATALOGO

PARA MÁS INFORMACIÓN, LEER LAS ADVERTENCIAS DEL PRODUCTO DEL GRUPO

Fuente: Catalogo Crosby

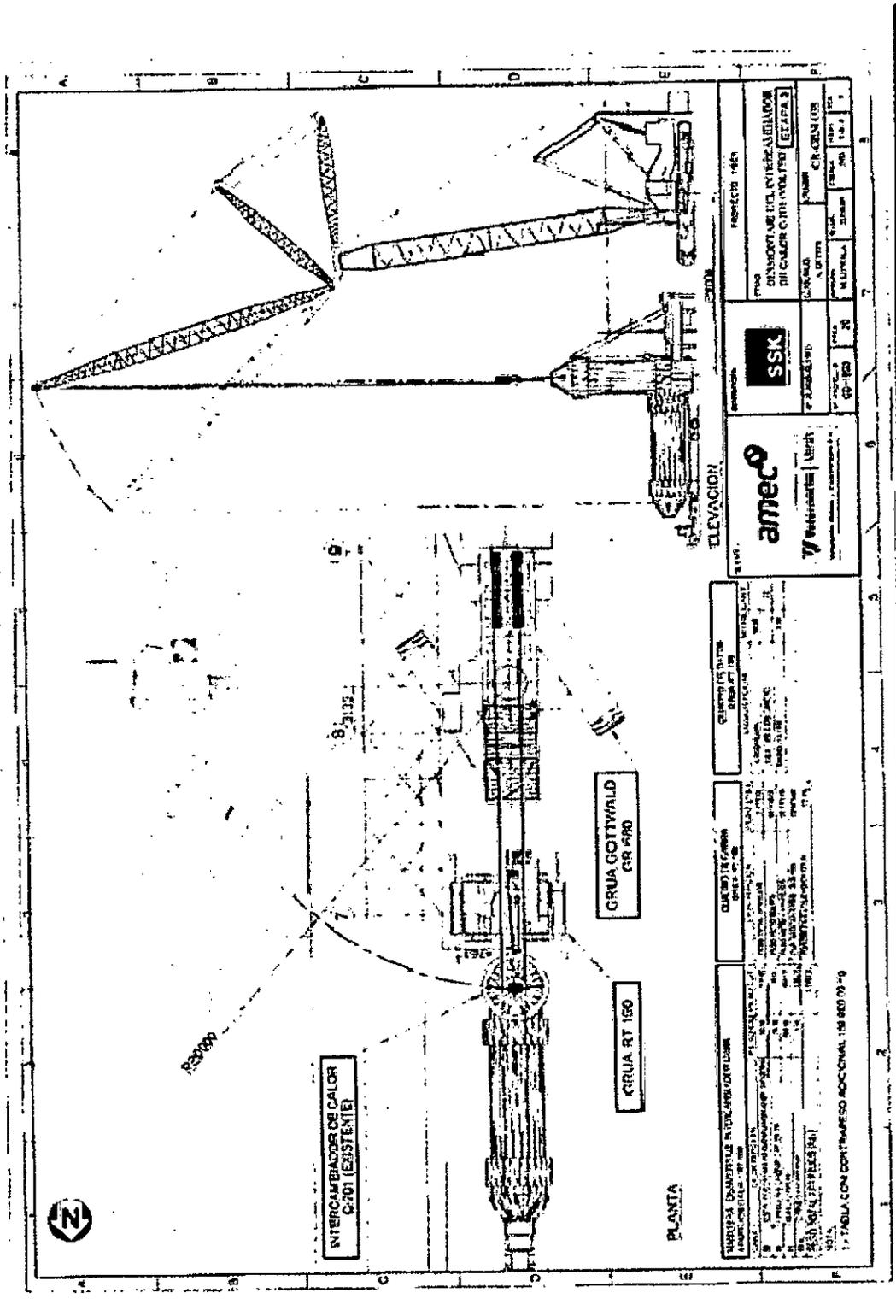


## Anexo 4. Plan de Ejecución de Rigging del desmontaje- Etapa 2



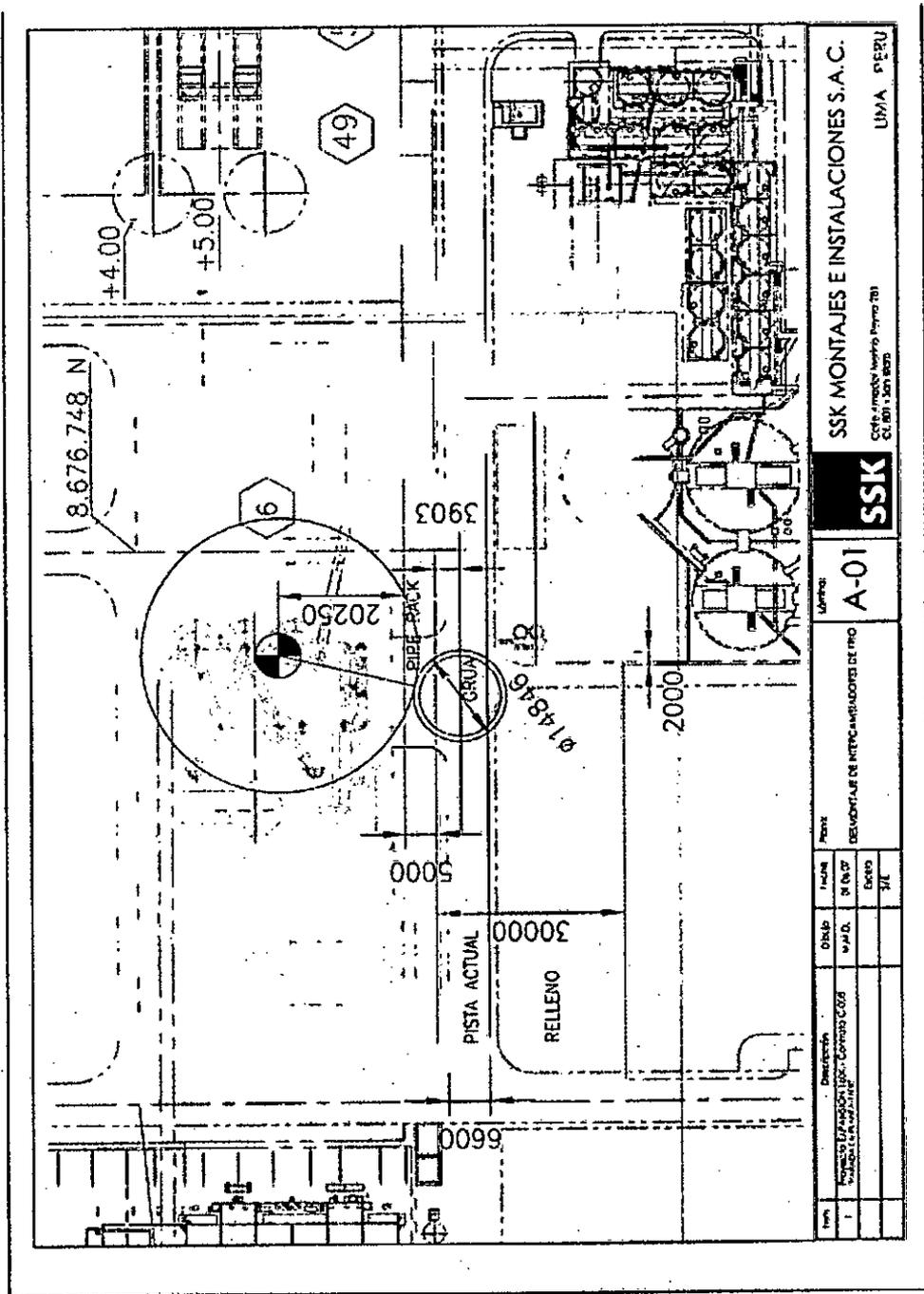
Fuente: Proyecto 160K

### Anexo 5. Plan de Ejecución de Rigging del desmontaje- Etapa 3



Fuente: Proyecto 160K

Anexo 6. Plano desmontaje de intercambiadores frio.



<b>SSK</b> SSK MONTAJES E INSTALACIONES S.A.C. Calle 4 av. Pisco, Pasaje Primavera 781 CL 001 1 3001 8070 LIMA PERU	
Descripción: DESMONTAJE DE INTERCAMBIADORES DE FRIO	Punto: A-01
Fecha: 1	Ingreso de O.P. Estado 3/A
Origen: 30000	Fecha: 30000
Descripción: PISTA ACTUAL	Fecha: RELLENO

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

## Anexo 7: Permisos de trabajo grúa GOTTWALD

PROYECTO: <b>PARADA DE PLANTA</b>	NUMERO DE PROYECTO: <b>CC 008</b>	FECHA DE IZAJE: <b>AGO. 29-2007</b>	HORA DE IZAJE: <b>11:00 A.M.</b>	LUGAR DE IZAJE: <b>P DE ACIDO - AREA 30</b>
FABRICANTE DE GRUA: <b>GOTTWALD</b>	NUMERO DE MODELO: <b>600 TM</b>	NUMERO DE SERIE:	TOTAL DE PLUMAS/ LONGITUD DEL PLUMIN (METROS.) AL MOMENTO DE IZAJE: <b>35.00m</b>	
RADIO MAXIMO DURANTE EL IZAJE (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION): <b>27.42m</b>		DIRECCION Y GRADO DE OSCILACION: <b>NORTE 90° ESTE</b>		
ELEVACION DE IZAJE: <b>23.00 m MAX 1.00 m MIN</b>	ANGULO DE PLUMA: <b>70° AL RECOGER 70° AL COLOCAR</b>	CAPACIDAD GRUA SEGÚN FABRICANTE: <b>89 TON</b>		
SE UTILIZARA UN PLUMIN? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	LONGITUD (MT): PESO (KILOS):	LEVANTAMIENTO ( ) COLOCACION: ( )	TAMAÑO Y CONDICIÓN DEL REGULADOR DE AIRE:	
PESO DE LOS COMPONENTES: <b>62.7 TON</b>		DESCRIPCION DE LA CARGA Y PESO: <b>66.786 TON</b>		
EXTENSIÓN DE PLUMA O PLUMIN: <b>-</b>		<b>INTERCAMBIADOR 7530H</b>		
BOLA DE PLUMIN Y GANCHO: <b>-</b>		QUIEN DETERMINO EL PESO DE CARGA E IZAJE: <b>CONSTRUCCION SSK</b>		
PUNTO SUPERIOR DE PLUMA: <b>-</b>		CARGA DE IZAJE TOTAL (TOTAL DE BLOKES 16 & 17): <b>66.786 TON</b>		
PUNTO SUPERIOR DE LA BOLA GANCHO: <b>-</b>		PORCENTAJE DE UTILIZACION DE GRUA: <b>75%</b>		
BLOQUE DE CARGA: <b>2.2 TON</b>		FACTOR DE SEGURIDAD DE RIGGING 5 A 1: <b>5:1</b>		
ESTROBOS Y EQUIPO DE IZAJE DIVERSO: <b>1.886 TON</b>		CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): <b>BUENAS</b>		
CABLÉ DE ACERO DEBAJO DEL EXTREMO (SI APLICA): <b>-</b>		CONDICIONES DEL SUELO: <b>ADECUADAS 100%</b>		
VIGA DE IZAJE O BARRAS: <b>-</b>		CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): <b>BUENAS</b>		
TOTAL <b>66.786 TON</b>		CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): <b>BUENAS</b>		
NECESITA ROTULAR LINEAS?: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	PARTES DEL CABLE SOBRE EL BLOQUE: <b>N/A</b>		CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): <b>BUENAS</b>	
PELIGROS ELECTRICOS (SI ES ASI EXPLIQUE):			CONDICIONES DEL SUELO: <b>ADECUADAS 100%</b>	
PELIGROS BAJO TIERRA? (SI ES ASI EXPLIQUE):	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	OTROS PELIGROS? (SI ES ASI EXPLIQUE):		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
EL IZAMIENTO SERA DIRIGIDO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	NOMBRE DEL RIGGER: <b>ISACC HUALLPA</b>		NOMBRE DEL GUARDAVIA:	
<b>FIRMAS</b>				
OPERADOR:		SUPERVISOR DE LA TAREA: <b>RUBEN FLORES</b>		
SUPERVISOR DEL EQUIPO:		REPRESENTANTE HSE: <b>FLAVIO VENTURA</b>		
SUPERVISOR DE RIGGING: <b>PEDRO ARIZAPANA</b>		JEFE DE TERRENO: <b>MANUEL LOYOLA ZAVALA</b>		

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

PROYECTO: PARADA DE PLANTA	NUMERO DE PROYECTO: CC 008	FECHA DE IZAJE: AGO. 24-2007	HORA DE IZAJE: 16:00 HORAS	LUGAR DE IZAJE: P DE ACIDO - AREA 30
FABRICANTE DE GRUA: GOTTWALD	NUMERO DE MODELO: 600 TM	NUMERO DE SERIE: .....	TOTAL DE PLUMAS/ LONGITUD DEL PLUMIN (METROS.) AL MOMENTO DE IZAJE: 35.00m	
RADIO MAXIMO DURANTE EL IZAJE (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION): 24.00 m		DIRECCION Y GRADO DE OSCILACION: NORTE 90° ESTE		
ELEVACION DE IZAJE: 23.00 m MAX 1.00 m MIN	ANGULO DE PLUMA: -70° AL RECOGER -70° AL COLOCAR	CAPACIDAD GRUA SEGÚN FABRICANTE: 69.00 TON		
SE UTILIZARA UN PLUMIN? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	LONGITUD (MT): PESO (KILOS):	LEVANTAMIENTO ( ) COLOCACION: ( )	TAMAÑO Y CONDICIÓN DEL REGULADOR DE AIRE:	
PESO DE LOS COMPONENTES:	28.00 TON	DESCRIPCION DE LA CARGA Y PESO: 31.026 TON		
EXTENSION DE PLUMA O PLUMIN:	--	INTERCAMBIADOR 7555H		
BOLA DE PLUMIN Y GANCHO:	--	QUIEN DETERMINO EL PESO DE CARGA E IZAJE:		
PUNTO SUPERIOR DE PLUMA:	--	CONSTRUCCION SSK		
PUNTO SUPERIOR DE LA BOLA GANCHO:	--	CARGA DE IZAJE TOTAL (TOTAL DE BLOKES 16 & 17):		
BLOQUE DE CARGA:	2.200 TON	31.026 TON		
ESTROBOS Y EQUIPO DE IZAJE DIVERSO:	0.826 TON	PORCENTAJE DE UTILIZACION DE GRUA:		
CABLE DE ACERO DEBAJO DEL EXTREMO (SI APLICA):	--	45,0%		
VIGA DE IZAJE O BARRAS:	--	FACTOR DE SEGURIDAD DE RIGGING 5 A 1:		
TOTAL	31.026 TON	5:1		
NECESITA ROTULAR LINEAS?: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	PARTES DEL CABLE SOBRE EL BLOQUE: N/A	CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): BUENAS		
PELIGROS ELECTRICOS (SI ES ASI EXPLIQUE):		CONDICIONES DEL SUELO: ADECUADAS 100%		
PELIGROS BAJO TIERRA? (SI ES ASI EXPLIQUE):	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	OTROS PELIGROS? (SI ES ASI EXPLIQUE):		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
EL IZAMIENTO SERA DIRIGIDO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	NOMBRE DEL RIGGER: ISACC HUALLPA	NOMBRE DEL GUARDAVIA:		
<b>FIRMAS</b>				
OPERADOR:		SUPERVISOR DE LA TAREA: RUBEN FLORES		
SUPERVISOR DEL EQUIPO:		REPRESENTANTE HSE: FLAVIO VENTURA		
SUPERVISOR DE RIGGING: PEDRO ARIZAPANA		JEFE DE TERRENO: OSWALDO ROJAS LOPEZ		

