

**APOYO A LAS ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO, DISEÑO Y  
OPERACIONES DE GIGACON GRÚAS**

JOAN EDUARDO QUESADA DIAZ  
ID: 000243240

FIRMA DEL ESTUDIANTE:



---

ING. LEONARDO SALAZAR ACHURRY

FIRMA DEL SUPERVISOR:



---

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
BUCARAMANGA, SANTANDER.  
MAYO  
2019

**APOYO A LAS ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO, DISEÑO Y  
OPERACIONES DE GIGACON GRÚAS**

PRESENTADO POR:

JOAN EDUARDO QUESADA DIAZ

ID: 243240

Primera entrega de trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Ingeniero Mecánico.

Modalidad: Practica

PRESENTADO A:

Docente de ingeniería mecánica

Phd. Rolando Enrique Guzmán López

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
BUCARAMANGA, SANTANDER.  
MAYO - 2019

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bucaramanga, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2019

## **Dedicatoria**

Con la siguiente práctica en GIGACON, doy por culminados mis estudios de Ingeniería Mecánica y considero que ha sido la mejor inversión que pude hacer a mi vida, es increíble visualizar la evolución como persona y profesional. Aprendí que algo más difícil que la ingeniería es la vida, esa vida que pocos pueden tener o disfrutar. Aprendí a afrontar todos los problemas con éxito, y a aprender del fracaso personal y ajeno.

Esto no lo he logrado solo, hay gente que de manera directa o indirecta han aportado algo y por eso todos ellos merecen estar citados en esta dedicatoria, pido disculpas si he olvidado a alguien.

A Dios por sus bendiciones y por llevarme siempre por los mejores caminos.

A mis padres Eduardo y Claudia por ser las personas que siempre me apoyaron y los que a pesar de todos los errores que cometí y quizás siga cometiendo, me han aconsejado según a su experiencia.

A mis hermanos Stibens y Carolina que de alguna manera se preocuparon por mí.

A mi familia por sus buenos deseos.

A mis abuelas Eulogia y Marina por tenerme siempre presente en sus oraciones.

A mis compañeros de estudio Liliana, Arnold, Luna y Santiago, por el apoyo y su amistad durante toda la etapa de estudio.

A mis compañeros de vida José y Arley, por ser parte de la distracción – diversión y cuidarme en la escuela de la calle.

Al Ing. Leonardo Salazar por compartir su conocimiento durante mi etapa como interno en Gigacon.

A la empresa Gigacon y a todos sus empleados por darme la oportunidad de estar dentro de su equipo de trabajo, brindándome su apoyo y conocimiento.

A la Sra María Eugenia Chacón y Familia por compartirme su experiencia de vida y mostrarme que los límites están sólo en la mente.

A todos mis otros compañeros, profesores y demás miembros de la Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga.

Al Profesor Juan Carlos Maldonado por instruirme en mi gran pasión que es el fútbol, enseñarme que la vida también se puede afrontar con el “juego simple e inteligente” y siempre con el objetivo que es la meta.

A los seguidores del proyecto “Solidworks WorkGroup” por sus aportes de conocimiento.

A mis clientes por darme la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante la vida y mi etapa de estudios.

## Contenido

Dedicatoria .....	i
Lista de Figuras .....	vi
Introducción .....	9
Capítulo 1. Generalidades de la empresa .....	10
Nombre de la empresa .....	10
Actividad Económica / Productos y Servicios .....	10
Actividad principal.....	10
Actividad secundaria.....	10
Otras actividades .....	10
Número de empleados.....	10
Estructura organizacional.....	10
Teléfono .....	10
Dirección.....	10
Operativa.....	10
Administrativa.....	11
Reseña Histórica .....	11
Descripción del área específica de trabajo.....	12
Nombre y cargo del Supervisor Técnico (Empresa).....	12
Capítulo 2. Diagnóstico de la empresa .....	13
Mantenimiento .....	13
Diseño .....	13
Administración.....	14
Capítulo 3. Justificación.....	15
Mantenimiento .....	15
Diseño .....	16
Capítulo 4. Objetivos .....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
Capítulo 5. Marco Teórico .....	18
Grúas .....	18
Tipos de grúas .....	18
Torre Grúa.....	18
Torre grúa abatible .....	29

Grúa Automontable.....	30
Grúa telescópica:.....	30
Generador de Energía .....	31
Mantenimiento .....	32
Plan de mantenimiento.....	33
Diseño .....	34
Administración y Gestión .....	35
Planificación: .....	35
Organización: .....	35
Dirección:.....	35
Control: .....	35
Capítulo 6. Diseño Metodológico .....	36
Materiales.....	36
Métodos.....	36
Reconocimiento .....	36
Diagnóstico .....	37
Plan de Mantenimiento .....	37
Inventario.....	38
Mantenimiento preventivo.....	38
Estandarización de procesos.....	39
Capacitación e instrumentos básicos para diagnóstico.....	39
Mantenimientos correctivos.....	39
Capítulo 7. Resultados .....	40
Actividades .....	40
Consolidación de la información física de cada equipo en su respectiva hoja de vida (figura 21) .....	41
Participación en desmontaje de torre grúa COMANSA 5LC 5211 (figura 22).....	41
Actualización de información de equipos de Gigacon: (Ver Anexo 3. INFORMACIÓN EQUIPOS - MAYO 2019).....	42
Dimensionamiento de prototipo de un sistema de elevación.....	44
Opción de sección de brazo para Derrick 1 .....	45
Opción de sección de brazo para Derrick 2: .....	46
Opción de sección de brazo para Derrick 3: .....	48
Plan de izaje de una carga regular.....	48
Creación de formatos para la recopilación de información.....	50

Mantenimiento correctivo de servo transmisión.....	50
Dimensionamiento de arriostramiento para COMANSA 5LC 5010.....	52
Rediseño de un chasis para torre grúa LC 5211. ....	52
Diseño e impresión 3D de un engranaje para los micro cuentavuelas: .....	54
Diseño e impresión de un soporte para ventilación forzada de LMI de grúa telescópica: .....	55
Diseño e impresión 3D de desconexión manual de planta generadora de energía. ....	56
Recursos disponibles.....	56
Capítulo 8. Conclusiones y Recomendaciones .....	57
Conclusiones .....	57
Recomendaciones .....	57
Lista de Referencias .....	59

## Lista de Figuras

Figura 1. Estructura organizacional de GIGACON TRANSPORTES S.A.S – 2019.....	11
Figura 2: Torre grúa 5LC 5010. Fuente: Autor.....	19
Figura 3: Partes de una torre grúa - Fuente: Manual Comansa 5LC 5010 .....	20
Figura 4: Tramo de torre TD36A. Fuente: Autor. ....	21
Figura 5: Tramo de brazo AM5 – 50. Fuente: Autor.....	21
Figura 6: Contrapluma EC5 – 01. Fuente: Autor.....	22
Figura 7: Contrapesas y lastres de torre grúa. Fuente: Autor. ....	22
Figura 8: Modelos de sistema de carrito. Fuente: Manual de Fabricante. ....	23
Figura 9: Winch o tambor de elevación. Fuente: Autor.....	23
Figura 10: Gancho DR GA06 Fuente: Autor.....	24
Figura 11. Chasis para base apoyada XA2H – Fuente: Autor .....	25
Figura 12. Pies de empotramiento PH2 – PD6. Fuente: Autor.....	25
Figura 13. Corona de giro para torre grúa LC90. Fuente: Autor. ....	26
Figura 14. Estrobo de acero de dos brazos. Fuente: <a href="https://www.proinjal.com/producto/2-brazos/">https://www.proinjal.com/producto/2-brazos/</a> .....	27
Figura 15: Eslingas de poliéster de 2”. Fuente: Autor.....	28
Figura 16: Cadenas o estrobos de cadena de acero. Fuente: Autor. ....	28
Figura 17. Grúa abatible LCL 500, Obra: Cemex – Antioquia. Fuente: Gigacon Transportes S.A.S. ....	29
Figura 18. Grúa auto montable Gigacon Transportes S.A.S. Fuente: Autor. ....	30
Figura 19. Grúas telescópicas en Planta – Cota, Gigacon Transportes S.A.S. Fuente: Autor.....	31
Figura 20. Grupo electrógeno GESAN 220 – 200Kva – Fuente: Autor.....	32
Figura 21. Formato hoja de vida de mantenimiento de equipos. Fuente: Autor.....	41
Figura 22: Desmontaje de torre grúa COMANSA 5LC 5211, Bogotá D.C. Fuente: Gigacon Transportes S.A.S. ....	42
Figura 23. Descargue de piezas torre grúa COMANSA 5LC 5211, Bogotá D.C. Fuente: Autor. 43	
Figura 24. Descargue de piezas torre grúa COMANSA 5LC 5211, Bogotá D.C. Fuente: Gigacon Transportes S.A.S. ....	44
Figura 32. Zona de trabajo – Fuente: Autor.....	49
Figura 33. Plano vista superior de área de trabajo-Fuente: Autor .....	49
Figura 34. Compucrane, cálculo de cargas máximas de Grove GMK 5100. Fuente: Autor .....	50
Figura 35. Desmontaje de servo transmisión de Krupp 3055 Fuente: Autor.....	51
Figura 36. Mantenimiento Preventivo planetarios Fuente: Autor. ....	52
Figura 50. Deslizadores nuevos instalados Fuente: Autor.....	53
Figura 52: Piñones en funcionamiento. ....	54
Figura 53. Diseño e impresión 3D soporte de baterías en modificación de mando inalámbrico de torre grúa.....	55
Figura 54: Soporte en funcionamiento Fuente: Autor. ....	55
Figura 55. Impresión 3d en pruebas de funcionamiento. Fuente: Autor. ....	56

**RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** APOYO A LAS ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO, DISEÑO Y OPERACIONES DE GIGACON GRÚAS

**AUTOR(ES):** Joan Eduardo Quesada Diaz

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Mecánica

**DIRECTOR(A):** Rolando Enrique Guzmán López

**RESUMEN**

El presente informe de proyecto de grado está basado en la práctica empresarial, que presenta las actividades realizadas por el estudiante en las múltiples áreas de la compañía GIGACON TRANSPORTES S.A.S. durante sus seis meses como practicante. Su objetivo principal fue asumir el cargo como Ingeniero Mecánico Auxiliar y así poder aplicar el conocimiento adquirido en su etapa como estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga y en efecto la obtención del título. Este informe tiene como un objetivo principal, documentar detalladamente las diferentes actividades realizadas por el estudiante en el área de mantenimiento, diseño y operaciones, para las cuales el estudiante estuvo participando de manera activa aportando trabajo y soluciones a problemas cotidianos que se dieron tanto en la parte administrativa como en la parte operativa.

**PALABRAS CLAVE:**

Mantenimiento, diseño, operaciones.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

**GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** SUPPORT FOR ACTIVITIES IN THE GIGACON GRÚAS MAINTENANCE, DESIGN AND OPERATIONS AREA

**AUTHOR(S):** Joan Eduardo Quesada Diaz

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Mecánica

**DIRECTOR:** Rolando Enrique Guzmán López

**ABSTRACT**

This project report is based on internships, which presents the activities carried out by the student in the multiple areas of the company GIGACON TRANSPORTES S.A.S. during six months as a intern. His main objective was to assume the position as Auxiliary Mechanical Engineer and thus be able to apply the knowledge acquired in his stage as a student of Mechanical Engineering of the Universidad Pontificia Bolivariana, section Bucaramanga and in effect obtaining the degree. The main objective of this report is to document in detail the different activities carried out by the student in the area of maintenance, design and operations, for which the student was actively participating, providing work and solutions to everyday problems that occurred both in the administrative part as in the operative part.

**KEYWORDS:**

Maintenance, design, operations.

**Vº Bº DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## **Introducción**

Al pasar los años es común observar en la industria latinoamericana que las labores de mantenimiento implementadas funcionan y ayudan a la conservación de los equipos, a su vez mejoran la confiabilidad del servicio o la calidad del producto.

En la actualidad, aún podemos encontrar empresas que no poseen ningún tipo de organización y solo se encargan de reparar daños, causando así una baja disponibilidad de los equipos y costos elevados en las reparaciones.

Una estrategia para mantener los equipos en adecuadas condiciones mecánicas es por medio de la implementación de un plan de mantenimiento, lo cual involucra planear labores de preventivas según la vida útil de los repuestos y así evitar fallas parciales que detengan la operación.

Actualmente Gigacon Transportes S.A.S. cuenta con más de 100 equipos que requieren permanecer en total disponibilidad para su alquiler o venta, debido a esto es importante poder intervenir no solo en labores de mantenimiento sino también en la administración y programación para la permanencia del negocio.

Teniendo en cuenta que el plan de mantenimiento requiere ir de la mano con la administración, se involucró al estudiante como apoyo al área de administración teniendo la tarea específica de apoyar no solo la programación de los mantenimientos, sino que también el del personal.

Dentro de las otras labores se encuentra el apoyo al área de diseño, el cual se enfocó básicamente en la elaboración de modelos, renderizados y planos de fabricación los cuales fueron de vital uso a la hora de cerrar negocios y del alistamiento de partes vitales de los equipos.

## Capítulo 1. Generalidades de la empresa

### Nombre de la empresa

GIGACON TRANSPORTES S.A.S.

### Actividad Económica / Productos y Servicios

**Actividad principal.** 4390 (Otras actividades especializadas para la construcción de edificios y obras de ingeniería civil).

**Actividad secundaria.** 4923 (transporte de carga por carretera).

**Otras actividades.** 4659 (comercio al por mayor de otros tipos de maquinaria y equipo n.c.p.).

### Número de empleados

Cuenta con 144 empleados distribuidos en el área nacional.

### Estructura organizacional

En la figura 1 se desglosa la estructura organizacional de la empresa GIGACON TRANSPORTES S. A. S.

### Teléfono

(1) 5438233 – (+57) 301 515 9533.

### Dirección

#### Operativa

Autopista vía Bogotá – La Vega km 2.5 vía parcelas 1900 metros con viraje a la izquierda 300 metros, Cota, Cundinamarca.

## Administrativa

Carrera. 16 #70ª-74 en la localidad de Chapinero.

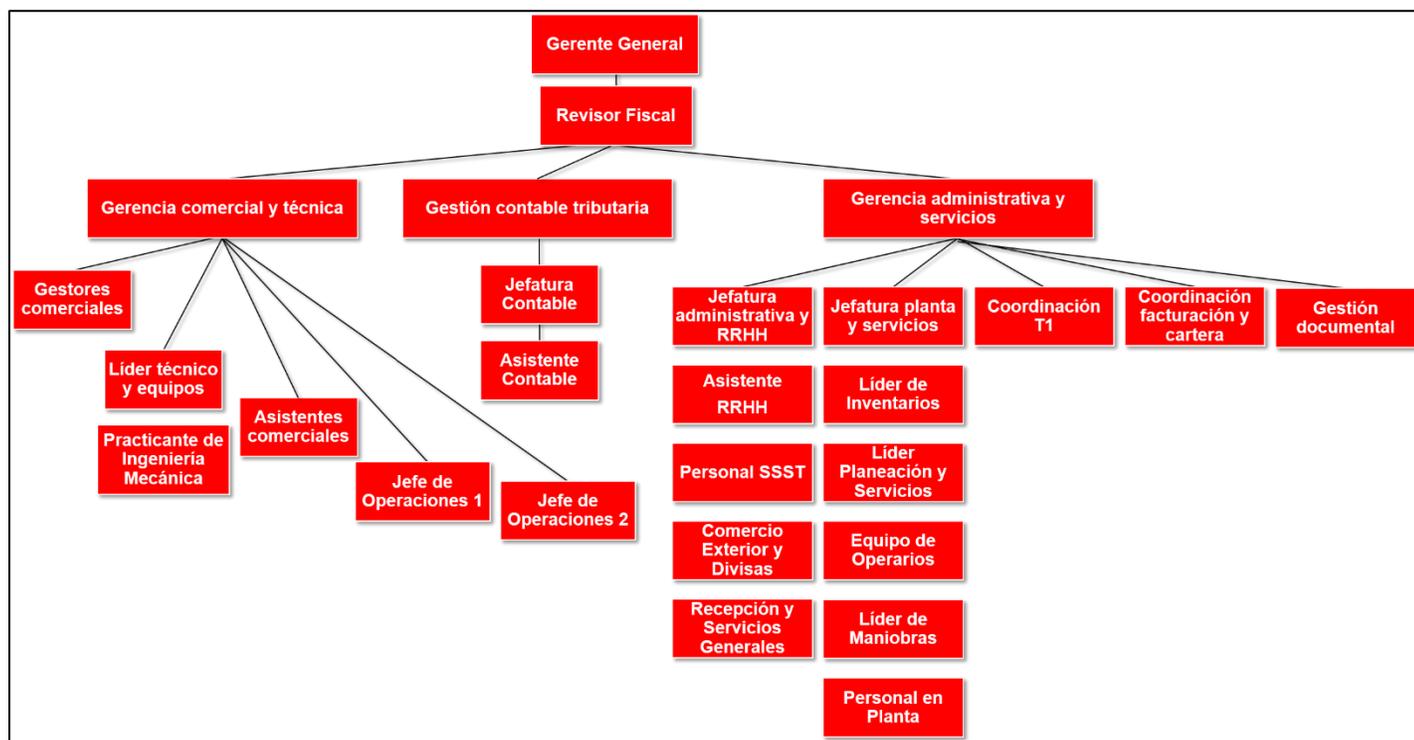


Figura 1. Estructura organizacional de GIGACON TRANSPORTES S.A.S – 2019.