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

PROYECTO: PARADA DE PLANTA	NUMERO DE PROYECTO: CC 008	FECHA DE IZAJE: AGO. 29-2007	HORA DE IZAJE: 11:00 A.M.	LUGAR DE IZAJE: P DE ACIDO - AREA 30
FABRICANTE DE GRUA: GOTTWALD	NUMERO DE MODELO: 600 TM	NUMERO DE SERIE:	TOTAL DE PLUMAS/ LONGITUD DEL PLUMIN (METROS.) AL MOMENTO DE IZAJE: 35.00m	
RADIO MAXIMO DURANTE EL IZAJE (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION): 27.42m		DIRECCION Y GRADO DE OSCILACION: NORTE 90° ESTE		
ELEVACION DE IZAJE: 23.00 m MAX 1.00 m MIN	ANGULO DE PLUMA: 70° AL RECOGER 70° AL COLOCAR	CAPACIDAD GRUA SEGÚN FABRICANTE: 89 TON		
SE UTILIZARA UN PLUMIN? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	LONGITUD (MT): PESO (KILOS):	LEVANTAMIENTO ( ) COLOCACION: ( )	TAMAÑO Y CONDICIÓN DEL REGULADOR DE AIRE:	
PESO DE LOS COMPONENTES:	62.7 TON	DESCRIPCION DE LA CARGA Y PESO: 66.786 TON		
EXTENSION DE PLUMA O PLUMIN:	--	INTERCAMBIADOR 7557H		
BOLA DE PLUMIN Y GANCHO:	--	QUIEN DETERMINO EL PESO DE CARGA E IZAJE:		
PUNTO SUPERIOR DE PLUMA:	--	CONSTRUCCION SSK		
PUNTO SUPERIOR DE LA BOLA GANCHO:	--	CARGA DE IZAJE TOTAL( TOTAL DE BLOKES 16 & 17):		
BLOQUE DE CARGA:	2.2 TON	66.786 TON		
ESTROBOS Y EQUIPO DE IZAJE DIVERSO:	1.886 TON	PORCENTAJE DE UTILIZACION DE GRUA:		
CABLE DE ACERO DEBAJO DEL EXTREMO (SI APLICA):	--	75%		
VIGA DE IZAJE O BARRAS:	--	FACTOR DE SEGURIDAD DE RIGGING 5 A 1:		
TOTAL	66.786 TON	5:1		
NECESITA ROTULAR LINEAS?: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	PARTES DEL CABLE SOBRE EL BLOQUE: N/A	CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): BUENAS		
PELIGROS ELECTRICOS (SI ES ASI EXPLIQUE):		CONDICIONES DEL SUELO: ADECUADAS 100%		
PELIGROS BAJO TIERRA? (SI ES ASI EXPLIQUE):	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	OTROS PELIGROS? (SI ES ASI EXPLIQUE):		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
EL IZAMIENTO SERA DIRIGIDO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	NOMBRE DEL RIGGER: ISACC HUALLPA	NOMBRE DEL GUARDAVIA:		
<b>FIRMAS</b>				
OPERADOR:	SUPERVISOR DE LA TAREA: RUBEN FLORES			
SUPERVISOR DEL EQUIPO:	REPRESENTANTE HSE: FLAVIO VENTURA			
SUPERVISOR DE RIGGING: PEDRO ARIZAPANA	JEFE DE TERRENO: MANUEL LOYOLA ZAVALETA			

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

PROYECTO: PARADA DE PLANTA	NUMERO DE PROYECTO: CC 008	FECHA DE IZAJE: AGO. 24-2007	HORA DE IZAJE: 16:00 P.M.	LUGAR DE IZAJE: P DE ACIDO - AREA 30
FABRICANTE DE GRUA: GOTTWALD	NUMERO DE MODELO: 600 TM	NUMERO DE SERIE:	TOTAL DE PLUMAS/ LONGITUD DEL PLUMIN (METROS.) AL MOMENTO DE IZAJE: 35.00m	
RADIO MAXIMO DURANTE EL IZAJE (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION): 30.00 m		DIRECCION Y GRADO DE OSCILACION: NORTE 90° ESTE		
ELEVACION DE IZAJE: 23.00 m MAX 1.00 m MIN	ANGULO DE PLUMA: 70° AL RECOGER 70° AL COLOCAR	CAPACIDAD GRUA SEGÚN FABRICANTE: 137.00 TON		
SE UTILIZARA UN PLUMIN? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	LONGITUD (MT): PESO (KILOS):	LEVANTAMIENTO ( ) COLOCACION: ( )	TAMAÑO Y CONDICIÓN DEL REGULADOR DE AIRE:	
PESO DE LOS COMPONENTES:	120.00 TON	DESCRIPCION DE LA CARGA Y PESO: 124.372 TON		
EXTENSION DE PLUMA O PLUMIN:	-	INTERCAMBIADOR C201		
BOLA DE PLUMIN Y GANCHO:	-	QUIEN DETERMINO EL PESO DE CARGA E IZAJE:		
PUNTO SUPERIOR DE PLUMA:	-	CONSTRUCCION SSK		
PUNTO SUPERIOR DE LA BOLA GANCHO:	-	CARGA DE IZAJE TOTAL (TOTAL DE BLOKES 16 & 17):		
BLOQUE DE CARGA:	2.200 TON	123.372 TON		
ESTROBOS Y EQUIPO DE IZAJE DIVERSO:	2.172 TON	PORCENTAJE DE UTILIZACION DE GRUA:		
CABLE DE ACERO DEBAJO DEL EXTREMO (SI APLICA):	-	90,80%		
VIGA DE IZAJE O BARRAS:	-	FACTOR DE SEGURIDAD DE RIGGING 5 A 1:		
TOTAL	124.372 TON	5:1		
NECESITA ROTULAR LINEAS?: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	PARTES DEL CABLE SOBRE EL BLOQUE: N/A	CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): BUENAS		
PELIGROS ELECTRICOS (SI ES ASI EXPLIQUE):		CONDICIONES DEL SUELO: ADECUADAS 100%		
PELIGROS BAJO TIERRA? (SI ES ASI EXPLIQUE):	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	OTROS PELIGROS? (SI ES ASI EXPLIQUE):	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
EL IZAMIENTO SERA DIRIGIDO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	NOMBRE DEL RIGGER: ISACC HUALLPA	NOMBRE DEL GUARAVIA:		
<b>FIRMAS</b>				
OPERADOR:	SUPERVISOR DE LA TAREA: RUBÉN FLORES			
SUPERVISOR DEL EQUIPO:	REPRESENTANTE HSE: FLAVIO VENTURA			
SUPERVISOR DE RIGGING: PEDRO ARIZAPANA	JEFE DE TERRENO: OSWALDO ROJAS LOPEZ			

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

PROYECTO: PARADA DE PLANTA	NUMERO DE PROYECTO: CC 008	FECHA DE IZAJE: AGO. 24-2007	HORA DE IZAJE: 16:00 P.M.	LUGAR DE IZAJE: P DE ACIDO - AREA 30
FABRICANTE DE GRUA: GOTTWALD	NUMERO DE MODELO: 600 TM	NUMERO DE SERIE:	TOTAL DE PLUMAS/ LONGITUD DEL PLUMIN (METROS.) AL MOMENTO DE IZAJE: 35.0 m	
RADIO MAXIMO DURANTE EL IZAJE (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION): 27.42 m		DIRECCION Y GRADO DE OSCILACION: NORTE 90° ESTE		
ELEVACION DE IZAJE: 23.00 m MAX 1.00 m MIN	ANGULO DE PLUMA: 70° AL RECOGER 70° AL COLOCAR	CAPACIDAD GRUA SEGÚN FABRICANTE: 147.00 TON		
SE UTILIZARA UN PLUMIN? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	LONGITUD (MT): PESO (KILOS):	LEVANTAMIENTO ( ) COLOCACION: ( )	TAMAÑO Y CONDICIÓN DEL REGULADOR DE AIRE:	
PESO DE LOS COMPONENTES:	120.00 TON	DESCRIPCION DE LA CARGA Y PESO: 124.372 TON		
EXTENSION DE PLUMA O PLUMIN:	--	INTERCAMBIADOR C201A		
BOLA DE PLUMIN Y GANCHO:	--	QUIEN DETERMINO EL PESO DE CARGA E IZAJE:		
PUNTO SUPERIOR DE PLUMA:	--	CONSTRUCCION SSK		
PUNTO SUPERIOR DE LA BOLA GANCHO:	--	CARGA DE IZAJE TOTAL ( TOTAL DE BLOKES 16 & 17):		
BLOQUE DE CARGA:	2.200 TON	124.372 TON		
ESTROBOS Y EQUIPO DE IZAJE DIVERSO:	2.172 TON	PORCENTAJE DE UTILIZACION DE GRUA:		
CABLE DE ACERO DEBAJO DEL EXTREMO (SI APLICA):	--	84.6%		
VIGA DE IZAJE O BARRAS:	--	FACTOR DE SEGURIDAD DE RIGGING 5 A 1:		
TOTAL	124.372 TON	5:1		
NECESITA ROTULAR LINEAS?: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	PARTES DEL CABLE SOBRE EL BLOQUE: N/A		CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): BUENAS	
PELIGROS ELECTRICOS (SI ES ASI EXPLIQUE):			CONDICIONES DEL SUELO: ADECUADAS 100%	
PELIGROS BAJO TIERRA? (SI ES ASI EXPLIQUE):	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	OTROS PELIGROS? (SI ES ASI EXPLIQUE):		
EL IZAMIENTO SERA DIRIGIDO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	NOMBRE DEL RIGGER: ISACC HUALLPA		NOMBRE DEL GUARDAVIA:	
<b>FIRMAS</b>				
OPERADOR:		SUPERVISOR DE LA TAREA: RUBEN FLORES		
SUPERVISOR DEL EQUIPO:		REPRESENTANTE HSE: FLAVIO VENTURA		
SUPERVISOR DE RIGGING: PEDRO ARIZAPANA		JEFE DE TERRENO: OSWALDO ROJAS LOPEZ		

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

## Anexo 8: Permisos de trabajo grúa TEREX

PROYECTO: PARADA DE PLANTA	NUMERO DE PROYECTO: CC 008	FECHA DE IZAJE: AGO. 26-2007	HORA DE IZAJE: 16:00 P.M.	LUGAR DE IZAJE: P DE ACIDO – AREA 30
FABRICANTE DE GRUA: TEREX	NUMERO DE MODELO: 90 TM	NUMERO DE SERIE:	TOTAL DE PLUMAS/ LONGITUD DEL PLUMIN (METROS.) AL MOMENTO DE IZAJE: 40 PIES	
RADIO MAXIMO DURANTE EL IZAJE (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION): 10 PIES		DIRECCION Y GRADO DE OSCILACION: NORTE 90° ESTE		
ELEVACION DE IZAJE: _0.5 m_ MAX _0.3 m_ MIN	ANGULO DE PLUMA: _70°_ AL RECOGER _70°_ AL COLOCAR:	CAPACIDAD GRUA SEGÚN FABRICANTE: 72.575 TON		
SE UTILIZARA UN PLUMIN? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	LONGITUD (MT): PESO (KILOS):	LEVANTAMIENTO ( ) COLOCACION: ( )	TAMAÑO Y CONDICIÓN DEL REGULADOR DE AIRE:	
PESO DE LOS COMPONENTES:		55.00 TON	DESCRIPCION DE LA CARGA Y PESO: 56.17 TON	
EXTENSION DE PLUMA O PLUMIN:		--	INTERCAMBIADOR C201A	
BOLA DE PLUMIN Y GANCHO:		--	QUIEN DETERMINO EL PESO DE CARGA E IZAJE:	
PUNTO SUPERIOR DE PLUMA:		--	CONSTRUCCION SSK	
PUNTO SUPERIOR DE LA BOLA GANCHO:		--	CARGA DE IZAJE TOTAL (TOTAL DE BLOKES 16 & 17):	
BLOQUE DE CARGA:		0.700 TON	56.17 ON	
ESTROBOS Y EQUIPO DE IZAJE DIVERSO:		0.317 TON	PORCENTAJE DE UTILIZACION DE GRUA:	
CABLE DE ACERO DEBAJO DEL EXTREMO (SI APLICA):		--	77.4%	
VIGA DE IZAJE O BARRAS:		--	FACTOR DE SEGURIDAD DE RIGGING 5 A 1:	
<b>TOTAL</b>		<b>56.17 TON</b>	<b>5:1</b>	
NECESITA ROTULAR LINEAS?: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	PARTES DEL CABLE SOBRE EL BLOQUE: N/A		CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): BUENAS	
PELIGROS ELECTRICOS (SI ES ASI EXPLIQUE):			CONDICIONES DEL SUELO: ADECUADAS 100%	
PELIGROS BAJO TIERRA? (SI ES ASI EXPLIQUE):	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	OTROS PELIGROS? (SI ES ASI EXPLIQUE):		
EL IZAMIENTO SERA DIRIGIDO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	NOMBRE DEL RIGGER: ISACC HUALLPA		NOMBRE DEL GUARDAVIA:	
<b>FIRMAS</b>				
OPERADOR:		SUPERVISOR DE LA TAREA: RUBEN FLORES		
SUPERVISOR DEL EQUIPO:		REPRESENTANTE HSE: FLAVIO VENTURA		
SUPERVISOR DE RIGGING: PEDRO ARIZAPANA		JEFE DE TERRENO: OSWALDÓ ROJAS LOPEZ		

Fuente: Proyecto de Expansión 160K

PROYECTO: PARADA DE PLANTA	NUMERO DE PROYECTO: CC 008	FECHA DE IZAJE: AGO. 24-2007	HORA DE IZAJE: 16:00 HORAS	LUGAR DE IZAJE: P DE ACIDO - AREA 30
FABRICANTE DE GRUA: TEREX	NUMERO DE MODELO: 90 TM	NUMERO DE SERIE:	TOTAL DE PLUMAS/ LONGITUD DEL PLUMIN (METROS.) AL MOMENTO DE IZAJE: 39.37 PIES	
RADIO MAXIMO DURANTE EL IZAJE (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION): 10 PIES		DIRECCION Y GRADO DE OSCILACION: NORTE 90° OESTE		
ELEVACION DE IZAJE: _4.00 m_ MAX _2.00 m_ MIN	ANGULO DE PLUMA: _72°_ AL RECOGER _72°_ AL COLOCAR	CAPACIDAD GRUA SEGÚN FABRICANTE: 72,56 TON		
SE UTILIZARA UN PLUMIN? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	LONGITUD (MT): PESO (KILOS):	LEVANTAMIENTO ( ) COLOCACION: ( )	TAMAÑO Y CONDICIÓN DEL REGULADOR DE AIRE:	
PESO DE LOS COMPONENTES:		30.00 TON	DESCRIPCION DE LA CARGA Y PESO:	
EXTENSION DE PLUMA O PLUMIN:		--	INTERCAMBIADOR 7555h	
BOLA DE PLUMIN Y GANCHO:		--	QUIEN DETERMINO EL PESO DE CARGA E IZAJE:	
PUNTO SUPERIOR DE PLUMA:		--	CONSTRUCCION SSK	
PUNTO SUPERIOR DE LA BOLA GANCHO:		--	CARGA DE IZAJE TOTAL( TOTAL DE BLOKES 16 & 17):	
BLOQUE DE CARGA:		1.20 TON	16,202 TON	
ESTROBOS Y EQUIPO DE IZAJE DIVERSO:		0.50 TON	PORCENTAJE DE UTILIZACION DE GRUA:	
CABLE DE ACERO DEBAJO DEL EXTREMO (SI APLICA):		-	23%	
VIGA DE IZAJE O BARRAS:		--	FACTOR DE SEGURIDAD DE RIGGING 5 A 1:	
TOTAL		16,202 TON	5:1	
NECESITA ROTULAR LINEAS?: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	PARTES DEL CABLE SOBRE EL BLOQUE: N/A	CONDICIONES DEL CLIMA (VIENTO, LLUVIA, ETC...): BUENAS		
PELIGROS ELECTRICOS (SI ES ASI EXPLIQUE):		CONDICIONES DEL SUELO: ADECUADAS 100%		
PELIGROS BAJO TIERRA? (SI ES ASI EXPLIQUE):	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	OTROS PELIGROS? (SI ES ASI EXPLIQUE):	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
EL IZAMIENTO SERA DIRIGIDO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	NOMBRE DEL RIGGER: ISACC HUALLPA	NOMBRE DEL GUARDAVIA:		
<b>FIRMAS</b>				
OPERADOR:	SUPERVISOR DE LA TAREA: RUBEN FLORES			
SUPERVISOR DEL EQUIPO:	REPRESENTANTE HSE: FLAVIO VENTURA			
SUPERVISOR DE RIGGING: PEDRO ARIZAPANA	JEFE DE TERRENO: OSWALDO ROJAS LOPEZ			

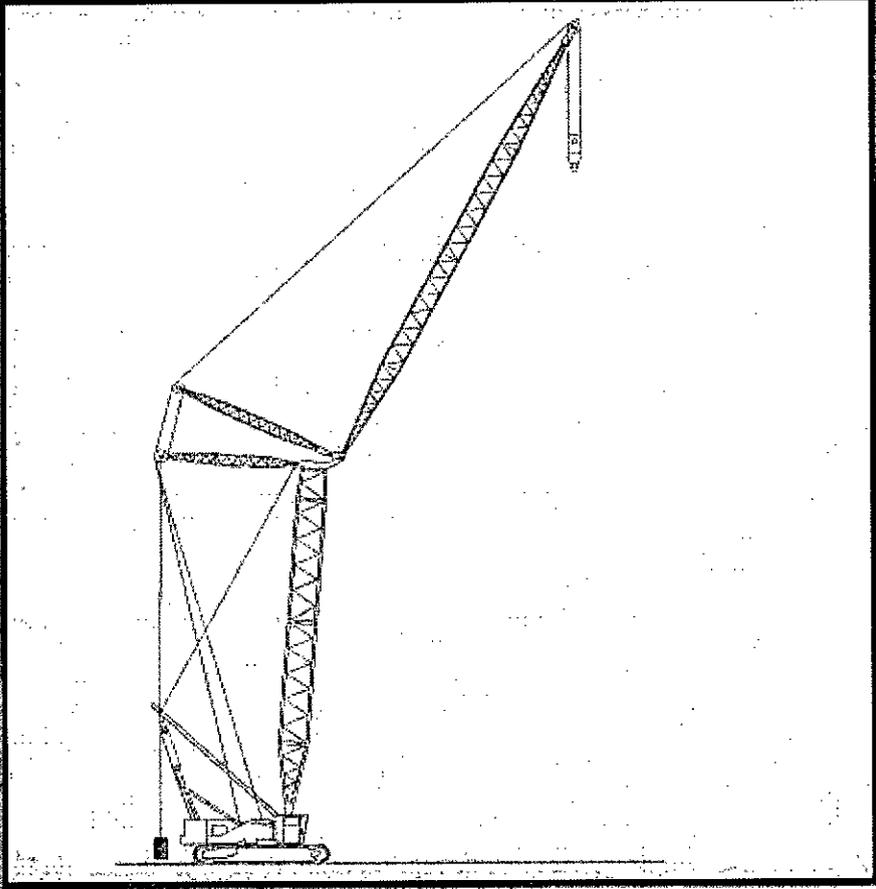
Fuente: Proyecto de Expansión 160K

Anexo 9. Especificaciones técnicas de la grúa GOTTWALD

**GOTTWALD**

**Crawler Crane** **GR 680**

III-Tower configuration  
max. Lifting capacity **600/800t**



**LEO GOTTWALD** 

P.O. BOX 130M 329 - D 4000 DÜSSELDORF, 13  
PHONE: 02 11/79 56-1, TELEX: 8 562 638  
FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

GR 680

Fuente: Catálogo GOTTWALD

**Specification data****Chassis/Crawler**

**Engine:** Cummins KT-1150-C450 6Cyl., 1150 Cubic Inch Displacement, 450 Hp@2000RPM at the flywheel.

**Carbody:** Welded steel fabrication, heavy ribbed square box design with 3.4m diameter cast alloy steel ring gear and roller. Roller path and ring gear, and cast steel king pin bolted to carbody with bolts.

**Transverse Beams:** Two welded steel fabricated transverse beams, assembled to carbody module.

**Crawler Side Frames:** Two welded steel fabrication with mounting for crawler tread drive tumbler at one end and crawler tread idler roller at the other. Intermediate rollers mounted in lower sections. Transverse beam bearing pockets located approximately 3.05m from each end and enclosed travel gear housing, integral with the crawler side frame, is located between rear transverse beam pocket and drive tumbler mounting. Crawler frame is fixed to the two transverse beams with two 10cm. pins.

**Crawler Idler:** Cast steel with double flanges, idler shaft is stationary and straddle-mounted.

**Intermediate Rollers:** Cast steel 50cm. diameter double flanged, straddle-mounted on shafts, with 16 rollers per crawler side frame.

**Crawler Gear and Tumbler:** Cast steel with straddle-mounted on stationary shaft with bronze bushings. Gear and tumbler transmit all power to crawler treads.

**Crawler Treads:** 2.20m wide and constructed of cast alloy steel end closed box section design, with center driving lug. There are 77 treads per crawler.

**Crane Superstructure**

**Frame:** One piece, deep section weldment with integral machinery side-frames

**Crane Cab:** Isolated, fully enclosed. Located to right of machinery house on power actuated bracket which permits raising, lowering or extending cab position to best operator visibility.

**Engine:** Cummins engine, water-cooled, Type VTA-1710-CR09 12 Cyl. 1710 Cubic Inch Displacement, 780Hp at 2000RPM.

**Swing Drive:** Two controlled torque converters are driven at constant input speed from transmission case.

**Boom Hoist:** Independent boom hoist. Dual-drum worm drive unit mounted on rear frame. Independently powered by variable displacement hydraulic motor, providing full range speed control.

**Gantry and Mast:** Heavy plate fabrication with box section legs.

**Counterweight:** Self removing counterweight, base, right side and left side. Total 80 t.

**Crane Equipment**

**Main Boom:** Basic boom 23m with A-frame. Extensions of 6 and 12 m lengths

**Luffing Jib:** Basic jib 29 m with rear and luffing strut, extensions of 12 m length (1 x 6 m incl. in basic jib)

**Maxi-Lift-Equipment**

**Comprising:**  
The maxi-mast,  
The counterweight tray,  
The control devices,  
The additional hoist gear with  
Rope and maxi-lift ballast.

## GR 680

**GOTTWALD** 

### Weights

#### Liftcrane:

With 25 m boom, gantry, mast and back hitch, boom hoist rigging and pedants, wire rope, basic upperworks package, counterweights, 12.25 m long crawlers with 2.20 m treads.....421.600

#### Upperworks:

Complete with basic machinery including main drums, (but not including boom hoist, gantry and back hitch, mast, front end attachments or counterweights).....72.575

Boom (25 m basic boom).....29.500

#### Gantry, Mast and Boom Hoist

Removable as one unit.....24.700

Rear Counterweight (total): .....80.000

#### Lowerworks:

Carbody Module, with king pin and roller path.....29.650

Transverse Beams (each 15.750).....31.450

PowerPlant.....5.175

Crawler Assemblies (2) with 2.20m wide crawler treads and hydraulic motor (each assembly 73.975).....147.950

---

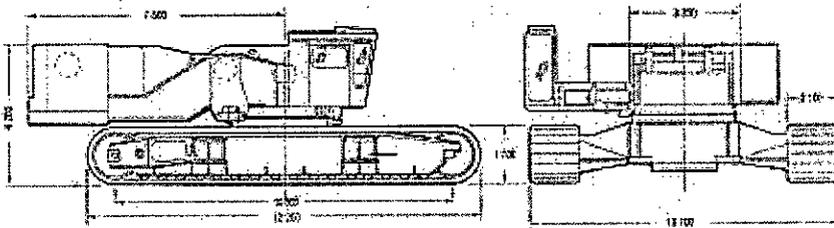
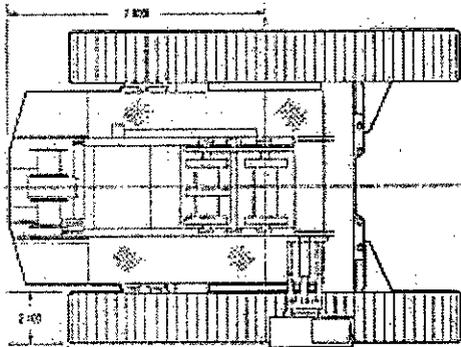
#### Note:

Weights are approximate and may vary between machines as a result of design changes and component variations.

---

Fuente: Catálogo GOTTWALD

Crane view

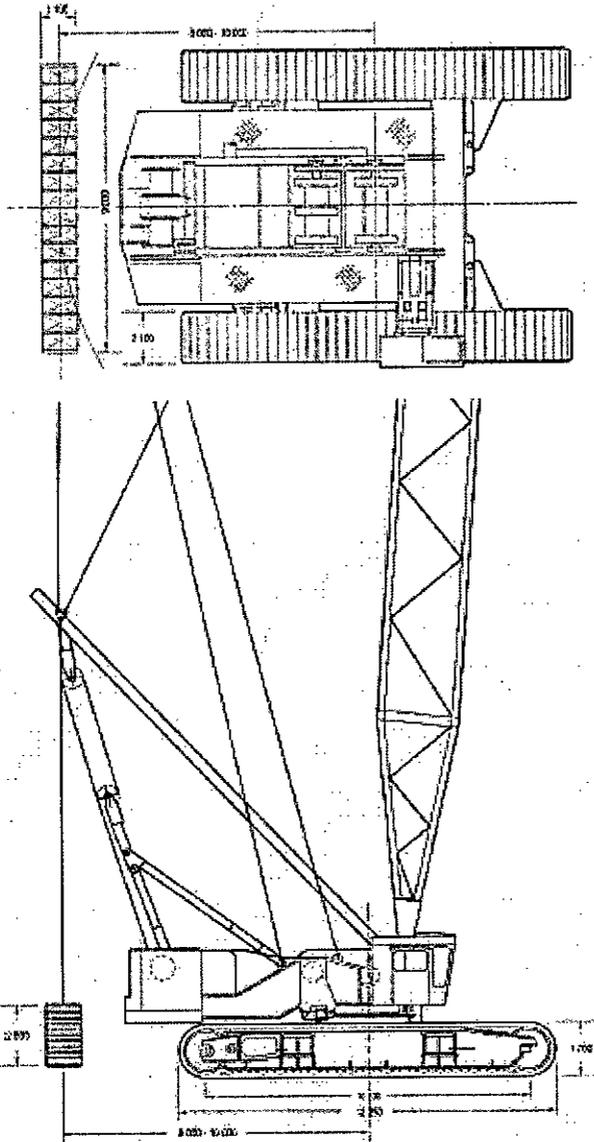


Fuente: Catálogo GOTTWALD

**GR 680**

**GOTTWALD** 

Crane view



16

Fuente: Catálogo GOTTWALD



GR 680

Lifting Capacities (t) Luffing Fly Jib

Swing Range 350°  
Counterweight Superstructure max. 60t

Tower Length m	RacI m	Luffing Fly Jib Lengths																		
		29m	35m	41m	47m	53m	59m	65m	71m	77m	83m	89m	95m							
25.75	18	91	83																	
	20	89	77	68																
	22	87	74	65	57															
	24	75	69	62	55	48														
	26	73	64	59	54	48	41													
	28	65	60	57	53	46	40	34												
	30	60	57	53	51	45	39	33	28	24										
	32	55	53	51	49	43	38	33	27	24	21									
	34		48	48	47	42	37	32	27	24	21	17								
	36		47	45	45	41	35	31	27	24	21	17	14							
	38		45	44	43	39	35	31	27	23	20	17	14							
	40			42	41	38	34	30	26	23	20	17	14							
	44			37	32	33	31	28	25	22	19	16	13							
	48				32	30	28	26	24	22	19	16	13							
	52					26	25	24	24	21	19	16	13							
	56					24	24	23	23	20	18	15	12							
	60						23	22	21	20	16	15	12							
	64							22	21	19	17	14	12							
	68								20	18	16	14	12							
	72									19	17	15	13	11						
76											14	12	11							
80												13	12	10						
84													12	10						
88														11	10					
92																			9	
Permissible wind force (m/s)		7.50 0.17	7.50 0.17	7.50 0.17	7.50 0.17	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	3.50 4.69	3.50 4.69	3.50 4.69							

Tower Length m	RacI m	Luffing Fly Jib Lengths																		
		29m	35m	41m	47m	53m	59m	65m	71m	77m	83m	89m	95m							
41.75	18	91	83																	
	20	89	77	68																
	22	87	73	65	57															
	24	74	68	62	55	48														
	26	68	63	59	54	47	40													
	28	63	59	56	53	46	39	33												
	30	58	55	53	51	45	38	33	27											
	32	55	52	50	48	43	38	32	27	24										
	34		48	48	47	42	37	32	26	23	21	17								
	36		47	45	45	40	35	31	26	23	21	17								
	38		45	44	43	39	35	31	26	23	20	17	14							
	40			42	41	38	34	30	26	23	20	17	14							
	44			37	36	33	31	28	24	22	19	16	13							
	48				31	29	27	25	24	21	19	16	13							
	52					25	25	24	23	21	19	15	12							
	56					24	23	23	22	20	18	15	12							
	60						23	22	21	20	16	15	12							
	64							21	21	19	17	14	12							
	68								20	20	18	16	14	12						
	72									19	17	15	13	11						
76										15	14	12	11							
80												12	11	10						
84													12	11	10					
88														11	10					
92																			9	
Permissible wind force (m/s)		7.50 0.17	7.50 0.17	7.50 0.17	7.50 0.17	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	3.50 4.69	3.50 4.69	3.50 4.69							

Max pressure underground 8t/m²

75% Load Capacity

Fuente: Catálogo GOTTWALD

# GR 680



## Lifting Capacities (1) Lifting Fly Jib

Swing Range 360°  
Counterweight Superstructure max. 60t  
Counterweight Max 50t

Tower Length m	Rad1 m	Lifting Fly Jib Lengths																		
		29m	33m	41m	47m	53m	59m	65m	71m	77m	83m	89m	95m							
35.75	18	134	122																	
	20	133	114	100																
	22	122	129	97	84															
	24	111	121	92	82	71														
	26	102	94	87	80	70	60													
	28	96	88	83	77	68	59	50												
	30	89	83	78	75	65	57	49	41	35										
	32	81	77	75	72	64	56	48	40	35	30									
	34		71	70	69	61	54	47	40	35	30	26								
	36			69	68	67	60	53	46	39	35	30	26	21						
	38			66	65	64	57	51	45	39	34	30	26	21	16					
	40				62	61	55	49	44	38	34	29	24	20	16	12				
	42				54	47	43	45	42	35	32	28	24	20	16	13				
	44					47	44	41	39	35	32	28	23	19						
	46						38	37	35	35	31	27	22	18						
	48							35	35	34	31	27	22	18						
	50								34	32	29	26	22	18						
	52									32	31	28	24	21	17					
	54										29	26	24	20	17					
	56											27	24	22	19	16				
58												25	22	19	16					
60													19	17	15					
62														17	14					
64															14					
66																14				
68																	14			
70																		14		
72																			13	
Permissible wind force ( m/s )		7.50 8.17	7.50 8.17	7.50 8.17	7.50 8.17	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	4.89	4.89	4.89						

Tower Length m	Rad1 m	Lifting Fly Jib Lengths																		
		29m	33m	41m	47m	53m	59m	65m	71m	77m	83m	89m	95m							
41.75	18	134	122																	
	20	131	112	100																
	22	118	127	96	84															
	24	109	120	90	82	70														
	26	100	93	86	80	69	60													
	28	92	87	82	77	68	59	49												
	30	85	82	78	75	65	56	48	40											
	32	83	77	74	71	63	55	47	39	35										
	34		71	70	69	61	54	47	39	34	30									
	36			69	68	67	59	52	46	35	34	30	25							
	38			66	65	64	57	51	45	38	34	30	25	20						
	40				62	61	55	49	44	37	33	29	24	19						
	42				54	47	43	45	42	35	32	28	24	19						
	44					45	43	40	38	35	31	28	23	19						
	46						38	36	36	34	31	27	22	18						
	48							35	34	33	31	27	22	18						
	50								34	32	32	28	24	20	16					
	52									31	31	28	25	21	17					
	54										29	26	24	20	17					
	56											27	24	22	19	16				
58												22	20	18	16					
60													18	16	15					
62														18	15					
64															15					
66																14				
68																	14			
70																		14		
72																			13	
Permissible wind force ( m/s )		7.50 8.17	7.50 8.17	7.50 8.17	7.50 8.17	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	4.89	4.89	4.89						

Max pressure underground Stations.