Fuente: Gigacon Transportes S.A.S.

## Reseña Histórica

Gigacon Transportes S. A. S., es una compañía fundada en el año 1975, especializada en el alquiler, venta y soporte técnico de equipos para la construcción. Ha sido respaldada durante años por un grupo de profesionales de la arquitectura, ingeniería y técnicos con alto conocimiento en el tema.

Actualmente brinda los servicios de alquiler de torre grúas, grúas telescópicas, elevadores de personal y plantas de generación de energía. Además, se le suman los

servicios de montajes de estructuras, transporte y movimiento de cargas extra dimensionadas.

**Descripción del área específica de trabajo**

El estudiante fue vinculado al área de Gerencia Comercial y Técnica bajo la supervisión del líder técnico y de equipos.

**Nombre y cargo del Supervisor Técnico (Empresa)**

Leonardo Salazar Achurry. Ingeniero Mecánico. Departamento de equipos

Matricula Profesional CN 230 – 123042

**Contacto:** +57 301 241 1717

soportetecnico@gigacon.com.co

## Capítulo 2. Diagnóstico de la empresa

### Mantenimiento

Durante más de 40 años de servicios, Gigacon Transportes S.A.S. se ha encargado de intervenir los equipos cuando presentan averías, realizando la ejecución de mantenimientos correctivos. Adicionalmente, la empresa planifica mantenimientos preventivos, según los manuales de fabricantes.

A pesar de lo anterior, las grúas no mantenían las condiciones de operatividad idóneas para la disponibilidad y el trabajo requerido, ya que se identificaron problemas relacionados a variables ambientales, humanas, manipulación de equipos y la vida útil de los materiales.

Así mismo, se identificó un control operacional deficiente por la ausencia de seguimiento a labores ejecutadas en cada una de las grúas; las falencias en el control operacional han generado pérdidas por reprocesos en los mantenimientos y daños en los equipos.

### Diseño

La torre grúa trepadora se usa principalmente para edificios con grandes dimensiones, ya que la altura disponible para izajes va variando sin la necesidad de agregar más secciones a la estructura, simplemente la base de la torre se desplaza de abajo hacia arriba al ritmo y a medida que la construcción progresa.

El problema radica cuando se requiere realizar el desmontaje de esta grúa, cuando la obra se da por culminada, la altura de las secciones supera la máxima altura para las telescópicas que realizan los desmontajes. Por lo anteriormente expuesto, surge la

necesidad de diseñar un sistema de elevación para realizar el procedimiento de desmontaje más rápido.

### **Administración**

Actualmente se han considerado cuatro funciones principales en la gestión de la administración: Planificación, organización, ejecución y control, que se realizan de manera independiente y manual en cada departamento, lo que genera la necesidad de tener un sistema para no solo las 4 fases de la administración, sino que también incluya información del área operativa como la gestión de mantenimiento, informes, solicitudes, entre otros.

### **Capítulo 3. Justificación**

#### **Mantenimiento**

Las torres grúa, grúas telescópicas y elevadores de personal son equipos que están creados y destinados para trasladar personal y diferentes materiales en las obras de construcción. Esta herramienta permite ahorrar tiempos, fuerza humana, trabajos desgastantes, facilitan los trayectos de sus cargas ya sea porque se necesita subir materiales a cierto nivel o hacer desplazamientos de las cargas horizontales.

Algún fallo en una de las partes electrónicas o mecánicas, podría llegar a representar un paro total de la grúa y por ende suspender algunas labores de la obra, incluso podría representar un peligro tanto para los operarios y para las personas que están bajo torre.

Teniendo en cuenta que Gigacon Transportes S.A.S. realiza labores muy básicas de mantenimiento, la ejecución de un plan sistematizado permite tener la hoja de vida de cada grúa de una manera detallada, poder monitorear todas las actividades, reduciendo de esta manera un gran porcentaje de tiempos de mantenimiento correctivos, costos de operación y sobre todo aumentar la seguridad de las grúas.

En este tipo de casos es cuando se identifica que las labores de un plan mantenimiento son indispensables en cualquier proceso, teniendo como objetivo mejorar la anticipación a la ocurrencia de fallas mediante inspecciones e intervenciones programadas garantizando la seguridad, conservación, confiabilidad y eficiencia de los equipos.

## Diseño

El procedimiento de montaje y desmontaje de un sistema de elevación es diferente para cada tipo de sistema; los tipos de sistemas de elevación que operan en Gigacon Transportes S.A.S. son:

- **Auto montante:** El procedimiento de montaje y desmontaje es autónomo.
- **Telescópica:** Consta de un camión que extiende su “boom” con presión hidráulica y autónoma para su montaje y desmontaje.
- **Torre grúa:** Requiere la ayuda de un sistema de elevación externo para su montaje y desmontaje.
- **Torre grúa trepadora:** Esta torre grúa tiene una particularidad a la hora del desmontaje, ya que cuando la obra culmina la altura de la torre grúa no es la misma que cuando empezó la obra. Esta situación genera la necesidad de tener un sistema de respaldo para hacer el procedimiento, por lo tanto, Gigacon Transportes S.A.S. requiere diseñarlo y evaluarlo para posteriormente construirlo.

## **Capítulo 4. Objetivos**

### **Objetivo General**

Brindar apoyo a las actividades que se realizan en el departamento de mantenimiento, diseño y operaciones de Gigacon Transportes S.A.S.

### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el estado actual del plan de mantenimiento vigente de maquinaria y equipos.
- Consolidar y actualizar los registros históricos de las labores de mantenimiento.
- Anticipar la ocurrencia de fallas en los equipos.
- Brindar apoyo al desarrollo de los mantenimientos correctivos que se soliciten al momento.

## Capítulo 5. Marco Teórico

### Grúas

Las grúas han sido parte de los procesos de construcción desde la invención de las primeras poleas en Grecia en el siglo VII a. c., hace ya más de dos mil años (Montserrat, 2017). Su diseño ha evolucionado constantemente por la aparición de las necesidades industriales que llevan al fabricante a crear y usar sistemas más complejos para realizar levantamientos de cargas.

Existen gran variedad de grúas. En el siguiente apartado se describen las más comunes.

### Tipos de grúas

#### Torre Grúa

Es un sistema de elevación de funcionamiento discontinuo, destinado a elevar y distribuir cargas usando un gancho suspendido y su carro para el desplazamiento a lo largo de la pluma (figura 2). La grúa es orientable y su sistema de giro va sobre la parte más alta de la estructura metálica vertical y esta va anclada a la base de la grúa. Estas torres por lo general son de instalación temporal y se ven sometidas a constantes traslados, montajes y desmontajes.

Conforma principalmente de la base, la estructura vertical, el brazo o pluma, la contrapluma, los contrapesos y sus respectivos motores de giro, carro, traslación y elevación dependiendo del modelo.



*Figura 2: Torre grúa 5LC 5010. Fuente: Autor.*

### *Partes de una torre Grúa*

En la figura 3 se muestra un esquema de las partes una torre grúa.

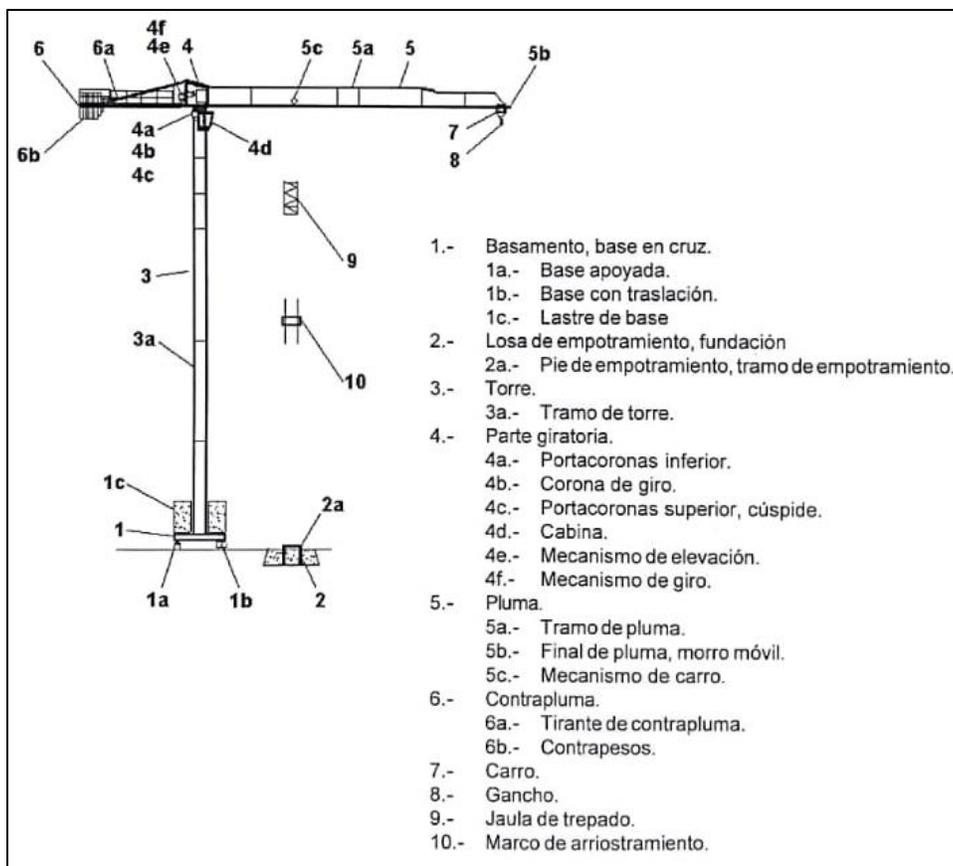


Figura 3: Partes de una torre grúa - Fuente: Manual Comansa 5LC 5010

Según Montserrat (2017) una torre grúa está conformada por las siguientes partes:

- **Estructura metálica o mástil:** Se compone de módulos de sección cuadrada que por lo general son soldadas o atornilladas y que suplen de altura necesaria a la torre grúa para realizar sus trabajos (figura 4).