75% Load Capacity



# GR 680



## Lifting Capacities (t) Lifting Fly JIB

Elevating Range: 360°  
 Counterweight: Elastorestructure max. 60t  
 Counterweight: Max 150t (with heavy duty mast)

Tower Length m	Radial m	Lifting Fly JIB Lengths														
		29m	35m	41m	47m	53m	59m	65m	71m	77m	83m	89m	95m			
35.75	18	222	201													
	20	219	199	185												
	22	201	183	165	139											
	24	184	167	151	135	117										
	25	189	168	144	132	116	100									
	28	168	147	137	128	113	98	83								
	30	149	137	132	123	109	95	81	68	58						
	32	133	125	123	118	106	93	79	67	58	50					
	34		118	116	114	102	89	78	66	57	50	42				
	36		112	112	110	99	87	76	65	57	50	42	25			
	38		109	107	105	95	85	74	64	56	49	41	34			
	40			102	101	91	82	72	63	55	48	40	33			
	44			89	78	81	74	69	60	54	47	39	32			
	48				77	72	68	64	59	53	46	39	31			
	52					63	61	59	57	51	45	37	29			
	56						49	47	45	43	44	37	29			
	60							45	44	48	43	36	29			
	64								43	46	42	35	28			
	68									48	43	34	28			
	72										45	40	31	25		
76												34	28			
80													31	25		
84														28	22	
88															24	22
92																22
Permissible wind force ( m/s )		7.50 0.17	7.50 0.17	7.50 0.17	7.50 0.17	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	3.50 4.69	3.50 4.69	3.50 4.69			

Tower Length m	Radial m	Lifting Fly JIB Lengths														
		29m	35m	41m	47m	53m	59m	65m	71m	77m	83m	89m	95m			
41.75	18	222	201													
	20	217	198	185												
	22	196	177	159	138											
	24	180	165	149	135	116										
	25	185	154	143	132	118	98									
	28	162	144	135	128	112	95	81								
	30	142	135	129	123	109	93	79	68							
	32	133	127	122	118	104	91	78	65	57						
	34		118	116	114	102	89	77	64	56	50	41				
	36		112	112	110	99	86	75	63	56	50	41				
	38		109	107	105	95	83	74	62	55	49	41	34			
	40			102	101	91	82	72	61	55	48	40	33			
	44			89	87	81	74	69	60	53	47	39	32			
	48				75	71	67	63	58	53	45	39	31			
	52					62	60	58	56	51	45	37	29			
	56						48	46	45	43	44	37	29			
	60							45	44	48	43	36	29			
	64								41	41	46	42	35	28		
	68									48	48	43	39	34	28	
	72										45	40	36	31	25	
76											37	33	29	25		
80												30	27	25		
84													28	26	22	
88														25	24	22
92																22
Permissible wind force ( m/s )		7.50 0.17	7.50 0.17	7.50 0.17	7.50 0.17	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	5.33 7.11	3.50 4.69	3.50 4.69	3.50 4.69			

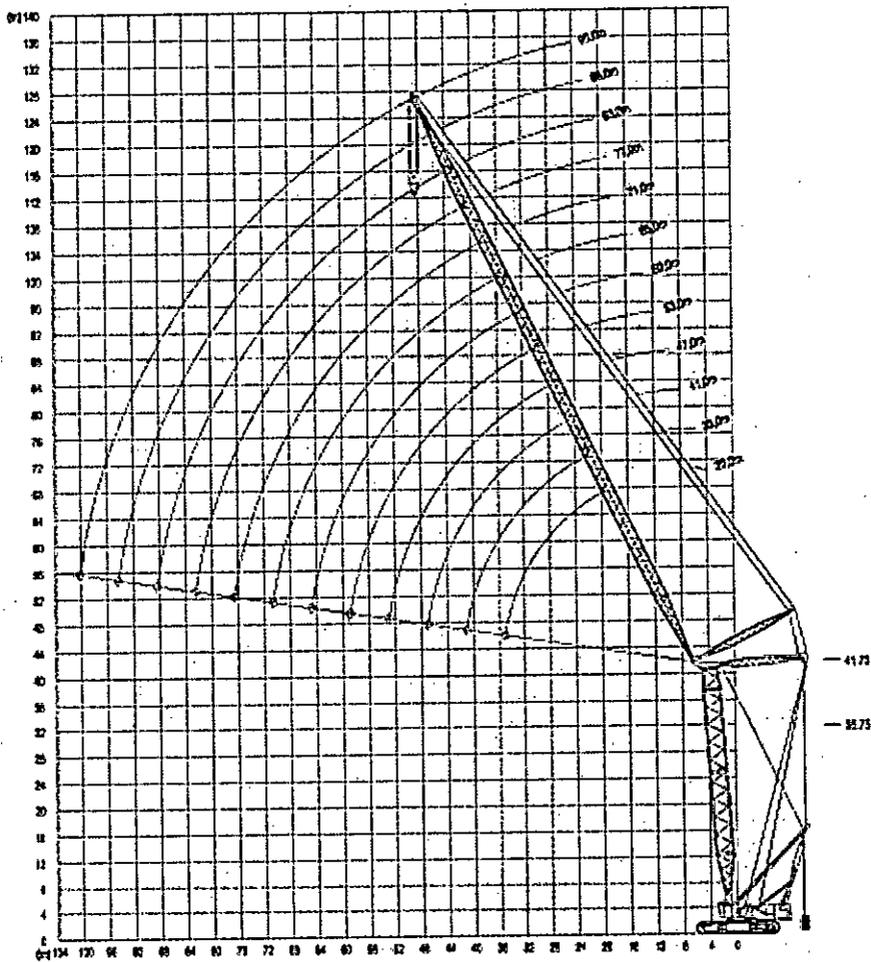
Max pressure underground 50t/m²

75% Load Capacity

Fuente: Catálogo GOTTWALD



Tower Configuration with Luffing Fly Jib



# GR 680



**Lifting Capacities (t) on Main Boom**  
 360° swivable  
 Counterweight Superstructure 130t

Rad. m	Main boom lengths															
	23m	29m	35m	41m	47m	53m	59m	65m	71m	77m	83m	89m	95m	101m	107m	113m
5	600															
6	520															
7	450															
8	322	320														
9	288	286	284													
10	259	255	247	247												
12	230	229	223	222	200											
14	196	193	190	189	188	188	148	127.1)								
16	165	164	160	159	157	157	134	118	89	80.5)						
18	145	144	140	139	138	137	116	110	87	78	71	63.1)				
20	129	128	125	124	123	122	102	100	80	74	68	62	55.4			
22	116	115	112	111	110	109	92	89	78	69	64	59	54	46	32.1)	
24	104	103	101	100	99	98	83	80	68	65	61	56	51	45	31	28
26		94	91	91	90	89	75	73	62	60	57	53	49	43	30	26
28			86	83	83	82	81	66	66	56	53	50	47	41	28	22
30				77	76	75	74	63	60	54	52	50	47	44	35	27
32					70	69	68	67	57	55	51	49	46	44	34	26
34						63	63	62	61	61	50	48	46	43	41	35
36							57	56	55	47	45	44	42	40	39	33
38								53	52	51	43	41	40	39	37	35
40									48	48	47	40	38	36	34	31
44										44	43	35	35	34	33	31
48											38	32	30	29	27	25
52												33	28	28	25	23
56													33	22	21	19
60														19	17	15
64															15	15
Permissible wind force (m/s)	19.11	12.98	12.96	12.98	9.78	9.78	9.78	7.96	7.24	7.24	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33
	17.26	14.87	14.87	14.87	12.00	12.00	12.00	9.17	9.17	9.17	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81

**Remarks:**

- 1) at R= 13m
- 2) at R= 15m
- 3) at R= 17m
- 4) at R= 19m
- 5) at R= 21m

**Remarks concerning the Lifting Capacities**

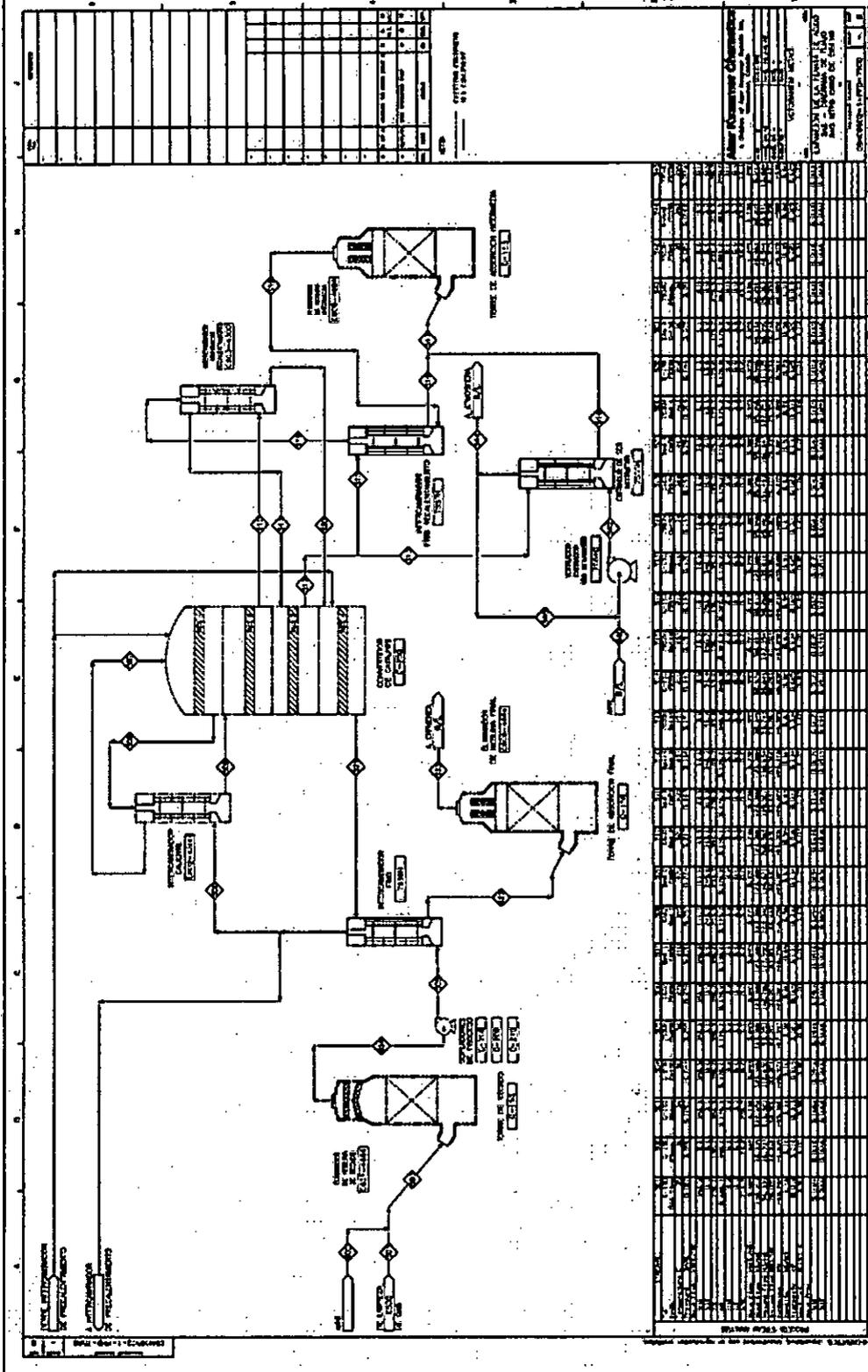
Lifting Capacities = Actual Load + Snatch Block + Auxiliary Equipment.  
 The Lifting Capacities are valid for even and stable ground.

DIN: The Lifting Capacities do not exceed 75% of the tipping load. They correspond to DIN 150 19.2 (Test load = 1,25 X Hoist load + 0,1 X Jib-own weight, reduced on the Jib Head).

We reserve the right to modify the construction, the technical data as well as the weights and dimensions.

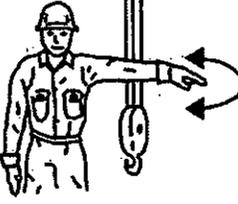
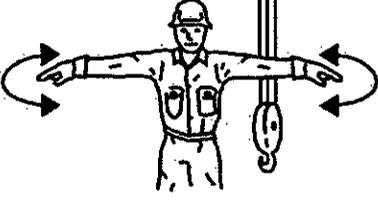
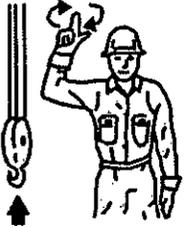
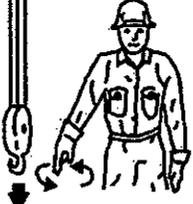
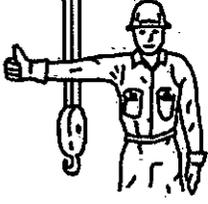
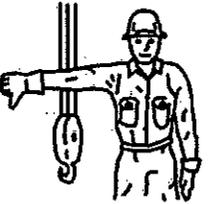
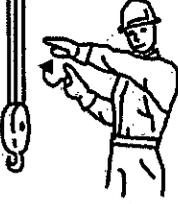
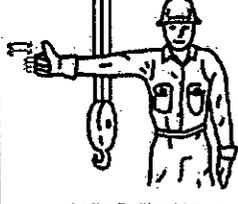
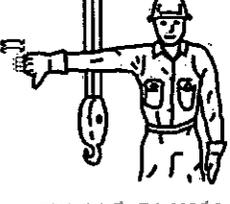
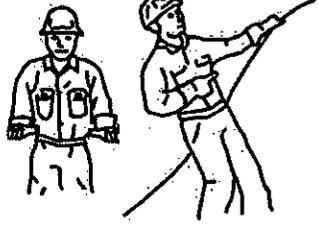
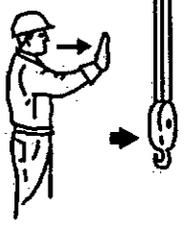
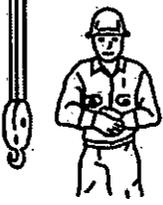
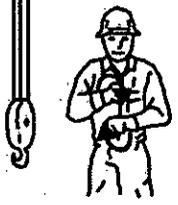
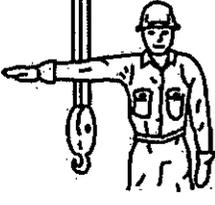
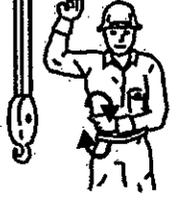


# Anexo 11. Diagrama de Flujo Expansión de la planta de Acido



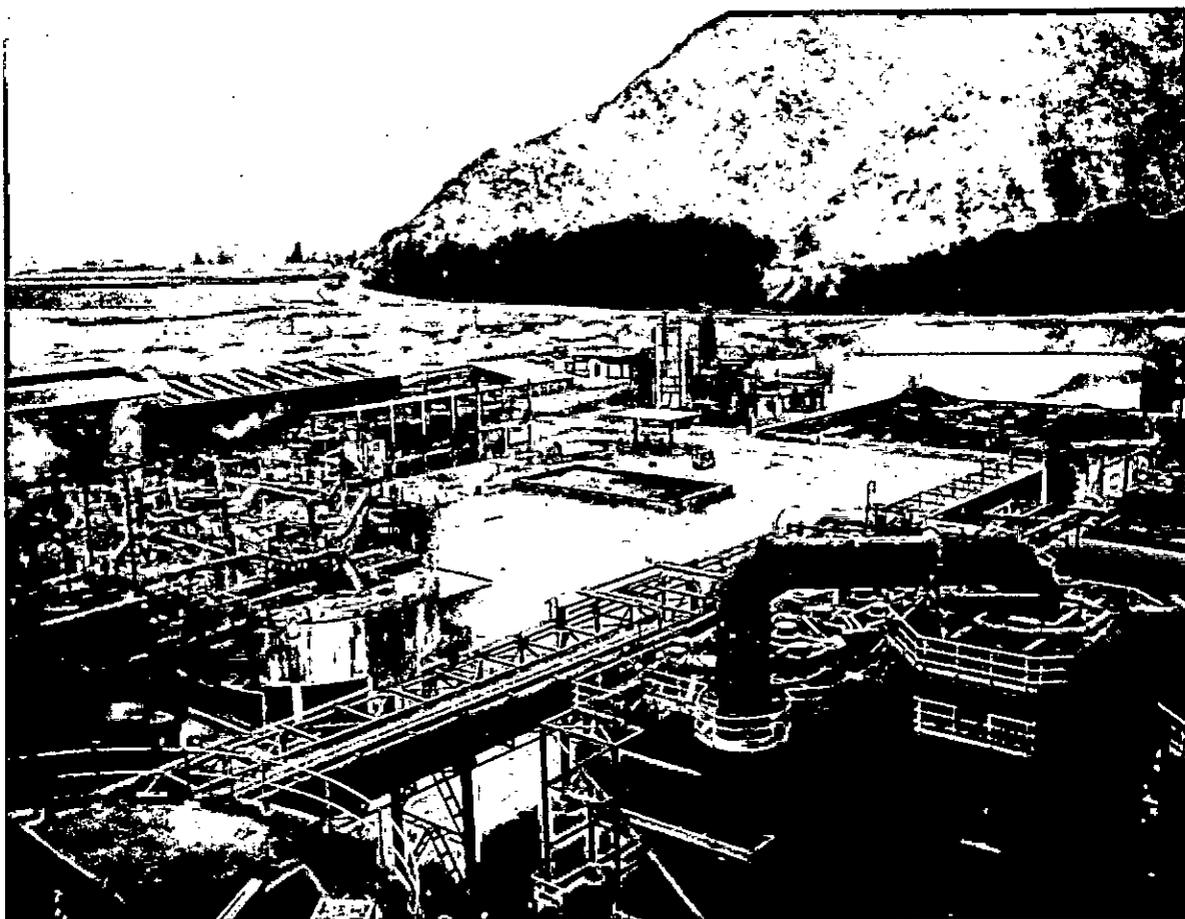
Fuente: Proyecto de Expansión 160K

Anexo 12. Código de Señales Oficiales para grúas.