*Figura 4: Tramo de torre TD36A. Fuente: Autor.*

- **Flecha o brazo:** Se compone de módulos de sección triangular que le da a la grúa el radio o alcance necesario para sus labores (figura 5).



*Figura 5: Tramo de brazo AM5 – 50. Fuente: Autor.*

- **Contra flecha:** La longitud de la contra flecha varía entre un 30% y un 35% de la longitud del brazo, esta realiza la labor de soportar las contrapesas (figura 6).



*Figura 6: Contrapluma EC5 – 01. Fuente: Autor.*

- **Contrapeso:** Son fundiciones de hormigón perfectamente moldeado para garantizar la estabilidad y la inercia (figura 7).



*Figura 7: Contrapesas y lastres de torre grúa. Fuente: Autor.*

- **Carro:** Consiste en un tipo de elemento que se soporta sobre rieles y se mueve a lo largo de la flecha o brazo. En la figura 8 se muestran los modelos de sistema de carrito.

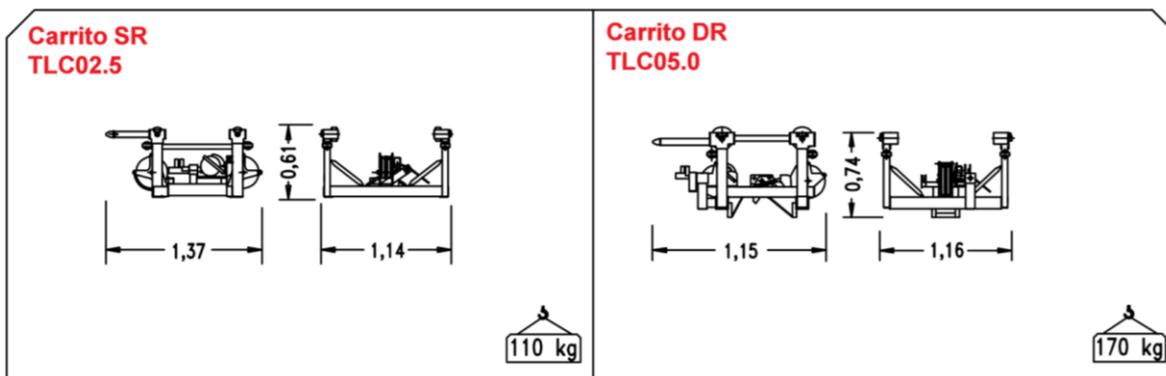


Figura 8: Modelos de sistema de carrito. Fuente: Manual de Fabricante.

- **Winch o tambor:** Es el elemento que enrolla el cable y permite a la carga el desplazamiento vertical (figura 9).

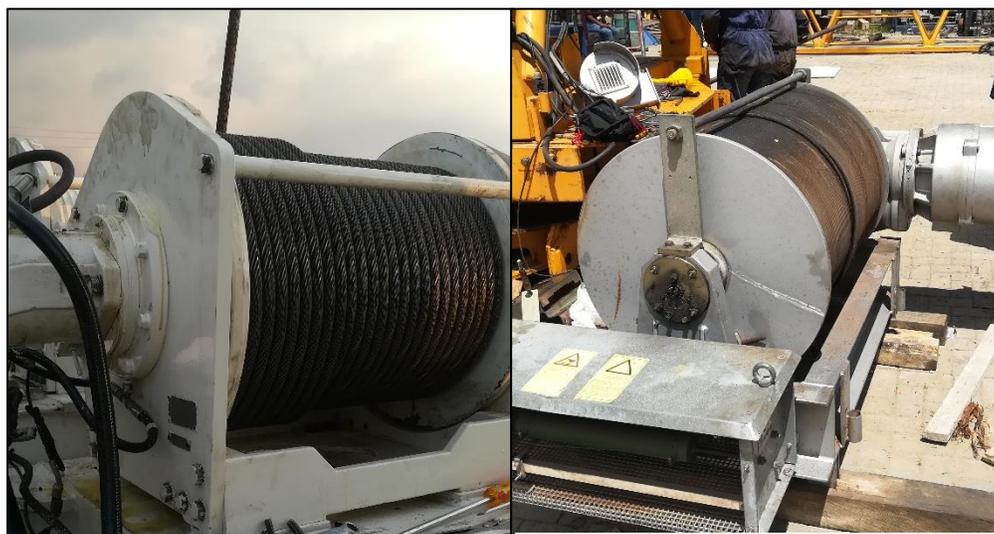


Figura 9: Winch o tambor de elevación. Fuente: Autor.

- **Gancho:** Es un dispositivo que sujeta la carga y debe ser elegido de manera precavida para que posibles choques no desestabilicen la unión de la carga con el gancho (figura 10).



*Figura 10: Gancho DR GA06 Fuente: Autor.*

- **Base:** La base representa una de las partes más importantes para garantizar que la grúa no realice volcamiento, este elemento une la grúa con el terreno, ya sea con chasis (figura 11) o con pies de empotramiento (figura 12) ayudados por unos lastres de cemento en el caso de chasis.



*Figura 11. Chasis para base apoyada XA2H – Fuente: Autor*



*Figura 12. Pies de empotramiento PH2 – PD6. Fuente: Autor.*

- **Base giratoria:** En cuanto al movimiento giratorio, la grúa sólo lo tendrá disponible en la pluma y la contra pluma junto con todos sus elementos, de esta manera le permitirá tener un radio de acción para el trabajo. La base giratoria está compuesta por una corona dentada de giro diseñada para soportar fuerzas

en todas las direcciones, con un sistema de rodamientos internos que le permite realizar giro sobre el eje de la cúspide o tornamesa (figura 13).



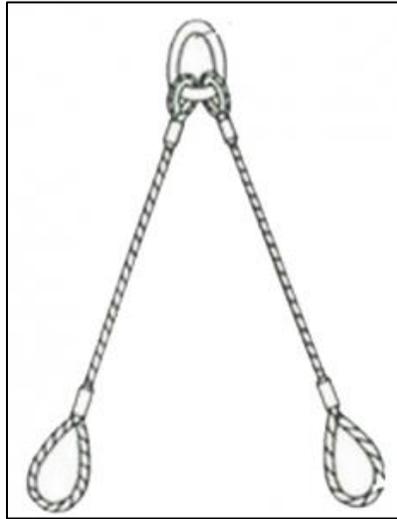
*Figura 13. Corona de giro para torre grúa LC90. Fuente: Autor.*

- **Motores trifásicos:** actualmente son los más usados, dependiendo del número de polos su velocidad puede variar y su valor viene dado por la siguiente expresión

$$n = \frac{60 f}{p}$$

Donde  $f$  es la frecuencia y  $p$  el número de polos que tiene el inductor, en el caso de motores asíncronos varía con la carga. En estos motores su velocidad es alta y por lo general usan reductores para aprovechar al máximo su potencia.

- **Elementos de unión:** En la mayoría de condiciones el gancho no va a izar una carga de manera directa, en este caso será necesario el uso de las bridas.
- **Estrobo:** Son elementos conformados por cables de acero que dan la unión mecánica entre la carga y el gancho, son supremamente resistentes y se emplean tanto en el caso de cargas pesadas como ligeras (figura 14).



*Figura 14. Estrobo de acero de dos brazos. Fuente: <https://www.proinjal.com/producto/2-brazos/>*

- **Eslingas:** Son elementos hechos con fibra de poliéster de alta tenacidad, con unos valores de resistencia que varían en función del espesor y el ancho (figura 15).



*Figura 15: Eslingas de poliéster de 2". Fuente: Autor.*

- **Cadenas:** Como su nombre lo indica son cadenas y están compuestas por eslabones de acero (figura 16).