<b>CODIGO DE SEÑALES OFICIALES                      PARA GRUAS AUTOPROPULSADAS NORMA ANSI / SAE B30.5</b>			
 <p><b>PARADA</b></p>	 <p><b>PARADA (EMERGENCIA)</b></p>		 <p><b>SUBIR GANCHO</b></p>
 <p><b>BAJAR GANCHO</b></p>	 <p><b>USAR GANCHO PRINCIPAL</b></p>	 <p><b>USAR GANCHO AUXILIAR</b></p>	 <p><b>SUBIR PLUMA</b></p>
 <p><b>BAJAR PLUMA</b></p>	 <p><b>OPERAR LENTAMENTE</b></p>	 <p><b>SUBIR PLUMA Y BAJAR GANCHO</b></p>	 <p><b>BAJAR PLUMA Y SUBIR GANCHO</b></p>
 <p><b>EXTENDER TELESCOPICA</b></p>		 <p><b>ACORTAR TELESCOPICA</b></p>	
 <p><b>DESPLAZAMIENTO</b></p>			
 <p><b>BLOQUEAR TODO EL SISTEMA DE LA GRUA</b></p>	 <p><b>DESPLAZAMIENTO DE ORUGAS</b></p>	 <p><b>GIRAR GRUA (SEGUN DIRECCION DESEADA)</b></p>	 <p><b>DESPLAZAMIENTO DE UNA ORUGA</b></p>

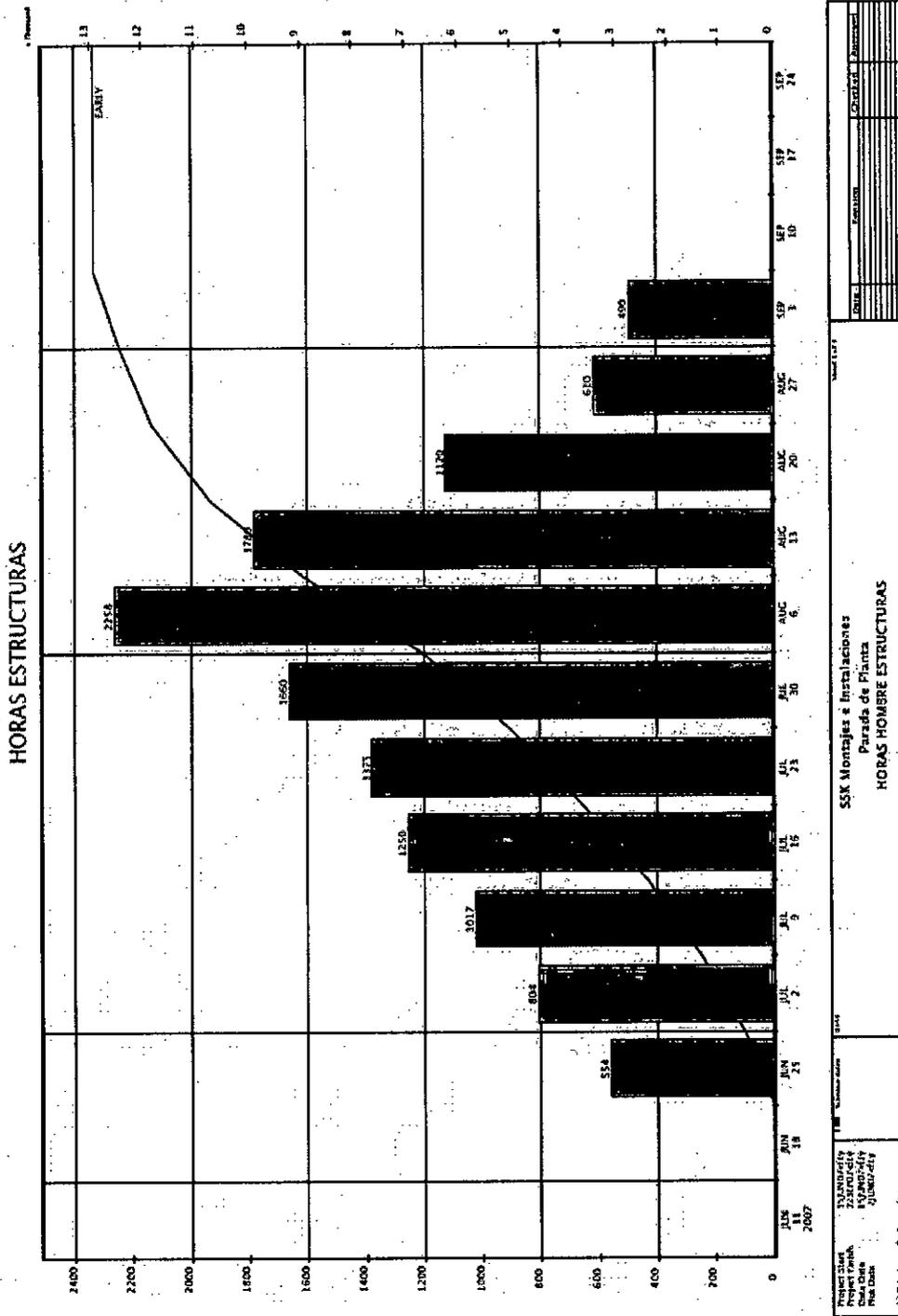
Fuente: Manual de Izaje Ameco pág. 98

### Anexo 13. Planta Acido Refinería Cajamarquilla



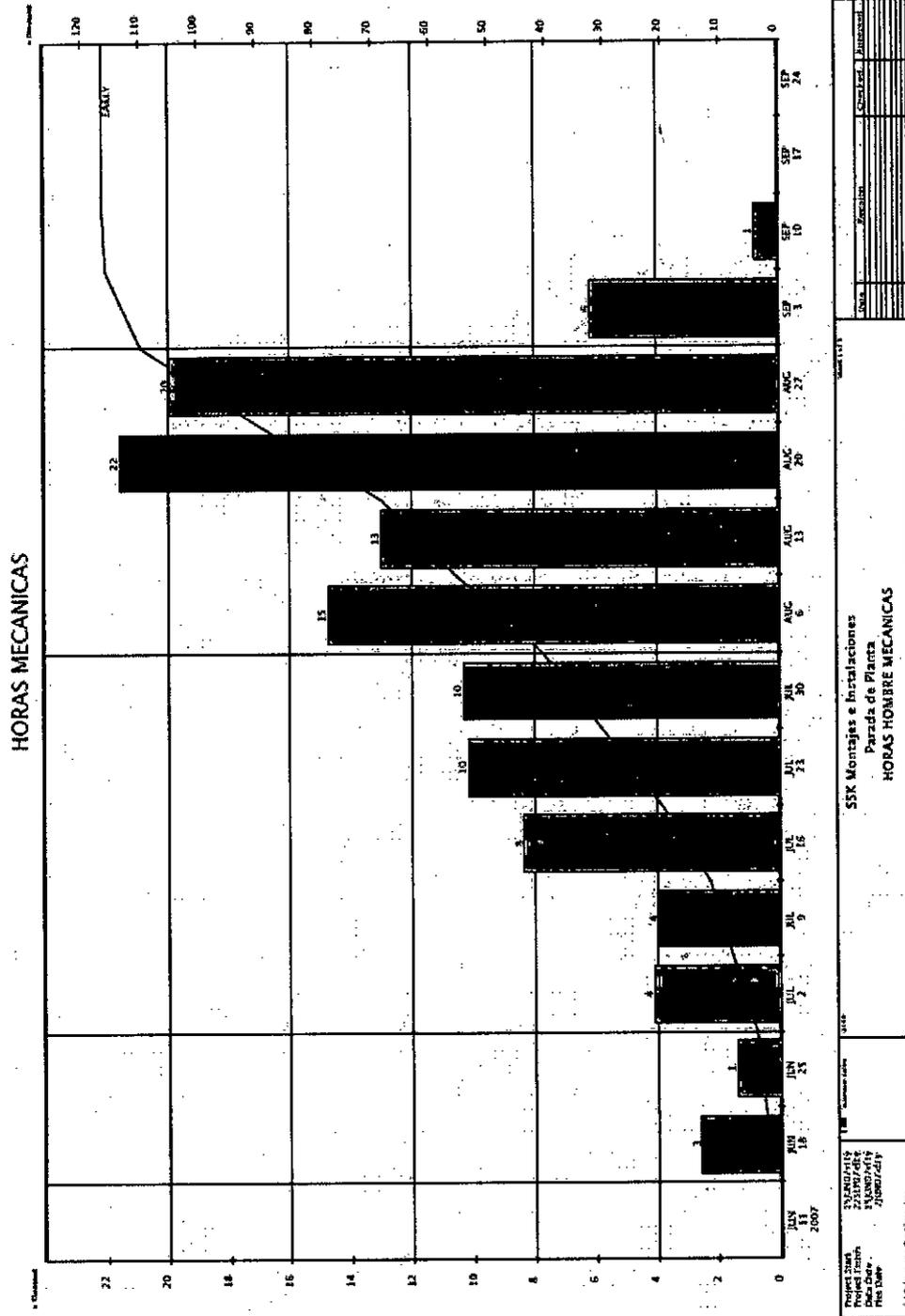
Fuente: Proyecto de expansión160K

# Anexo 14: Horas hombre estructura



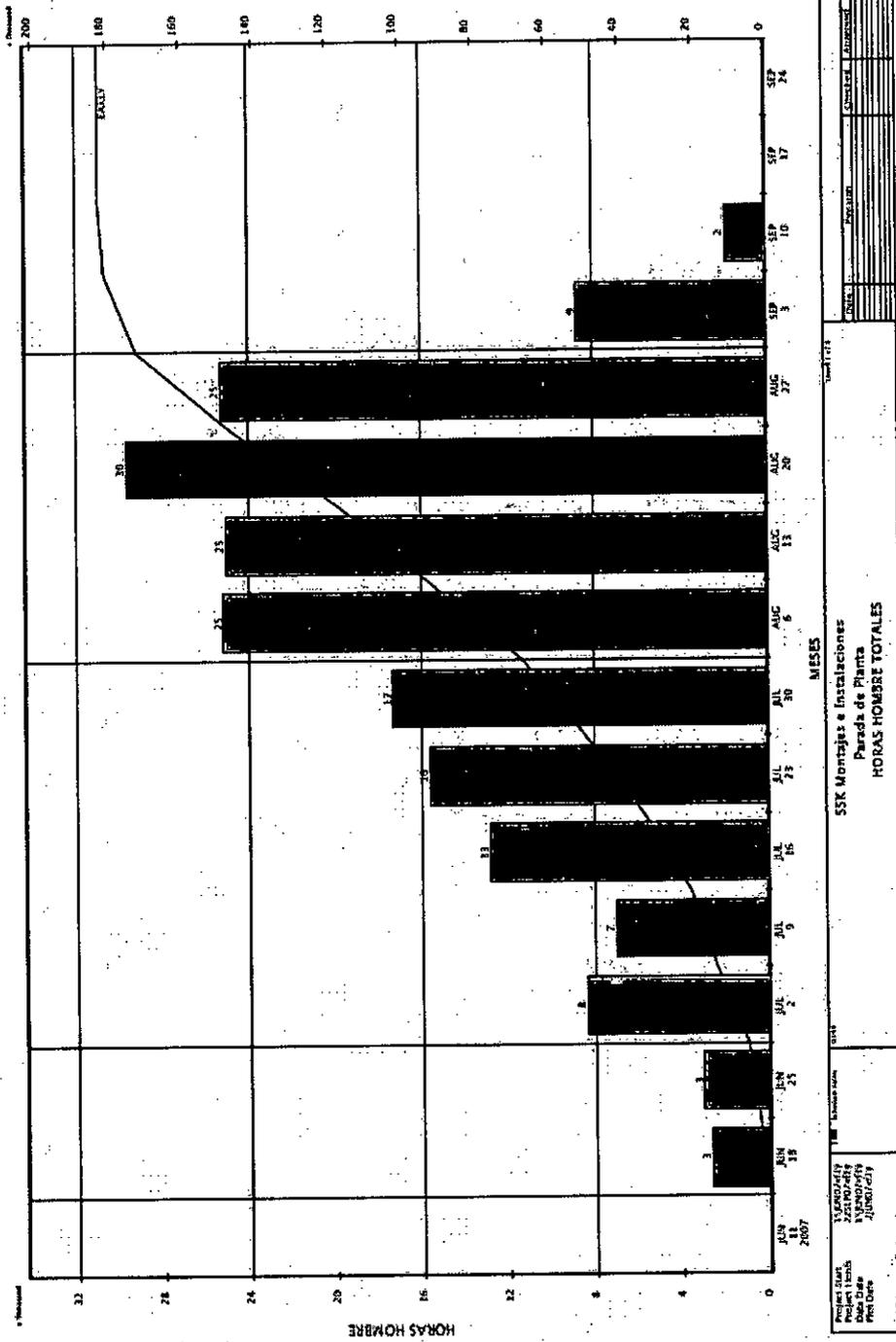
Fuente: Proyecto 160K

# Anexo 15. Horas hombre mecánica



Fuente: Proyecto 160K

## Anexo 16. Horas hombre totales



Fuente: Proyecto 160K

**Anexo 17. Metas y objetivos –Programa de Seguridad y salud**

	<b>PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>SSK/DPP.</b>
	<b>“PARADA DE PLANTA”</b> Contrato CC-008	REV: 01
	<b>“VOTORANTIM METAIS – CAJAMARQUILLA S.A. – AMEC</b>	Página 151 de 173

**6. METAS Y OBJETIVOS PROPUESTOS PARA EL 2007**

**METAS Y OBJETIVOS**

ITEMS	PARAMETROS	EXPLICACION	METAS
01	Indice de accidente con tiempo perdido (LTA)	Suma de accidentes fatales y con tiempo perdido entre H-H trabajadas por 200000	0.000 0 Eventos
02	Indice de accidente Total reportables (TRR)	Suma de accidentes Fatales, con tiempo perdido, con trabajos restringidos y casos médicos entre H-H trabajadas por 200000	0.000 0 evento
03	Tasa de Severidad	Suma de los días perdidos derivados de los accidentes fatales, con tiempo perdidos y trabajos restringidos entre H-H trabajadas por 200000	0.00 0 días
04	Indice de todos los daños personales (AIR)	Suma de accidente Fatales, con tiempo perdido, con trabajos restringidos, casos médicos y primeros auxilios mayores entre H-H por 200000	0.00 0 evento
05	Nº de eventos con daño a la propiedad	Suma de los accidentes con daño personales por el factor de 2.5	0.00
06	Inspecciones	Reporte de Inspecciones	100%
07	Auditoria	Auditoria efectuado por el cliente y SSK	100%

## Anexo 18. Planilla de evaluación de riesgos

ACTUALIZACION		15/05/07		CONTRATISTA	SSK MONTAJES E INSTALACIONES SAC.	
Alcance	Gerencia	Área	Sección	Proceso	Actividad	Tarea
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Transporte, carga, descarga de equipos y materiales.	Habilitación de material al área de trabajo	Obtención de los permisos y autorizaciones para el inicio del trabajo
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Carga, Transporte, descarga de equipos y materiales	Habilitación del material al área de trabajo.	Posicionamiento de la Grúa en el área de almacenamiento.
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Carga, Transporte, descarga de equipos y materiales	Habilitación del material al área de trabajo.	Estrobarriente y aseguramiento de la carga
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Carga, Transporte, descarga de equipos y materiales	Habilitación del material al área de trabajo.	Posicionamiento del vehículo en el área de almacenamiento.
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Carga, Transporte, descarga de equipos y materiales	Habilitación del material al área de trabajo	Inicio de izaje de la carga
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Carga, Transporte, descarga de equipos y materiales	Habilitación del material al área de trabajo	Maniobra de descarga del material hacia el vehículo.
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Carga, Transporte, descarga de equipos y materiales	Habilitación del material al área de trabajo	Aseguramiento de la carga en el vehículo.
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Carga, Transporte, descarga de equipos y materiales	Habilitación del material al área de trabajo	Transporte de la Carga
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Carga, Transporte, descarga de equipos y materiales	Habilitación del material al área de trabajo	Ingreso de la Carga al área de trabajo
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Carga, Transporte, descarga de equipos y materiales	Habilitación del material al área de trabajo	Descarga del material en el área de trabajo.
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Trabajos de Estructuras metálicas	Montaje : izaje del material posicionamiento, fijación, aseguramiento, acabado	Obtención de los permisos y autorizaciones para el inicio del trabajo
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Trabajos de Estructuras metálicas	Montaje : izaje del material posicionamiento, fijación, aseguramiento, acabado	Reconocimiento del área de trabajo
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Trabajos de Estructuras metálicas	Montaje: izaje del material posicionamiento, fijación, aseguramiento, acabado.	Posicionamiento de la Grúa
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Trabajos de Estructuras metálicas	Montaje: izaje del material posicionamiento, fijación, aseguramiento, acabado.	Check list de la maniobra : Grúa, elementos de izaje, herramientas manuales y electricos. Del personal E.P.P y sistema de protección anticaídas
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Trabajos de Estructuras metálicas	Montaje: izaje del material posicionamiento, fijación, aseguramiento, acabado.	Izaje e instalación de la estructura
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Trabajos de Estructuras metálicas	Montaje: izaje del material posicionamiento, fijación, aseguramiento, acabado.	Trabajos en altura
VM - Zinc - C/JM	Proyectos	Area 30/Acido	Planta de Acido	Trabajos de Estructuras metálicas	Montaje: izaje, posicionamiento, fijación, aseguramiento, acabado.	Trabajos en caliente: Soldado, esmerinado, aplicación de tablero