*Figura 16: Cadenas o estrobos de cadena de acero. Fuente: Autor.*

### **Torre grúa abatible**

Las grúas abatibles son usadas especialmente para obras con gran congestión de grúas y edificios a su alrededor, su brazo abatible le permite tener una altura superior a la instalada hasta la tornameza (figura 17).



*Figura 17. Grúa abatible LCL 500, Obra: Cemex – Antioquia. Fuente: Gigacon Transportes S.A.S.*

### Grúa Automontable

Las grúas auto montables se destacan por su rapidez en el montaje, estas grúas son empleadas principalmente en viviendas unifamiliares, en edificios de vivienda y en pequeños proyectos de infraestructura (figura 18).



*Figura 18. Grúa auto montable Gigacon Transportes S.A.S. Fuente: Autor.*

### Grúa telescópica:

Conocida también como “Camión grúa”, es usada principalmente para trabajos breves de tiempo como el montaje de una torre grúa y movimiento de cargas, su funcionamiento se basa principalmente en la hidráulica, teniendo así un gran poder para izar cargas de gran magnitud y su montaje es completamente autónomo (figura 19).



*Figura 19. Grúas telescópicas en Planta – Cota, Gigacon Transportes S.A.S. Fuente: Autor.*

### **Generador de Energía**

Es un sistema que transforma la energía mecánica en energía eléctrica, la energía mecánica la provee un motor de combustión interna, el cual se encuentra acoplado por unos discos o acoples flexibles que transmite el movimiento del volante del motor al rotor del alternador o generador (figura 20). Este se usa especialmente cuando hay un déficit de energía o cuando no hay suministro del fluido eléctrico.



Figura 20. Grupo electrógeno GESAN 220 – 200Kva – Fuente: Autor.

## Mantenimiento

La gestión del mantenimiento se ha caracterizado por dirigir y apoyar completamente toda una organización, mediante el manejo de recursos dentro de la misma tales como: personal, financieros, materiales, equipos, entre otros. Se puede describir la función de la gestión del mantenimiento como la acción a realizar luego de analizar el estado regular de la organización y ajustar un plan inicial para lograr las metas propuestas. La gestión del mantenimiento se aplica incluso en situaciones donde la planificación no se lleva a cabo. Por lo tanto, la gestión del mantenimiento determinará el proceso de dirección de la organización del mantenimiento.

Teniendo en cuenta que la gestión del mantenimiento consiste en planear, organizar, implementar y controlar actividades de mantenimiento (Ben-Daya et al. 2009), este proceso se puede dividir en dos partes: la definición de la estrategia y la implementación.

La definición de la estrategia de mantenimiento requiere establecer los objetivos como acción principal. Esta parte inicial de la gestión del mantenimiento determina el éxito de dicho proceso dentro de la organización a partir de la efectividad en la implementación de los planes de mantenimiento, horarios, controles, mejoras, entre otros

Definir la estrategia es muy importante ya que, alcanzar una estrategia de mantenimiento eficaz demuestra la capacidad de prever apropiadamente los requerimientos de mantenimiento en el transcurso del tiempo. Por otra parte, la implementación de la estrategia posee un nivel de significado diferente. Esta parte del proceso se enfoca hacia la eficiencia de la gestión, donde la eficiencia consiste en actuar o producir evitando gastos o esfuerzos innecesarios. La eficiencia compara la cantidad de servicio y la cantidad de recurso gastado, proporcionando el mismo o mejor mantenimiento por el mismo costo.

### **Plan de mantenimiento.**

El plan mantenimiento lo han definido varios expertos como un conjunto de normas, técnicas y recursos físicos, económicos y tecnológicos que, relacionados, buscan mejorar la eficiencia de un sistema productivo, disminuyendo los paros, aumentando la confiabilidad del sistema, garantizando la seguridad y disminuyendo el costo de correcciones.

Existen dos tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento preventivo:** uno de los tipos de mantenimientos más usados en la industria en los últimos tiempos, es el preventivo y consta de actividades programadas que son comúnmente el resultado de una optimización intensiva que se basa en experiencias satisfactorias. Estas inspecciones son enfocadas a

evitar fallas prematuras y de gran valor. Pretende prevenir reparaciones no programadas y de emergencia y a su vez, tiempos de inactividad por medio de detección de problemas antes de que estos surjan. Esto implica reemplazos de componentes, lubricación y limpieza como métodos eficientes para extender la vida útil.

- **Mantenimiento correctivo:** Se define como la corrección de las averías o daños que presentan las maquinas. Es la común reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o maquina afectada por el fallo.

## **Diseño**

Según el Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina (INTI, 2009), diseñar es pensar antes de realizar. Analizar, planificar y ejecutar para responder las necesidades de los usuarios. El diseño es frecuentemente entenderlo como una actividad estética, asociada a lo que está de moda. Sin embargo, esto no es suficiente para comprender la magnitud del potencial del diseño como actividad proyectual creativa.

El objetivo del diseño es materializar un producto, pero se debe tener en cuenta los siguientes aspectos (INTI, 2009):

- **El Usuario:** Gustos, preferencias, situaciones de uso.
- **Responsabilidades:** Responsabilidades legales, éticas y ambientales.
- **Materialidad:** Forma de uso del producto.
- **Transformación:** Capacidades tecnológicas, procesos de transformación, costos y desarrollo de proveedores.
- **Comunicación:** Identificar y relatar el producto.
- **Consumo:** Posicionamiento del producto, identidad del producto de venta.

## **Administración y Gestión**

**Planificación:** La planificación es la gestión que determina los objetivos de la organización, y establece las estrategias adecuadas para el logro de dichos logros.

**Organización:** la organización tiene como función adecuar los recursos previstos en la planificación para conseguir los objetivos.

**Dirección:** Esta fase ha sido identificada como la ejecución, esta es la etapa donde se debe llevar a la práctica lo diseñado.

**Control:** El control es el procedimiento destinado a evaluar el rendimiento real, comparar ese rendimiento con los objetivos fijados o corregir las diferencias entre los resultados y los objetos.

## Capítulo 6. Diseño Metodológico

Para la consecución de resultados de la presente práctica laboral se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

### **Materiales**

Software de computación:

- Compucrane (4.4.2)

### **Métodos**

A continuación, se detalla el procedimiento utilizado durante las actividades de la práctica laboral.

### **Reconocimiento**

En primer lugar, se realizó la programación de visitas a las diferentes zonas de trabajo como parte del acoplamiento e identificación de las áreas pertenecientes a la compañía.

En cuanto al acercamiento técnico con la maquinaria de la empresa, se consultaron los manuales del fabricante para el logro de fundamentación teórica.

El estudiante junto a su empleador definió el lugar de trabajo o sede para la consecución de sus objetivos de trabajo de grado. Teniendo en cuenta el nivel de riesgo, se requirió programar las capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo, con énfasis en trabajo en alturas, las cuales son indispensables para las tareas en campo.

## **Diagnóstico**

El estudiante debe realizar la consolidación de la información acerca de planes de mantenimiento y procedimientos que se hayan implementado anteriormente en la empresa, esto con el fin de acelerar el proceso de mejora continua para la implementación de actividades de mantenimiento.

## **Plan de Mantenimiento**

En cuanto a la documentación, es necesario proceder con la captación y organización de los registros de intervenciones para posteriormente digitalizar la información y tener disponibilidad de la misma en cualquier momento y lugar. Con la información consolidada, se inicia el proceso de diagnóstico del plan de mantenimiento.

Con base en lo anterior, se procede a elaborar las herramientas documentales que permitan anticipar de forma lógica las fallas de los equipos. Dentro de la documentación a realizar se encuentra: cronogramas de actividades, Check List, procedimientos, historiales, solicitudes, entre otros.

La base para elaborar la documentación consta de información relacionada con la vida útil de los repuestos, fallos reportados por las inspecciones, reportes de fallos de los operarios y el manual de mantenimiento.

## ***Hojas de vida de grúas y equipos.***

Para la implementación de una gestión de mantenimiento es conveniente realizar un formato de hoja de vida para los equipos de la empresa, el cual debe contener la mayor información posible como nombre, modelo, ubicación, operario, actividades realizadas,

errores presentados, próximos mantenimientos y entre otros ítems que faciliten el control de documentos.

El estudiante debe mantener la información actualizada y comunicar a los operarios las versiones más recientes. Justamente se requiere trasladar los archivos de manera física y digital a las cabinas de operación (grúas), esto con el objetivo de tener accesibilidad y disponibilidad de la información de intervenciones anteriores que puedan ayudar al técnico a diagnosticar y solicitar intervenciones más profundas con argumentos certeros (Ver Anexo 1 - HV22 - COMANSA LC5211 - 15598).

### **Inventario.**

El siguiente paso consta de actualizar los registros de cada máquina, con toda la información posible para el apoyo a los comerciales teniendo en cuenta el estado o disponibilidad de los equipos para su alquiler. Se espera organizar y consolidar elementos como los manuales de los equipos, catálogos, carpetas e información confidencial.