Factor de Riesgo	Detalle	Riesgo	Consecuencia	EVALUACIÓN DEL RIESGO			
				Severidad	Probabilidad	Exposición	Mitigación
Procedimientos/padrones inadecuados	Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo es obligatorio tener el PPT, la planilla de riesgos, procedimientos de trabajos, registro de charla de 5min.	Irregularidad / defecto	Daño a la persona	8	4	1	99%
Superficie irregular Derrame de combustible, aceites, Pérdida de Líquido Hidráulico y refrigerante.	No se efectuó el check list grúa	Derramamiento de combustible	Contaminación del Suelo	4	8	1	99%
No cumplimiento de padrone/procedimientos	Antes de iniciar cualquier tipo de	Irregularidad / defecto	Daño a la persona	8	4	1	99%
Superficie irregular Derrame de combustible, aceites, Pérdida de Líquido Hidráulico y refrigerante.	No se efectuó el check list grúa	Atropello	Daño a la persona	32	4	2	99%
Carga suspendida	Interferencia de personal	Aplastamiento	Daño a la persona y al patrimonio	32	4	2	99%
Carga suspendida	Diferentes pesos y tamaño	Caída de objetos	Daño a la persona y al patrimonio	32	4	2	99%
No cumplimiento de padrone/procedimientos	Falta de habilidad	Caída de objetos	Daño a la persona y al patrimonio	32	4	2	99%
Vehículos pesados / vehículos livianos	Recorrido zona de la Ranta	Colisión de vehículos	Daño a la persona y al patrimonio	16	4	2	99%
Vehículos pesados/ vehículos livianos	Interferencias de personal	Atropelamiento	Daño a la persona	16	4	2	99%
Carga suspendida	Diferentes pesos y tamaño	Caída de objetos	Daño a la persona y al patrimonio	32	4	2	99%
Procedimientos/padrones inadecuados	Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo es obligatorio tener el PPT, la planilla de riesgos, procedimientos de trabajos, registro de charla de 5min.	Irregularidad / defecto	Daño a la persona	8	4	1	99%
No cumplimiento de padrones/procedimientos	Ingresar al área de trabajo sin el PPT, de uso obligatorio.	Limitación	Daño a la persona	8	8	2	99%
Maniobras	Interferencias de personal	Atropelamiento	Daño a la persona y al patrimonio	16	4	2	99%
No cumplimiento de padrone/procedimientos	Obtener los permisos respectivos antes de iniciar la faena.	Irregularidad / defecto	Daño a la persona	8	4	2	99%
Tarea peligrosa	Maniobras en área de producción	Interferencia	Daño a la persona y al patrimonio	16	4	2	99%
Carga suspendida	Maniobras en área de producción	Caída a nivel diferente	Daño a la persona y a la salud	32	4	2	99%
Calor / Caliente	Proceso de trabajo en área de producción.	Ignición / incendio	Daño a la persona, al patrimonio y a la salud	16	8	2	99%

SSMQ	CO1	CO2	CO3	Total Puro - HSMQ	Total Residual - HSMQ	Acciones (Riesgo Puro)
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras	Permisos y procedimientos de trabajo PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005	Certificación de todos los elementos de Levante			Procedimientos Generales AMEC Votorantim
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005	DD-VM-ZINC-CJM-HSMC-29			Capacitación al personal involucrado del Plan de medio ambiente para el caso de derrames
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005				Procedimientos Generales AMEC Votorantim
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-AZINC-CJM-HSMC-005		256		Procedimientos Generales AMEC Votorantim
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		256		Procedimientos Generales AMEC Votorantim
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		256		Procedimientos Generales AMEC Votorantim
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		256		Procedimientos Generales AMEC Votorantim
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras SSK	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		128		Procedimientos Específicos AMEC
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras SSK	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005	DD-VM-ZINC-CJM-SERV-050	128		Procedimientos Específicos AMEC
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras SSK	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		256		Procedimientos Específicos AMEC
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras SSK	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005				Procedimientos Específicos AMEC
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras, SSK	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		128		Procedimientos Específicos AMEC
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras SSK	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		128		Procedimientos Específicos AMEC
Se	Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005				Procedimientos Específicos AMEC
Se	90-MA-2001-Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		128		Procedimientos Específicos AMEC
Se	90-MA-2001-Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		256		Procedimientos Específicos AMEC
Se	90-MA-2001-Manual Estándares Construcción de instalación de obras	PG-VM-Azinc-CJM-HSMC-005		253.44		Procedimientos Específicos AMEC



DESCRIPCION DE EQUIPOS DE CONSTRUCCION

ITEM	DESCRIPCION	MODELO/CAPACIDAD	PROPIETARIO	DISPONIBILIDAD	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
<b>EQUIPO MAYOR</b>								
1	GRUA 600 TON (cliente)	600 TN	VM-CAJARQUILLA	INMEDIATA			1	
2	GRUA 200 TON	200 TN	ALQUILADA	INMEDIATA			1	1
3	GRUA TORRE MC80, BRAZO 30MT.	2.5 TN	ALQUILADA	INMEDIATA	1	1	1	1
4	GRUA HIDRAULICA 80 TN	80 TN	ALQUILADA	INMEDIATA		1	1	
5	GRUA HIDRAULICA 30 TN	30 TN	ALQUILADA	INMEDIATA		1	1	1
6	CAMION PLATAFORMA CON GRUA HIAB 12 TON	12 TN	ALQUILADA	INMEDIATA	1	1	2	1
7	CAMION PLATAFORMA 30 TON	30 TN	ALQUILADA	INMEDIATA		1	1	1
8	CAMION CAMA BAJA 80 TON	60 TN	ALQUILADA	INMEDIATA		1	1	
9	MONTACARGA DE 5TM	5 TM	ALQUILADA	INMEDIATA		1	1	1
10	PLATAFORMA ELEVADORA DE PERSONAL 60'	60'	ALQUILADA	INMEDIATA			1	
11	CARGADOR RETROEXCAVADOR CAT 426C	62HP - 1,3 yd3	ALQUILADA	INMEDIATA			1	
12	CAMION CISTERNA 2000 GLS		ALQUILADA	INMEDIATA		1		
13	CAMION VOLQUETE 15 M3		ALQUILADA	INMEDIATA		1		
<b>EQUIPO MENOR</b>								
14	GRUPO ELECTROGENO DE 90 KW	90 KW	PROPIA	INMEDIATA			4	4
15	TORRE ILUMINACION 4 x 1000 W.	1000W	PROPIA	INMEDIATA			10	
16	SOLD EST.C/RECT 400 A. LINCOLN V350		PROPIA	INMEDIATA		20	20	20
17	BOMBA PRUEBA 6000/9000 lb. mar/ne		PROPIA	INMEDIATA		1	1	1
18	GATA HIDRAULICA 100 TON	100 TON	PROPIA	INMEDIATA			4	4
19	TORNA HILTI T76		PROPIA	INMEDIATA		2	2	2
20	TORNA DIAMANTINA		PROPIA	INMEDIATA	1	1	1	1
21	GATA HIDRAULICA TIPO BOTELLA 50 TON	50 TON	PROPIA	INMEDIATA		4	4	4
22	GATA HIDRAULICA TIPO BOTELLA 30 TON	30 TON	PROPIA	INMEDIATA		4	4	4
23	GATA HIDRAULICA TIPO BOTELLA 20 TON	20 TON	PROPIA	INMEDIATA		4	4	4
24	GATA TIPO PASTILLA 50 TON	50 TON	PROPIA	INMEDIATA		4	4	4
25	GATA TIPO PASTILLA 30 TON	30 TON	PROPIA	INMEDIATA		6	6	6
26	GATA TIPO PASTILLA 20 TON	20 TON	PROPIA	INMEDIATA		8	8	8
27	TECLE CAD 1 1/2 TON	1 1/2 TON	PROPIA	INMEDIATA		36	36	36
28	TECLE CAD 3 TON	3 TON	PROPIA	INMEDIATA		15	15	15
29	TECLE TIRFOR 1 1/2 TON	1 1/2 TON	PROPIA	INMEDIATA		36	36	36
30	TECLE TIRFOR 3TON	3 TON	PROPIA	INMEDIATA		20	20	20
31	TALADRO BASE MAGNETICA 1"		PROPIA	INMEDIATA		2	2	2
32	PLANCHA COMPACTADORA 7HP	7 HP	PROPIA	INMEDIATA		1		
33	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3		ALQUILADA	INMEDIATA		1		
34	ANDAMIO ULMA CUERPO		ALQUILADA	INMEDIATA	320	320	320	320
<b>INSTRUMENTOS</b>								
35	ESTACION TOTAL LEICA TCR 407		PROPIA	INMEDIATA	1	2	2	2
36	TRIFODE TOPOGRAFICO WILD		PROPIA	INMEDIATA	1	2	2	2
37	PLOMADA OPTICA		PROPIA	INMEDIATA	1	2	2	2
<b>VEHICULOS</b>								
38	MINIBUS SPRINTER 16 pasaj.	16 PASAJEROS	ALQUILADA	INMEDIATA		1	2	1
39	CAMIONETA DC 4x4 TOYOTA	DOBLE CABINA	ALQUILADA	INMEDIATA	1	2	6	4

Anexo 19: Descripción de equipos

## Anexo 20. Gantt personal Indirecto

	"PARADA DE PLANTA - 160K"
	VOTORANTIM METAIS - CAJAMARQUILLA S.A. - AMEC
	CONTRATO CC-008
<b>GANT DE PERSONAL INDIRECTO</b>	

ITEM	FUNCION	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
		1	2	3	4	5
1.00	Programación y Control					
1.01	Jefe de programación y control	1	1	1	1	
1.02	Programador Tostación		1	1	1	
1.03	Programador Planta de Acido		1	1	1	
1.04	Programador turno noche			1	1	
1.05	Asistente de Costos	1	1	1	1	1
2.00	Oficina Técnica					
2.01	Jefe de Oficina Técnica	1	1	1	1	
2.02	Ingeniero de Maniobras	1	1	1	1	
2.03	Dibujante proyectista	1	1	1	1	
2.04	Dibujante proyectista turno noche		1	1	1	
2.05	Control de documentos	1	1	1	1	
2.06	Metrador Estructuras, Tuberías	1	1	1	1	
2.07	Metrador Electricidad	1	1	1	1	
3.00	Control de Calidad					
3.01	Jefe de Calidad	1	1	1	1	
3.02	Supervisor QC		1	1	1	
3.03	Supervisor QC		1	1	1	
3.04	Supervisor QC Turno noche			1	1	
3.05	Supervisor QC Turno noche			1	1	
4.00	Seguridad y Medio Ambiente					
4.01	Jefe de Seguridad y Medio Ambiente	1	1	1	1	
4.02	Supervisor Medio Ambiente	1	1	1	1	
4.03	Supervisor de Seguridad		1	1	1	
4.04	Supervisor de Seguridad - noche			1	1	
4.05	Supervisor de Seguridad - noche			1	1	
5.00	Terreno					
5.01	Jefe de Terreno	1	1	1	1	
5.02	Jefe Planta de Acido	1	1	1	1	
5.03	Jefe Planta de Tostación	1	1	1	1	
5.04	Jefe Obras Civiles	1	1	1	1	
5.05	Asistente Producción Civil	1	1	1		
5.06	Supervisor General Dia	1	1	1	1	
5.07	Supervisor General Noche		1	1	1	
5.08	Sup. Mecánico Planta de Acido	1	1	1	1	
5.09	Sup. Mecánico Planta de Acido		1	1	1	
5.10	Sup. Mecánico Planta de Acido - noche		1	1	1	
5.11	Sup. Mecánico Planta de Acido - noche		1	1	1	
5.12	Sup. Mecánico Planta de Tostación	1	1	1	1	
5.13	Sup. Mecánico Planta de Tostación		1	1	1	
5.14	Sup. Mecánico Planta de Tostación-noche		1	1	1	
5.15	Sup. Mecánico Planta de Tostación-noche		1	1	1	
5.16	Supervisor Eléctrico Planta de Acido	1	1	1	1	
5.17	Supervisor Eléctrico Planta de Acido - noche		1	1	1	
5.18	Supervisor Eléctrico Planta de Tostación	1	1	1	1	
5.19	Supervisor Eléctrico Planta de Tostación - noche		1	1	1	
5.20	Supervisor Andamiaje		1	1	1	
5.21	Topografo - planta de acido	1	1	1	1	
5.22	Topografo -tostacion		1	1	1	
5.23	Topografo - noche		1	1	1	

6.00	Administración					
6.01	Asistente administrativo	1	1	1	1	
6.02	Asistente administrativo - noche		1	1	1	
6.03	Asistente de Personal		1	1	1	
6.04	Asistente de Compras		1	1	1	
	Almacén					
6.05	Jefe Almacén	1	1	1	1	1
6.06	Asistente Almacén	1	1	1	1	
6.07	Asistente Almacén		1	1	1	
6.08	Asistente Almacén - noche		1	1	1	
7.00	Personal Obrero Indirecto					
7.01	Guardiania	1	2	4	2	
7.02	Ayudantes de seguridad (Limpieza)	1	2	4	2	1
7.03	Alarifes (Portamira, Ayudante topografía)	2	4	5	4	
7.04	Aseadores		1	1	1	
7.05	Electricistas de Mantenimiento	1	1	3	1	
7.06	Riggers		2	4	2	
7.07	Treador	1	1	2	1	
7.08	Encargado de materiales		1	4	1	1
7.09	Ayudante de calidad	1	1	3	2	
7.10	Ayudante de almacén	1	1	3	2	1

RESUMEN DE OBRAS EJECUTADAS Y EN EJECUCION					
Propietario y su Representante (Nombre cargo, Dirección)	Valor del contrato (\$ Ejecutado por el Licitante)	Contratista principal o Sub contratista (en Caso de ser subcontratista identificar el contratista principal)	Descripción de los Servicios o trabajos	Localización	Fecha de terminación (ejecutadas o estimadas)
<b>OBRAS EN EJECUCIÓN</b>					
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	11,319,294.28	SSK	Proyecto Gold Mill Contrato 2352-CC-K-003 Montaje Estructural, Mecánico y Cafeterías	Cajamarca	nov-07
NESTLE DEL PERU S.A. Av. Venezuela N° 2602 y 2606, Lima Cercado	650,930.00	SSK	Construcción de Obras Civiles de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Fabrica de D'onofrio - Lima	LIMA	ago-07
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	4,515,889.10	SSK	Proyecto Gold Mill Contrato 2352-CC-K-005 Electrical, Instrumentation System and 220KV Switchyard and Main Substation	Cajamarca	nov-07
Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A. - Amec, KM9.5 Carretera Central, Desvío a Huachipa S/N, Cajamarquilla,	4,165,000.00	SSK	Proyecto 152505, Expansión 160K - Contrato de Contrucción CC-003 Montaje Estructural & Electromecánico.	LIMA	dic-07
<b>OBRAS EJECUTADAS (Durante los últimos 5 años)</b>					
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION, Av. Caminos del Inca 171 - Lima, Perú	23,279,805.78	SSK-COSAPI	Contrato K012 Area de Preparación de Alimentación y de Procesos Isasmelt Fundicion de Ilo	Ilo - Moquegua	ene-07
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	1,915,620.87	SSK	Montaje Electromecanico Planta RO-500 M3/HR Desmantelamiento de Planta de Aglomeracion la Quinua Cynaide Plant - Carachugo Cynaide Plant - Yanacocha Norte	Cajamarca	ene-07
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	2,655,187.50	SSK	Proyecto Gold Mill Contrato 2352-CC-K-010 Obras Tempranas	Cajamarca	ene-07
MINERA CERRO VERDE	3,360,262.50	SSK	Proyecto Sulfuro Primario Cerro Verde Contract No PSP-108-40-K069 Turnkey Moly Flotation Plant-SMPEI	Arequipa	dic-06
MINERA CERRO VERDE	2,507,564.13	SSK	Contract No PSP-108-40-K066-RFP Tailing Cyclone Seepage Stations & Reclaim Water Pump Station	Arequipa	nov-06
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	2,156,875.00	SSK / TECNICAS METALICAS	Construccion de Laboratorio de Metalurgia Ampliacion	Cajamarca	nov-06

MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	3,272,500.00	SSK	Proyecto Carachugo Stage 10 Leach Pad Expansion	Carachugo - Cajamarca	ago-06
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	6,299,331.94	SSK / TECNICAS METALICAS	Construcción de Laboratorio para Análisis de muestras en la Quinua	La Quinua - Cajamarca	ago-06
Inmuebles Panamericana S.A.	5,206,250.00	SSK / HV	Proyecto Megaplaza ~ Saga Falabella	Lima	ago-06
Refinería Cajamarquilla S.A. (Votorantim-Metals)	694,005.03	SSK	Proyecto de Recuperación de Zinc y Plata	Lima	ago-06
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	2,188,856.25	SSK	Primera Etapa de Planta de Pre-Tratamiento La Quinua: Obras Civiles, estructuras, montaje de clarificador, bombas, tuberías, instalaciones eléctricas e instrumentación	Cajamarca	abr-06
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	728,941.94	SSK	Planta RO de 1000 m3 /hr Yanacocha Norte - Instalaciones electromecánicas	Cajamarca	jul-05
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	4,534,349.23	SSK	Planta Carachugo Transition Ore Carbon In Columns y Pad de Lixiviación de Yanacocha Etapa 7	Cajamarca	ago-05
Consortio Minera Horizonte - Minera Aurífera Retamas S.A.	3,130,248.89	SSK	Línea de Transmisión 138 KV Tayabamba, Llacuabamba y Subestaciones complementarias	La Libertad	nov-05
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	606,877.69	SSK	La Quinua Lime Slaker Plant - Obras Electromecánicas	Cajamarca	ene-05
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	482,436.41	SSK	La Quinua Lime Slaker Plant - Obras Civiles	Cajamarca	oct-04
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	919,275.00	SSK	Full Scale EWTP Using EMS 2004 - Electromecánico	Cajamarca	oct-04
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	698,381.25	SSK	Full Scale EWTP Using EMS 2004 - Civil	Cajamarca	jul-04

SNC - LAVALIN Engineers & Constructors 2200 Lakeshore Blvd West - Toronto Ontario Canada M8V LA4 Tel (416) 2525311 Raymond Lennark P. Eng., F.I.C.E.	5,652,500.00	SSK	ALTO CHICAMA PROJECT 334344 C102 - INSTALL CAMP AND SERVICE. Movimiento de tierra, planta de tratamiento, tendido de tubería enterrada 7 km , montaje de bombas, sistema contraincendio, campamento permanente del propietario	Quiruvilca - La Libertad	oct-04
SNC - LAVALIN Engineers & Constructors 2200 Lakeshore Blvd West - Toronto Ontario Canada M8V LA4 Tel (416) 2525311 Raymond Lennark P. Eng., F.I.C.E.	5,206,250.00	SSK	ALTO CHICAMA PROJECT 334344 C202 - STRUCTURAL STEEL Fabricación e Instalación de Estructuras, en las Areas 110 Collection Pond, Area 130 Main Substation, Area 140 Fuel Storage System, Area 210 Primary Crusher, Area 240 Truck Loadout Bin, Area 300 Process Plant & Exterior Platforms, Area 400 Heap Leach Facility, Area 520 Truck Wash	Quiruvilca - La Libertad	ene-05
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	3,421,250.00	SSK	Construcción Columnas de Carbón Carachugo Contrato N° MYSRL-GEN-132/03. Incluye Obras Civiles, Estructurales, Mecánicas, Instalación de Tuberías, Eléctricas e Instrumentación.	Carachugo - Cajamarca	ago-04
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	698,987.23	SSK	Construcción de Nueva EWTP en Yanacocha usando tecnología de membrana	Cajamarca	feb-04
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	290,062.50	SSK	Trabajos Civiles, Electromecánicos, de Tuberías e Instrumentación para Lixiviación Intensiva en la Refinería de Yanacocha Norte.	Cajamarca	dic-03
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	486,971.15	SSK	Power Stand by Generation en Plantas Pampa Larga y Pond de Carachugo	Cajamarca	nov-03
ARPL TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.A. Av. Carlos Villarán N° 508 - Piso 4; Santa Catalina. Ing. Enrique Rozas Schmitt, Phone: 265-7272	2,439,630.90	SSK	Mejoramiento de la DespolvORIZACIÓN del Enfriador del Horno II de la Fábrica de Cementos Lima S.A.	Lima	oct-03
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	1,875,721.14	SSK	Levantamiento de estructuras de acero, instalaciones eléctricas e instrumentales, mecánica y tuberías. Inventory Reduction - La Quinua. Concurso MYSRL/2003 - 034	La Quinua - Cajamarca	oct-03

ABB ALSTOM POWER HYDRO Av. Central No 643 -1er piso San Isidro, Phone: 221-6967	2,826,250.00	SSK	Yuncan lot. t-3 - Electrical equipment – Contract alég-090-99. Comprende los siguientes trabajos : el Montaje de tres generadores de 48 MVA cada uno, la instalación de tres Transformadores de potencia y un autotransformador. Asi como de la instalación del patio de llaves para la distribución de la energía eléctrica, el cableado desde la casa de fuerza hasta el patio de llaves (1000 m aprox.) y de la instalación de 4 torres de telecomunicación.	Yuncan - Cerro de pasco	ene-05
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	669,626.39	SSK	Obras Civiles y Electromecánicas para la complementación de la planta de bombeo carachugo Stage 9 y el Buffer Pond de carachugo.	Carachugo - Cajamarca	oct-02
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	1,631,787.50	SSK	Instalación de equipos, estructuras, tuberías, sistema eléctrico e instrumentación en las plantas de columnas de carbón de la quinua y yanacocha. comprendiendo además del montaje de 15 columnas de carbón, 1 tanque y estructuras en la planta de columnas de carbón de la quinua	Cajamarca	sep-02
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	1,487,500.00	SSK	Construcción de Trabajos Complementarios en Up Grade at Pond Stage 5 & 6, Retorts Fase II, Risers Pad 4/4a, Booster Station Yanacocha Norte , extra transfer pumps, new refinery furnace, remote tanks of lime plant yanacocha, trabajos civiles, mecánicos, tuberías y trabajos eléctricos e instrumentación.	La Quinua - Cajamarca	jun-02
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION, Av. Caminos del Inca 171 - Lima, Perú, Ing. José Mendivil, Phone 51-54-783045	19,433,989.66	SSK - COSAPI	Construcción de la Ampliación de la Concentradora Toquepala a 60,000 TMPD Instalaciones Mecánicas de la Concentradora.	Toquepala - Moquegua	jul-02
SOCIEDAD MINERA CORONA S.A., Calle Bolívar 472 Of. 704 Miraflores, Lima, Sr. Eduardo Gubbins, Phone: 51-1- 241-1385	2,295,212.50	SSK	Central Hidroeléctrica de Huanchor - Instalaciones Mecánicas, Hidromecánicas y Eléctricas de la Central, incluyendo: montaje electromecánico de la casa de fuerza con dos grupos Francis de eje horizontal de 9.5 mw cada uno, generadores en 10 kv, auxiliares y puente grúa de 44/5 ton., suministro e instalación de la Tubería de presión de 1.8 m de diámetro y 325 m de long., diseño, suministro y construcción de línea de transmisión de 50 kv y línea de media tensión en 10 kv, montaje de subestación de 10 MVA y subestaciones auxiliares, instalación del equipamiento hidromecánico de canales, desarenador y cámara de carga, instalaciones eléctricas e instrumentación de 17,000 m de cables. horas hombre directas 125,000.	San Mateo - Lima	may-02
MINERA YANACOCHA S.R.L. Camino Real 348 Torre El Pilar Ofic. 1004, Phone: 215-2600	13,979,053.46	SSK	Mechanical/Electrical/Instrumentation works; obras mecánicas, eléctricas e instrumentación, correspondientes a la nueva planta en la quinua, incluyendo el montaje de filtros prensa, filtros clarificadores, bombas, tanques, agitadores, clarificadores de alta eficiencia, plantas completas de cal, tratamiento de agua de pozo y carbón. los trabajos incluyen el montaje de 337 ton. de tanques, 439 ton. de equipos mecánicos y eléctricos, 53,000 m. de tuberías, 12,000 m de canalizaciones, 74,000 m de cables y 655,000 horas hombre totales.	La Quinua - Cajamarca	mar-01

<p>COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA, Av. La Floresta 497 Chacarilla San Borja, Mr. Duané Gingrich, Phone: 051-1-2173200</p>	82,600,875.00	SSK	<p>Port Facilities (Contract 24097-CC-010) contrato EPC que comprende el diseño, suministro y construcción de la obras marítimas y portuarias para la recepción, tratamiento, almacenaje y despacho de minerales del centro minero Antamina, incluyendo stock pile, fajas transportadoras, planta de filtros, espesador de alta eficiencia, cargador de barcos. los trabajos de construcción incluyeron 716,000 m3 de movimiento de tierras, 17,250 m3 de concreto, 2,700 ton. de estructuras, 26,900 m2 de recubrimiento, 1,050 ton. de tanques y calderería, 700 ton. de equipos mecánicos y eléctricos, 17,300 mts. de tuberías, 9,000 m de canalizaciones, 109,000 m de cables, 3'500,000 de horas hombre totales</p>	Huarmey - Ancash	jun-01
<p>SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION, Av. Caminos del Inca 171 - Lima, Perú, Ing. José Mendiivil, Phone 51-54-783045</p>	2,008,125.00	SSK	<p>Nuevo Almacén Centralizado - Ilo; montaje de 235 ton. de estructuras y 7,200 m2 de recubrimiento para 7,200m2 de almacenés con techo; sistema completo contra incendios para los almacenes con techo y para 15,000 m2 de patio y almacenes sin techo. incluye 4,800 m de tuberías y 18,000 m de cables.</p>	Ilo - Moquegua	ago-99
<p>ABB -DPEW, Valportillo Segunda, 5 - 7 28108 Alcobendas, Madrid, España, Mr. Panagiotis Melimopoulos, Phone 34-91-581 0178</p>	862,869.00	SSK	<p>Montaje Electromecánico Casa de Fuerza Q.C.H. Yanango Montaje Mecánico y Eléctrico de la Casa de Fuerza de la Central 1 x 40.MW incluye el montaje de 200 ton. de estructuras 1,950 m2 de recubrimiento 100 ton. de equipos mecánicos y eléctricos, puente grúa de 74 ton., Turbina Francis de eje vertical, armado y montaje del generador, instalación de SE de 40 MVA.</p>	San Ramon - Junin	sep-99
<b>TOTAL US\$</b>	<b>224,473,655.10</b>				

## Anexo 22. Lista de verificación Medio ambiente

N°	REQUERIMIENTO DE TOPICOS PARA VERIFICACION/CUMPLIMIENTO	SI	NO	N/A
1.	Coordinador de Medio Ambiente Asignado.			
2.	El contratista/subcontratista entiende el significado de la responsabilidad Ambiental(ejemplo. Existe Declaraciones juradas firmadas)			
3.	Han sido identificadas las Areas de Sensibilidad/ Asuntos relacionados con la ubicación de la obra(Auditoria Ambiental).			
4.	Están en lugar visible y actualizados los Permisos aplicables al medio ambiente/aprobaciones etc.			
5.	Los Permisos ambientales/Licencias/Reglamentos/Estipulaciones etc. Están Identificados, son entendidas (Por Contratista y Subcontratistas) y no serán comprometidas por las actividades planeadas.			
6.	Listas de chequeo de flujo de derrames han sido proporcionadas por los contratistas y compendiadas por el Coordinador de Control Ambiental.			
7.	Ha sido obtenida Lista de todos los Químicos/productos, conjuntamente con MSDS, y otra información apropiada (incluida toda la información del subcontratista), la cual será actualizada como llegada de nuevo contratista.			
8.	Son seguros los procedimientos de manipulación, procedimientos de almacenamiento, procedimientos de evacuación y procedimiento de contingencia para derrames y están disponibles.			
9.	Las facilidades para un almacenamiento seguro han sido arregladas.			
10.	Están disponibles suficientes equipos de contención de derrames y apropiados equipos de protección personal.			
11.	Han sido establecidos los Planes de respuesta a derrames incluyendo las comunicaciones.			
12.	Han sido identificados los equipos de respuesta/ reparación de los contratistas y han sido establecidos los métodos de limpieza potenciales.			
13.	Materiales reciclables identificados y programa de reciclaje definido.			
14.	Esta considerado la construcción para el almacenamiento y disposición de escombros.			
15.	Esta considerado el almacenamiento y disposición de desperdicios Putrescibles.			
16.	Es considerado el almacenamiento y disposición de desperdicios líquidos.			
17.	Es considerado el etiquetado de desechos peligrosos para su almacenamiento y disposición.			
18.	Alcantarillado, se considera la aguas domesticas e "industriales".			
19.	Son dirigidas el almacenamiento y manipulación Combustible/, incluido las transferencias a los lugares de trabajo(contención de Bermas, cobertura de suelos impermeables, pozos de desagües a los puntos de transferencia, etc.)			
20.	Almacenamiento y manipulación dirigida de Químicos.			
21.	Es considerado el control de sedimentos y fugas.			
22.	Es considerado el control de polvo.			
23.	Esta dirigido el control de fauna.			
24.	Han sido dirigidos los asuntos Arqueológicos/Herencias.			
25.	Esta dirigido el mantenimiento de los ítems de construcción(incluido los cambios en el equipo de aceites, etc.)			
26.	Esta dirigido la quema de desechos.			
27.	Esta completado el manual de procedimientos para el control ambiental en un lugar de trabajo específico.			
28.	Ha sido establecida y documentada la conciencia ambiental del contratista y subcontratista(vía la firma de una declaración jurada), incluyendo la revisión de este manual del Contratista.			
29.	Son entendidos los requerimientos de Notificación/comunicación entre el coordinador ambiental/Gerente de Construcción y Reguladores.			
30.	Están establecidos los procedimientos de Auditoria.			

## Anexo 23. Reporte de derrame ambiental

1. Fecha de reporte: \_\_\_\_\_ Fecha del incidente: \_\_\_\_\_  
Nombre del Proyecto: \_\_\_\_\_ Ubicación: \_\_\_\_\_  
Nombre Persona que reporta: \_\_\_\_\_

2. Nombre de la compañía responsable del derrame: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
Nombre del contacto: \_\_\_\_\_ Posición: \_\_\_\_\_

3. Nombre del producto/ sustancia derramada/descargada: (referirse al la Hoja de datos de materiales de seguridad) \_\_\_\_\_  
Ubicación del derrame: \_\_\_\_\_  
Total cantidad involucrada: \_\_\_\_\_  
Cantidad derramada / descarga: \_\_\_\_\_  
Tiempo del incidente comienzo/fin: comienzo: \_\_\_\_\_ paro: \_\_\_\_\_

Condiciones del clima anticipadas durante las operaciones de limpieza: \_\_\_\_\_

Breve descripción de las causas del derrame/descarga: \_\_\_\_\_

Breve descripción de lo que fue afectado por el derrame /descarga: (identificación de las áreas superficiales, donde es practico realizarlo) \_\_\_\_\_

Breve descripción de las medidas/acciones tomadas para controlar el derrame/descarga: (incl. Equipo, materiales, etc.):

Identificar las medidas/acciones correctivas tomadas para completar todas las operaciones: limpieza, embalaje, almacenamiento, disposición, etc.): \_\_\_\_\_

Fecha y tiempo de cumplimiento \_\_\_\_\_

Recomendaciones para prevenir la reocurrencia : \_\_\_\_\_

Alguien fue Herido?  Si es sí, ha sido un accidente/incidente y el reporte de primeros auxilios ha sido cumplido?  Si es sí, adjunte una copia(s) a este reporte.

Agencias en el escenario(nombre y contacto): \_\_\_\_\_

¿Quién ha sido avisado del derrame? \_\_\_\_\_

Gerente de Proyecto o Construcción:

Si  No

Coordinador Ambiental:

Si  No

Reguladores Ambientales:

Si  No

Oficina Matriz:

Si  No

Cliente:

Si  No

Otras agencias contactadas: \_\_\_\_\_

Otros comentarios: (adjuntar páginas adicionales si es necesario) \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Nombre de la persona reportante o  
Coordinador Ambiental(o designado): \_\_\_\_\_