### **Mantenimiento preventivo.**

Implementar listas de chequeo en los equipos, teniendo en cuenta los intervalos y actividades del fabricante, esto con el objetivo de que ninguna tarea pase por alto a la hora de intervenir las máquinas (Ver Anexo 2 CHECK LIST 2019 - TORRE GRÚAS).

**Estandarización de procesos.**

Consiste en el control del orden y registro de los procedimientos de mantenimiento que se realizarán en todos los equipos de la empresa (Ver Anexo 3. FORMATO ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS).

**Capacitación e instrumentos básicos para diagnóstico.**

La relación que hay entre el operario y la maquina es realmente importante para el diagnóstico de un fallo, el hecho de sentir, operar y escuchar la maquina les da una ventaja sobre el técnico para el diagnóstico, ahorrando así tiempo y dinero.

Fallas simples como tener un fusible averiado sin poder saber qué hacer, terminan siendo una visita de mantenimiento, ahí es dónde puede entrar en acción el operario para evitar que se genere una visita innecesaria, siempre y cuando tenga la disponibilidad de la herramienta y repuestos básicos como un multímetro, destornilladores, llaves, fusibles, entre otros.

**Mantenimientos correctivos**

Para participar en el desarrollo de las actividades mantenimiento correctivo, se requiere la preparación previa para actividades de campo y la programación que realice el supervisor de la práctica.

## Capítulo 7. Resultados

### Actividades

Durante los seis meses como practicante, el ingeniero no titulado estará asignado al departamento de mantenimiento diseño y soporte técnico de la empresa bajo la instrucción del supervisor asignado, realizando las siguientes actividades, entre otras:

- ✓ Capacitación en seguridad ocupacional y EPP's.
- ✓ Certificación en alturas.
- ✓ Reconocimiento del entorno laboral en la empresa.
- ✓ Creación de carpetas de mantenimiento con sus respectivas hojas de vida.
- ✓ Actualización de intervenciones por mantenimientos preventivos y correctivos.
- ✓ Revisión de los manuales de operación de las grúas.
- ✓ Participación en los mantenimientos correctivos de las grúas.
- ✓ Solicitudes e informes de mantenimiento.
- ✓ Reuniones programadas de retroalimentación con el supervisor en cuanto a la labor desarrollada por el practicante.
- ✓ Apoyo área de diseño.
- ✓ Programación de mantenimientos preventivos.
- ✓ Inspección de procedimientos de mantenimiento.

**Consolidación de la información física de cada equipo en su respectiva hoja de vida  
(figura 21)**

FORMATO					
HOJA DE VIDA Y MANTENIMIENTO EQUIPOS					
Código: TG-155-2017			Versión: 01		
Fecha de Aprobación: 25-07-2017			Página: 1 de 1		
INFORMACIÓN GENERAL					
MARCA:	REFERENCIA:	TIPO:	BRAZO:	COLOR:	
COMANSA LC 5211	15598	TORRE GRUA	50m	AZUL	
MOTORES					
Motor de elevación	Motor de carro	Motor de giro		Motor de tracción	
1	1	1		NA	
RELACION DE MANTENIMIENTOS					
FECHA DEL SERVICIO	TIPO DE LABOR	CONSECUTIVO LABOR EJECUTADA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	RESPONSABLE DE LA LABOR	OBSERVACIONES
28/06/2017	MONTAJE	10122	Labores de montaje en AVATAR	FAUSTO GARZÓN	No se dejó operativa por falta de acometida
29/06/2017	PUESTA EN MARCHA	10123	Se realiza la puesta en marcha	FAUSTO GARZÓN	Se solicita instalar el polo a tierra
27/07/2018	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	10189	Intervención al motor de giro que tenía fuga	JUAN PABLO OSTOS	NA
26/08/2017	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	11487	Inspección	JUAN PABLO OSTOS	Se solicita aterrizajear el elevador de corriente.
4/09/2017	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	11688	Inspección	JULIAN GONZALES	NA
6/09/2017	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	11464	Se cambia el seguro de gancho	JUAN PABLO OSTOS	Corona con ruido
6/10/2017	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	11473	Se gradua sistema de freno de elevación y se calibran los tornillos	JUAN PABLO OSTOS	Se solicita calibrar cargas
10/10/2017	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	11123	Se calibran cargas	FREDY VEGA	NA
26/10/2017	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	11726	Jordan Gutierrez	JORDAN GUTIERREZ	Se solicita revisar guaya de elevación
21/11/2017	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	11143	Revisión de guaya	FREDY VEGA	NA
4/12/2017	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	11956	Se realiza cambio de motor y reductor de carro	NELSON BECERRA	Pendiente cambio de bornera de freno.
8/12/2018	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	11646	Se realiza Inspección general	DENNIS ESCOBAR	La alimentación de los reflectores debe ir independiente a la torre
23/01/2018	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	12010	Se realiza Inspección general	JORDAN GUTIERREZ	Se solicita cambio de disco de elevación
7/04/2018	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	12387	Se realiza Inspección general engrase.	DENNIS ESCOBAR	La alimentación de los reflectores debe ir independiente a la torre
28/04/2018	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	12371	Cambio de cable de elevación (380M) Ø10mm	DENNIS ESCOBAR	NA
26/06/2018	TELESCOPAJE	12258	Se realiza telescopaje	NA	NA
21/06/2018	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	12414	Cambio de cable de elevación	JESUALDO MARTINEZ	NA

*Figura 21. Formato hoja de vida de mantenimiento de equipos. Fuente: Autor*

(Ver Anexo 1 FORMATO DE HOJA DE VIDA).

(Ver Anexo 2 - HV22 - COMANSA LC5211 - 15598).

**Participación en desmontaje de torre grúa COMANSA 5LC 5211 (figura 22).**

Fecha de realización: viernes 4 de enero de 2019.

Hora de inicio: 7:00am – Hora fin: 6pm

- Se realiza el posicionamiento de los pies de la grúa telescópica para proceder con el desmontaje de la torre grúa que tenía una altura de 36m.



Figura 22: Desmontaje de torre grúa COMANSA 5LC 5211, Bogotá D.C. Fuente: Gigacon Transportes S.A.S.