sello

firma

Nombre del Gerente de Construcción

\_\_\_\_\_ Sello

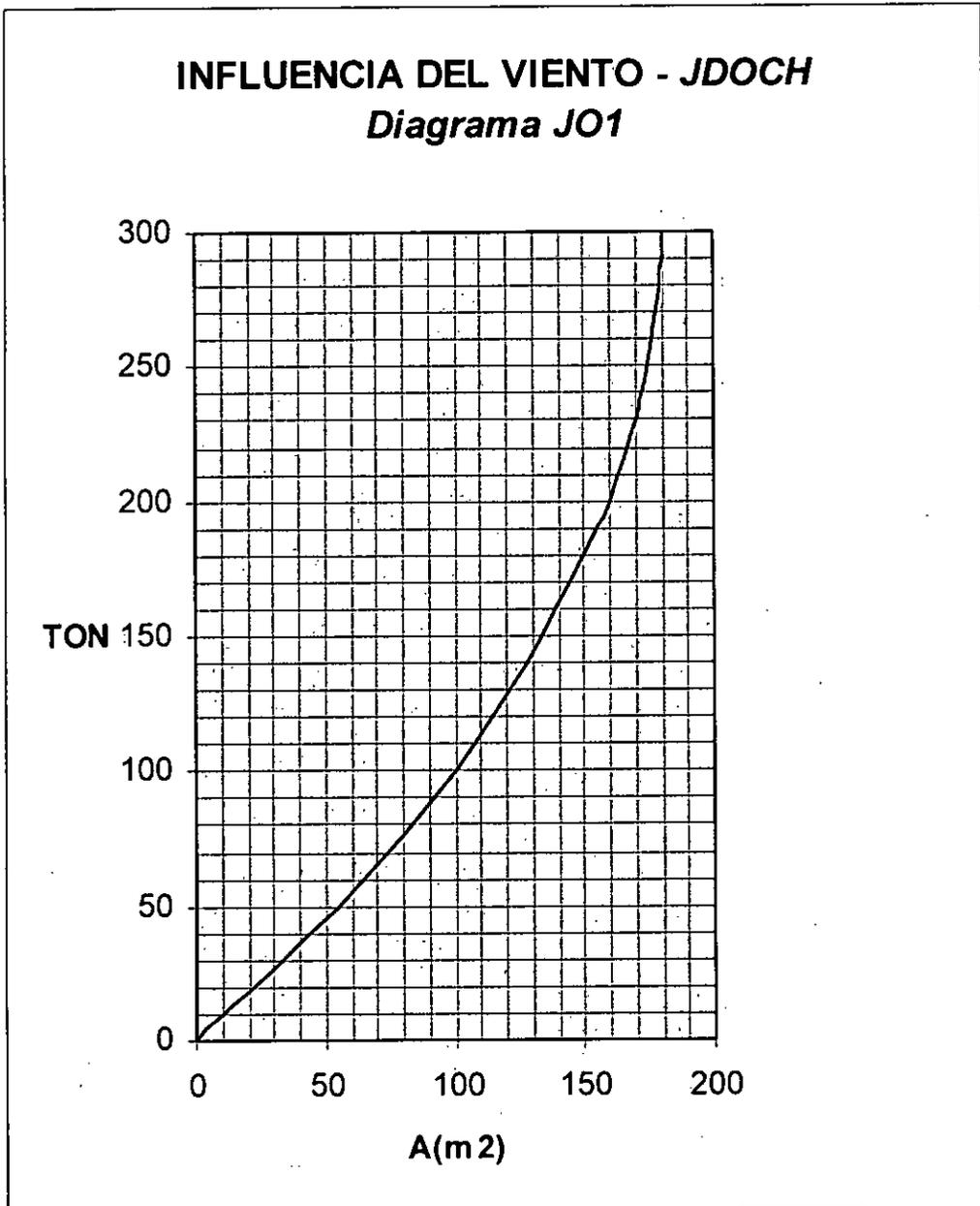
Firma

## Anexo 24. Lista de procedimientos y formatos aplicables - Plan de calidad

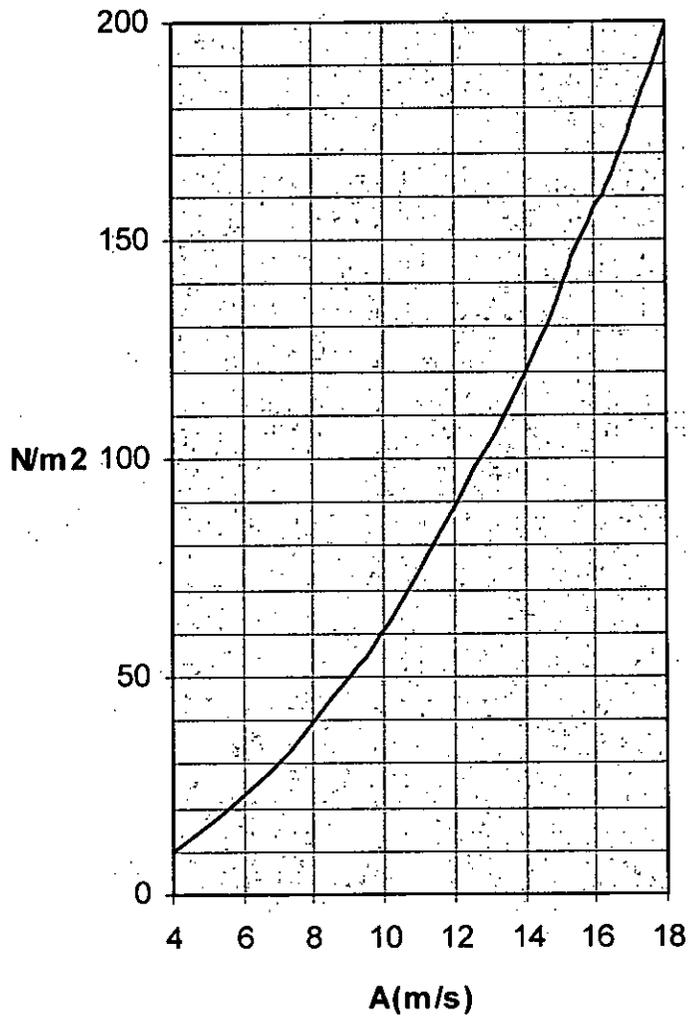
TEM	CLASIFICACION DE LOS DOCUMENTOS	COD. DOC.		REV.
<b>a. DESCRIPCION DE DOCUMENTOS DE GESTION</b>		<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>FORMATOS</b>	
01	Hoja -Transmital	N/A	SSK/TR-.F-01	A
02	Request for information RFI	N/A	SSK/PG-F01	A
04	Reporte de No Conformidad (RNC)	N/A	SSK/PG-F01	A
06	Procedimiento Recepción de materiales y equipos en Almacenes de AMEC	SSK/ALM-PO1	SSK/ALM-F01	A
<b>b. DESCRIPCION DE DOCUMENTOS DEL PROCESO DE SOLDADURA</b>				
01	Procedimiento de soldadura por termofusión HDPE	SSK/PWS-P01	SSK/PWS-F01	A
02	Especificación de procedimiento de soldadura WPS/PQR	SSK/PWS-P02	SSK/PWS-F02	A
03	Certificado de calificación de soldadores	N/A	SSK/WPS-F03	A
04	Status de soldadores calificados	N/A	SSK/PWS-F04	A
<b>c. DESCRIPCION DE DOCUMENTOS DE ESTRUCTURAS METALICAS</b>				
01	Replanteo Topográfica	SSK/TOP-P01	SSK/TOP-F01	A
02	Inspección de instalación de pernos	SSK/TOP-P01	SSK/EST-F01	A
03	Control de verticalidad	SSK/TOP-P01	SSK/EST-F02	A
04	Inspección de instalación de estructuras	SSK/EST-P01	SSK/EST-F03	A
05	Tensionado de uniones empernadas	SSK/EST-P01	SSK/EST-04	A
06	Colocación de laines en los pedestales de montaje de Estructuras/Equipos	SSK/GRO-P01	SSK/GRO-F01	A
07	Control espesor de pintura Touch Up	SSK/PNT-P01	SSK/PNT-F01	A
08	Proceso de Soldadura Estructuras Metálicas	SSK/SOL-P01-EM	SSK/SOL-F01	A
<b>d. DESCRIPCION DE DOCUMENTOS TUBERIAS</b>				
01	Procedimiento de soldadura por termofusión HDPE	SSK/SOL-P01-TRMF	SSK/SOL-F01-TRMF	A
02	Inspección de las juntas soldadas HDPE	SSK/SOL-P01-TRMF.	SSK/SOL-F02-TRMF	A
	Proceso de Soldadura de Tuberias	SSK/SOL-P01-TUB.	SSK/PWS-F02-TUB	A
03	Inspección de las juntas soldadas	SSK/SOL-P01-TUB.	SSK/PWS-F03-TUB	A
04	Arenado y Pintura	SSK/PNT-P01	SSK/PNT-F01	A
05	Ensayos No Destructivos Rayos(X) o Gammagrafia	SSK/END-P01-RT	SSK/END-F01-RT	A
06	Ensayos No Destructivos Ultrasonido,	SSK/END-P01-UTR	SSK/END-F01-UTR	A
07	Pruebas de Presión Hidrostáticas	SSK/PHD-P01	SSK/PHD-F01	A
08	Ensayos por Tintes Penetrantes (PT)	SSK/PT-P01	SSK/PT-F01	A
09	Pruebas de Presión Neumáticas	SSK/PNM-PO1	SSK/PNM-FO1	A
10	Pruebas de Limpieza de Tuberias-FLUCHING	SSK/FLU-P01	SSK/FLU-F01	A
11	Inspección Visual de las Juntas de Soldadura (IV)	SSK/IVS-P01	SSK/IVS-F01	A
12	Reparaciones de soldadura	SSK/RSOL-P01	SSK/RSOL-F01	A
<b>e. DESCRIPCION DE DOCUMENTOS MECANICOS</b>				
01	Instalación de equipos mecánicos	SSK/MEC-P01	SSK/MEC-F01	A

02	Nivelación y Alineamiento de equipos	SSK/MEC-P02	SSK/MEC-F02	A
04	Lubricación de equipos	SSK/MEC-P03	SSK/MEC-F03	A
05	Espesadores	SSK/MEC-P04	SSK/MEC-F04	A
10	Espesores y acabados de pintado	SSK/PNT-P01	SSK/PNT-F01	A
11	Prueba de vacío	SSK/VAC-P01	SSK/VAC-F01	A
13	Prueba de aceite caliente	SSK/AC-P01	SSK/AC-F01	A
14	Pruebas de estanqueidad	SSK/STQ-P01	SSK/STQ-F01	A
15	Inspección final y cierre de tanques (espesadores)	N/A	SSK/STQ-F02	A
19	Reparaciones de soldadura	SSK/RSOL-P01	SSK/RSOL-F01	A
<b>e. DESCRIPCION DE DOCUMENTOS ELÉCTRICOS</b>				
01	Recepción de Materiales y Equipos	SSK/ALM-PO1	SSK/ALM-F01	A
02	Instalación de Pozo a Tierra	SSK/EE-P02	SSK/EE-F02	A
03	Megado Malla a Tierra	SSK/EE-P03	SSK/EE-F03	A
04	Verificación Banco de Ductos	SSK/EE-P04	SSK/EE-F04	A
05	Inspección MCC	SSK/EE-P05	SSK/EE-F05	A
06	Inspecciones de Terminaciones BT/MT	SSK/EE-P06	SSK/EE-F06	A
07	Inspección Banco de Baterías	SSK/EE-P07	SSK/EE-F07	A
08	Continuidad a Tierra Bandejas Portacables	SSK/EE-P08	SSK/EE-F08	A
09	Inspección Motor Eléctrico	SSK/EE-P09	SSK/EE-F09	A
10	Inspección Bandejas Portacables	SSK/EE-P10	SSK/EE-F10	A
11	Inspección Sellado de Conduit	SSK/EE-P11	SSK/EE-F11	A
12	Pruebas de megado de cables de fuerza	SSK/EE-P12	SSK/EE-F12	A
13	HI-POT Cables de Fuerza	SSK/EE-P13	SSK/EE-F13	A
14	Inspección y continuidad de Aterramiento	SSK/EE-P14	SSK/EE-F14	A
15	Inspección de transformador de potencia	SSK/EE-P15	SSK/EE-F15	A
16	Vacío, llenado de aceite del transformador	SSK/EE-P16	SSK/EE-F16	A
17	Resistencia de Aislamiento del Trafo	SSK/EE-P17	SSK/EE-F17	A
18	Resistencia de Contacto/Tensionado de pernos	SSK/EE-P18	SSK/EE-F18	A
19	Relación de Transformación/Factor de Potencia	SSK/EE-P19	SSK/EE-F19	A
20	Megado de Motores Eléctricos	SSK/EE-P20	SSK/EE-F20	A
<b>f. DESCRIPCION DE DOCUMENTOS INSTRUMENTACION</b>				
01	Pruebas de continuidad cables de Señal	SSK/IST-P01	SSK/IST-F01	A
02	Pruebas de Megado cables	SSK/IST-P02	SSK/IST-F02	A
03	Pruebas de Calibración de Instrumentos	SSK/IST-P03	SSK/IST-F03	A
04	Pruebas de Lazo	SSK/IST-P04	SSK/IST-F04	A
05	Inspección de Instrumentos	SSK/ALM-PO1	SSK/ALM-F01	A

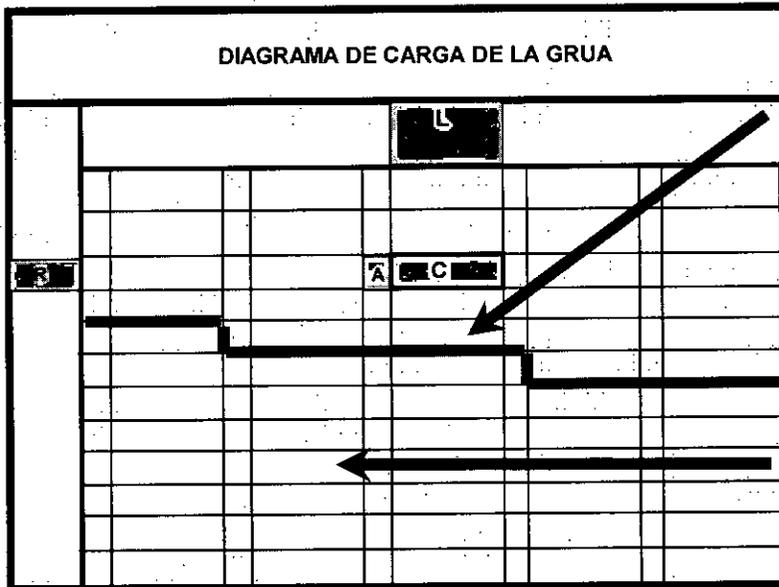
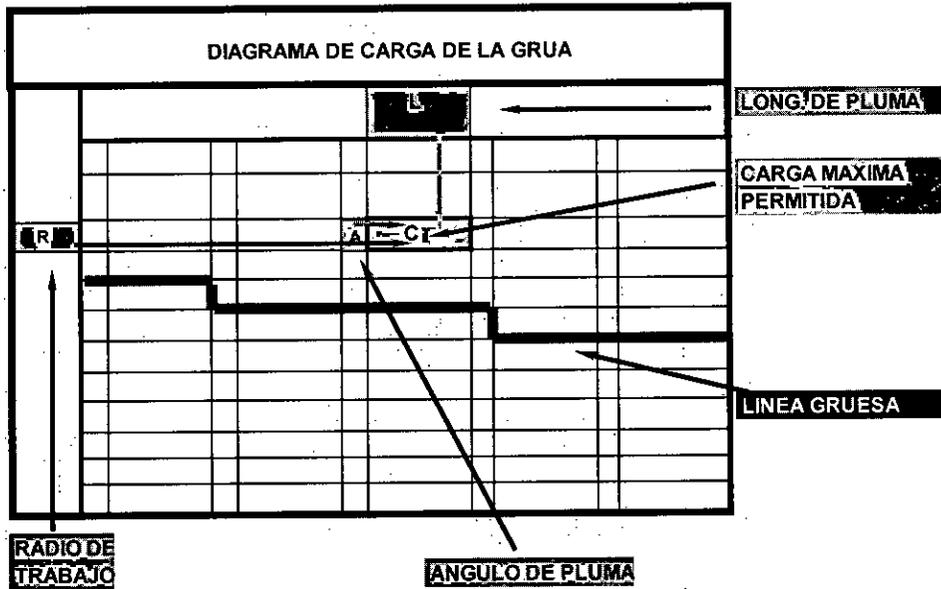
Anexo 25. Efecto del viento



**INFLUENCIA DEL VIENTO - JDOCH**  
**Diagrama JO2**



Anexo 26. Tabla de carga



SOBRE LA LINEA GRUESA LAS CARGAS ESTAN LIMITADAS POR: LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL DE LA GRUA EXCEDER EL VALOR DE LA CARGA MAXIMA (C) PARA CADA RADIO (R), ANGULO (A) Y LONG.DE PLUMA (L) PROVOCARA EL COLAPSO ESTRUCTURAL O HIDRAULICO.

DEBAJO DE LA LINEA GRUESA LAS CARGAS ESTAN LIMITADAS POR: LA CONDICION DE ESTABILIDAD DE LA GRUA

EXCEDER EL VALOR DE LA CARGA MAXIMA (C) PARA CADA RADIO (R), ANGULO (A) Y LONG.DE PLUMA (L) PROVOCARA SU VUELCO

**CHEMETICS**

Refinería de Cajamarquilla  
840 MTPD Acid Plant Expansion  
Lima, Peru

**Process Equipment List**

2006-03-06 1 of 1

05H06501 Issue A

Rev	Tag No.	Equipment Title	Type	Qty	Capacity / Size	Materials of Construction	Notes	Design Ctry	Supply
<b>Area 75 - Contact Plant Gas</b>									
	7530 H	Cold Exchanger	Radial Pitch Shell and Tube	1	7278 kW 3232 m <sup>2</sup>	Shell: 304L SS Tubes: 304L SS Tubesheet: 304L SS Top Vestibule: 304L SS Bot. Vestibule: 304L SS / 316L SS	Existing exchanger to be removed for placement of this unit	D	KCV
	7557 H	Cold Reheat Exchanger	Radial Pitch Shell and Tube	1	7467 kW 2184 m <sup>2</sup>	Shell: 304L SS Tubes: 304L SS Tubesheet: 304L SS Top Vestibule: 304L SS Bot. Vestibule: 304L SS / 316L SS	Existing exchanger to be removed for placement of this unit	D	KCV
	7556 H	Inter SO3 Cooler	Radial Pitch Shell and Tube	1	2445 kW 788 m <sup>2</sup>	Shell: Carbon Steel Tubes: Carbon Steel Tubesheet: Carbon Steel Vestibules: Carbon Steel		D	KCV
	7554 C	Inter SO3 Cooler Fan	Single Stage Centrifugal	1	45,900 Am <sup>3</sup> /h (Inlet) 225 mmWC pressure rise	Carbon Steel		A	KCV
<b>Area 78 - Contact Plant Acid</b>									
	7831 P	Inter Pump- Impeller	Vertical, Centrifugal	1	550 m <sup>3</sup> /h	Impeller: Alloy Stainless Steel	Retrofit of existing pump - impeller change for new conditons	A	KCV
	7876 H	Product Cooler	Shell and Tube, Anodically Protected	1	2500 Kw each 100m <sup>2</sup>	Shell: 304L SS Tubes: 316L SS Tubesheet: 304L SS Baffles: 316L SS Channel: Cs	Existing exchanger to be removed for placement of this unit	D	KCV