**Actualización de información de equipos de Gigacon: (Ver Anexo 3. INFORMACIÓN EQUIPOS - MAYO 2019).**

Nº	EQUIPO	S/N	AÑO /FABRICA	ULTIMO METO PREV	Nº	OBRA	LUGAR	OPERARIO	ESTADO	OBSERVACIONES	OBRA ANTERIOR	CARPETA
<b>27/05/2019</b>												
1	POTAIN MC180	78151	1997	2/04/2018	3	ALEGRA- 180	BARRANQUILLA	NA	OPERANDO	NA		
2	POTAIN MD120	82613	1999	2/04/2018	4	ALEGRA- 120	BARRANQUILLA	MARCO GONZALES	INOPERATIVA	No está trabajando por razones administrativas		
3	COMANSA SLC500	14042	2006		20	PUERTO TIMBAL	BARRANQUILLA	LUIS HERRERA	OPERANDO	NA		
4	POTAIN MC75	400044	2005	4/08/2018	14	LA CASTELLANA	BOGOTÁ	WILLIAM SARAZOLA	OPERANDO	NA		
5	COMANSA SLC500	14820	2007	27/01/2019	4	PLANTA	COTA	NA	OPERANDO	Sin placa	AVATAR	ENTREGADA
6	POTAIN MC85	97808	2004	30/01/2018	28	PLANTA	COTA	LUIS MUÑOZ	OPERANDO	NA	GS & GO	ENTREGADA
7	COMANSA LC5211	15598	2008	17/11/2018	10	TENCO- CIPRES	SOACHA	NA	OPERANDO	NA	AVATAR	ENTREGADA
8	COMANSA SLC400	14117	2007	26/11/2018	27	GESTION	BOGOTÁ	ALVARO COMANA	OPERANDO	NA		ENTREGADA
9	COMANSA 10LC160	15384	2008		36	PTAR #5	BOGOTÁ	NELSON DIAZ	OPERANDO	NA		ENTREGADA
10	COMANSA SLC500	14897	2007	12/10/2018	36	VISTA AL PARQUE	BOGOTÁ	REZO	OPERANDO	Obras en el sitio		
11	COMANSA SLC400	14479	2006		19	SAN RAFAEL	BOGOTÁ	JESUS ANGULO	INOPERATIVA	Llegó a planta el 30/12/2018	TORRE A CONSTRUIR	ENTREGADA
12	COMANSA SLC400	14651	2006	13/10/2018	19	PLANTA	COTA	ORBEIMAR SANCHE	OPERANDO	NA	MURANO 1	ENTREGADA
13	COMANSA LC5211	13739	2005		37	PTAR #7	BOGOTÁ	NA	OPERANDO	Labores ejecutadas hasta 2015	PTAR 7	ENTREGADA
14	COMANSA SLC500	14957	2007	28/07/2018	38	ALTUBIA 109	BOGOTÁ	CARLOS MARIO RINCÓN	OPERANDO	Labores ejecutadas hasta 2017		
15	COMANSA SLC500	15014	2007	30/03/2019	1	VIST A 9	BOGOTÁ	DAVID PÉREZ	OPERANDO	Tema el serial 15304		ENTREGADA
16	COMANSA 11LC160	11222	2000	6/10/2018	34	PTAR #6	BOGOTÁ	JOSÉ CALERO	OPERANDO	NA		ENTREGADA
17	COMANSA 11LC160	16312	2015	13/10/2018	35	PTAR #4	BOGOTÁ	VICTOR LOAZA	OPERANDO	NA		ENTREGADA
18	COMANSA LC5211	15806	2008	20/09/2018	37	PTAR #7	COTA	NA	OPERANDO	Sin placa		ENTREGADA
19	COMANSA 10LC140	14611	2007	18/05/2018	36	PTAR #1	BOGOTÁ	HERMINSON MONTES	OPERANDO	NA		ENTREGADA
20	COMANSA SLC500	15011	2007		29	LIFE 72	BOGOTÁ	LUIS MUÑOZ	OPERANDO	NA	PLANTA - COTA	ENTREGADA
21	COMANSA SLC400	13885	2005	21/02/2018	8	SANTA HILINA 3	BOGOTÁ	RAFAEL PUCHE	OPERANDO	NA		ENTREGADA
22	COMANSA SLC400	14509	2006	23/02/2019	23	LIBRERA	BOGOTÁ	NA	OPERANDO	NA		ENTREGADA
23	COMANSA 11LC160	16128	2013	11/02/2018	35	PTAR #2	BOGOTÁ	LUCIO LANDAZURY	OPERANDO	Vista de Planta	INNOVA	ENTREGADA
24	COMANSA 11CM160	CM110032	2017	27/10/2018	7	PTAR #3	BOGOTÁ	JORGE OCHOA	OPERANDO	NA		ENTREGADA
25	POTAIN MC68	401956	2006	30/11/2018	17	NUOVO CHILE	BOGOTÁ	NA	OPERANDO	NA	GIRASOLES	ENTREGADA
26	POTAIN MC85	49014	2008		14	PLANTA	CARTAGENA	NA	INOPERATIVA	Sin registro de labores ejecutadas.	AQUALINA	ENTREGADA
27	COMANSA SLC500	14800	2007		20	PLANTA	CARTAGENA	NA	INOPERATIVA	Reportar que no tiene placa de S/N	VALLEDUPAR	ENTREGADA
28	COMANSA LC5211	15289	2007		32	PLANTA	CARTAGENA	NA	INOPERATIVA	NA		
29	COMANSA SLC350	14881	2007		9	EL CARRERO MARINA CLUB	CARTAGENA	NA	OPERANDO	NA		
30	COMANSA SLC400	14523	2005		21	PLANTA	CARTAGENA	NA	INOPERATIVA	NA		
31	COMANSA SLC500	13776	2005		39	PLANTA	COTA	NA	OPERANDO	NA	VENTI	ENTREGADA
32	COMANSA SLC500	14595	2006		25	PUERTO TIMBAL	BARRANQUILLA	NA	INOPERATIVA	Labores ejecutadas hasta 2016		
33	COMANSA SLC400	15465	2008		21	LAGUNAS DEL CARRERO	CARTAGENA	LUIS HERRERA	OPERANDO	NA		

- Se procede a hacer el descargue de las contrapesas para la grúa telescópica.
- Desmontaje del gancho para la instalación del aguilón o la extensión del brazo.
- Suben los aparejadores respectivos para empezar el procedimiento de desmontaje de la torre grúa.



*Figura 23. Descargue de piezas torre grúa COMANSA 5LC 5211, Bogotá D.C. Fuente: Autor.*

El desmontaje se realiza en el siguiente orden:

- Letrero Gigacon.
- Contrapesas de 1050Kg.
- Dos secciones de brazo
- Dos secciones de brazo
- Contrapesas
- Contrapluma
- Tornamesa
- Sección MH121
- Sección MH-124-1

- Sección MH-124<sup>a</sup>
- Estructura de telescopaje.
- Sección S13
- Contrapesas de 5400Kg para la base.
- 



*Figura 24. Descargue de piezas torre grúa COMANSA 5LC 5211, Bogotá D.C. Fuente: Gigacon Transportes S.A.S.*

### **Dimensionamiento de prototipo de un sistema de elevación.**

Condiciones de diseño:

- Cada sección no puede tener un peso mayor a 300Kg.
- Capacidad máxima de Radio 10m.
- Capacidad máxima de altura 10m.
- Capacidad Carga Máxima 3.5 Ton.

- Fatiga (3 ciclos al día X 200 días al año).
- Debe acceder para su montaje por medio de un ascensor.
- Angulo mínimo 15°.
- Angulo máximo 89°.

### **Opción de sección de brazo para Derrick 1**

Estructura de brazo diseñada con tubería circular y la sección geométrica cuadrada para cada módulo.

Dimensiones de sección: 52cm X 43cm X 185cm.

#### **Ventajas sobre las otras opciones:**

- ✓ Menor masa por sección. (Teniendo en cuenta la densidad del acero estructural AISI 1020) (77,7 Kg por tramo.)

#### **Desventajas sobre las otras opciones:**

- ✓ Construcción compleja, demorada y costosa. (96 uniones).
- ✓ Menor resistencia a la fluencia respecto a la opción 2 y 3.

**Condiciones: (Análisis FEA con 10.000N) 1 Tonelada – Mallado no estructurado.**

Esfuerzos en compresión: **5,86 Mpa** - Datos despreciables para el análisis

Esfuerzos en tensión: **5.1 Mpa** – Datos despreciables para el análisis

Esfuerzo empotrado: **139.77 Mpa**

**1. Tubería de acero 1020: 77,7 Kg** (sin soldadura).

Para frame de 2.5 Inches y 4mm de espesor.

Para diagonales de 1 Inch y 2mm de espesor.

**2. Tubería de acero 1020: 77,2 Kg** (sin soldadura).

Para frame de 2.5 Inches y 3mm de espesor.

Para diagonales de 1 Inch y 3mm de espesor.

**3. Tubería de acero 1020: 88,27 Kg** (sin soldadura).

Para frame de 2.5 Inches y 3mm de espesor.

Para diagonales de 1 Inch y 4mm de espesor.

**Opción de sección de brazo para Derrick 2:**

Estructura de brazo diseñada con tubería circular y la sección geométrica circular para cada módulo.

Longitud de tramo: 8 inches SCH 40 - 150cm.

***Ventajas sobre las otras opciones:***

- ✓ Construcción simple, rápida y económica. (14 uniones) 2 Placas – 12 Nervaduras.
- ✓ Mayor resistencia a la fluencia respecto a la opción **1 y 3**.

***Condiciones: (Análisis FEA con 10.000N) 1 Tonelada – Mallado no estructurado***

Esfuerzos en compresión: **6,50 Mpa** - Datos despreciables para el análisis

Esfuerzos en tensión: **6 Mpa** – Datos despreciables para el análisis

Esfuerzo empotrado: **51.26Mpa**

***Desventajas sobre las otras opciones:***

- ✓ Se hace necesario instalar más tramos para alcanzar el radio requerido.
- ✓ Mayor masa por tramo. (Teniendo en cuenta la densidad del acero estructural AISI 1020) (77,35 Kg por tramo.)

**1. Tubería de acero 1020: 77,35 Kg (sin soldadura).**

Tubería de Ø8 inches y 8.2mm de espesor (Según catálogo del “consorcio metalurgico nacional”).

**2. Tubería de acero 1020: 260 Kg (sin soldadura). DESCARTADA POR PESO.**

Tubería de Ø10 inches y 9.3mm de espesor (Según catálogo del “consorcio metalurgico nacional”).

**3. Tubería de acero 1020: 50.75 Kg (sin soldadura).**

Tubería de Ø6 inches y 7.1mm de espesor (Según catálogo del “consorcio metalurgico nacional”).

### **Opción de sección de brazo para Derrick 3:**

Estructura de brazo diseñada con tubería circular y cuadrada, con la sección geométrica triangular para cada módulo.

Dimensiones de sección: 55cm X 55cm X 160cm.

#### ***Ventajas sobre las otras opciones:***

- ✓ Menor masa por sección. (Teniendo en cuenta la densidad del acero estructural AISI 1020) (52 Kg por tramo.)

#### ***Desventajas sobre las otras opciones:***

- ✓ Construcción compleja, demorada y costosa. (41 uniones). (término medio)
- ✓ Menor resistencia a la fluencia respecto a la opción 2

#### ***Condiciones: (Análisis FEA con 10.000N) 1 Tonelada – Mallado no estructurado***

Esfuerzos en compresión: **27 Mpa**

Esfuerzos en tensión: **25 Mpa**

Esfuerzo empotrado: **208,6 Mpa**

### **Plan de izaje de una carga regular.**

**Descripción:** La operación requería trasladar una carga que tenía una masa aproximada de 200Kg, por lo tanto, se procede a realizar el izaje por medio del programa

Compucrane para hacer los respectivos cálculos con los datos de entrada para la grúa que estaba disponible.

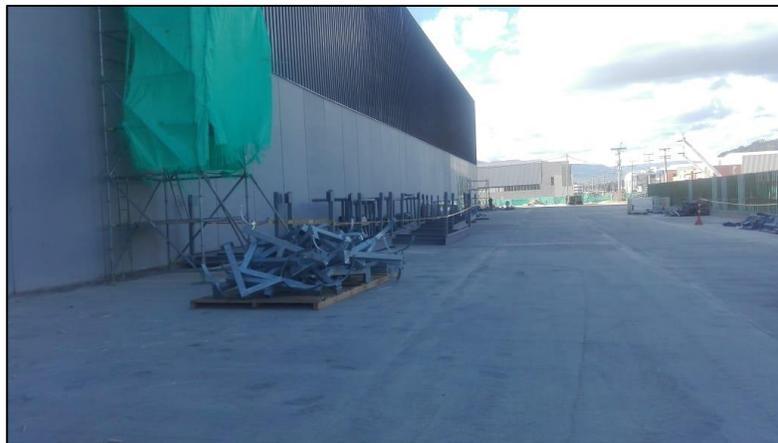
**Radio:** 60m – Peso de la carga: 200Kg – 0,2Tn.

**Contrapeso:** Hallar el mínimo requerido

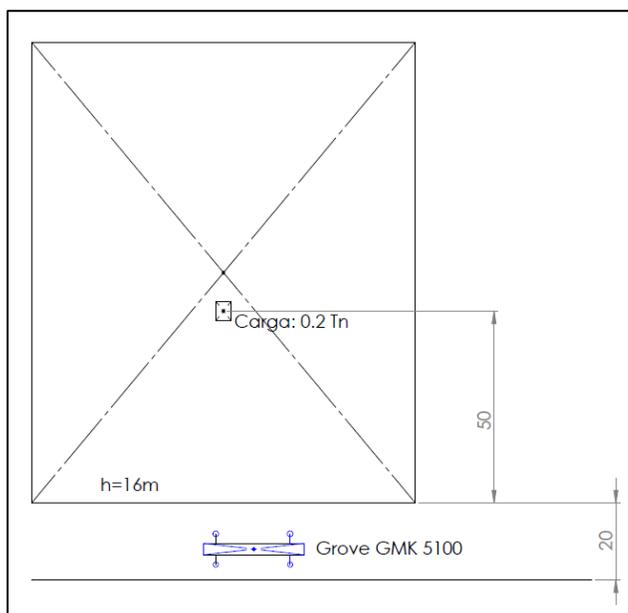
**Grúa disponible:** Grove GMK 3050 Main Boom Only

Brazos extendidos totalmente para no requerir mayor cantidad de contrapesas.

*Descripción de la zona de trabajo:*



*Figura 25. Zona de trabajo – Fuente: Autor.*



*Figura 26. Plano vista superior de área de trabajo-Fuente: Autor*

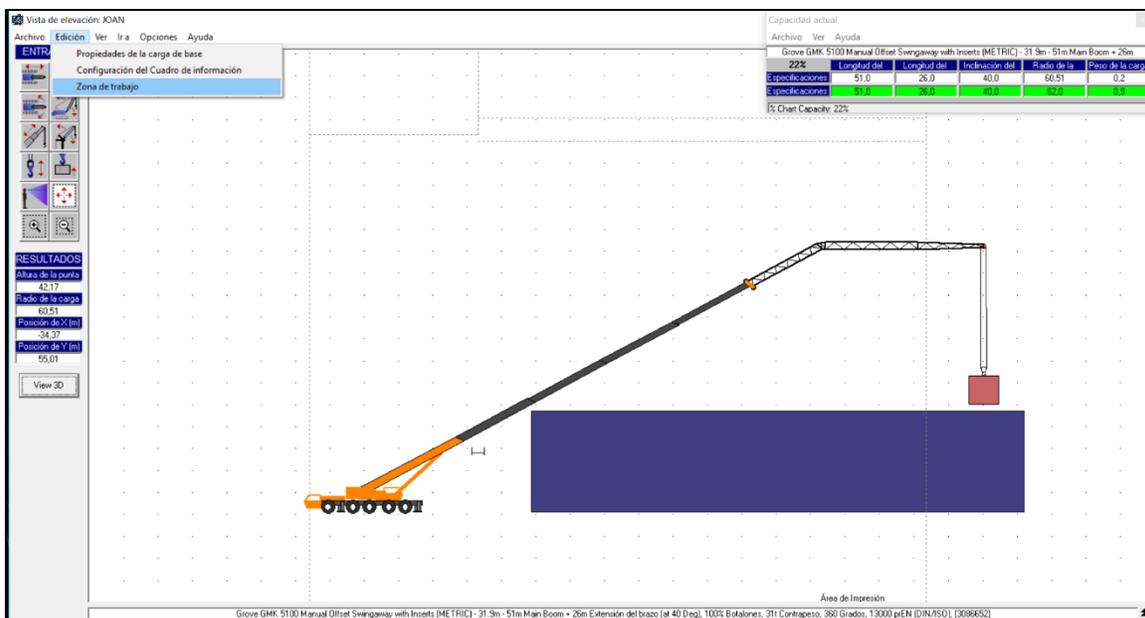


Figura 27. Compucrane, cálculo de cargas máximas de Grove GMK 5100. Fuente: Autor

La carga máxima para los anteriores de entrada es de 10,7 Tn

La carga estaría en un 22% al valor máximo

### Creación de formatos para la recopilación de información.

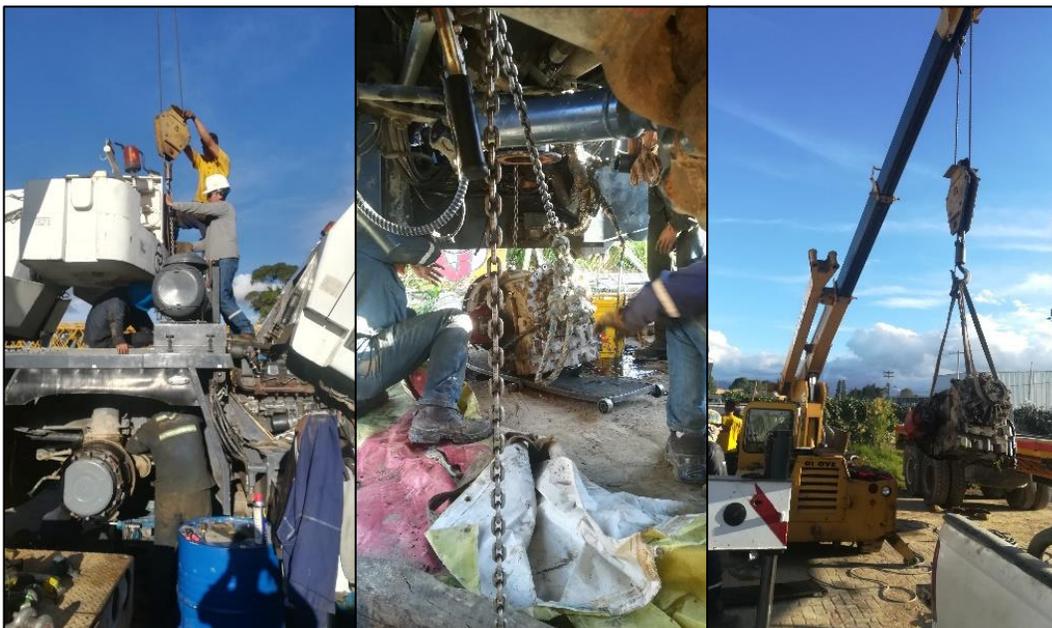
1. Formato de hoja de vida (Ver Anexo 1).
2. Hv22 - Comansa LC5211 - 15598. (Ver Anexo 4)
3. Información equipos - mayo 2019 (Ver anexo 3)
4. Formato estandarización de procesos (Ver anexo 4).
5. Sistema informativo de todos los equipos. (Ver anexo 5).
6. Check list de intervención por mantenimiento preventivo. (Ver anexo 7).

### Mantenimiento correctivo de servo transmisión.

**Descripción:** Grúa telescópica Krupp KMK 3050

(Ver anexo - 10. INFORME MTTO KRUPP KMK 3050)

*Diagnóstico:* La grúa presentaba problemas en la traslación de los cambios, solo era posible usar la grúa en 1ra velocidad, por lo tanto, se realizan las respectivas inspecciones eléctricas y mediciones de aceite para descartar algún error eléctrico o mala señal de los sensores que tiene la grúa.



*Figura 28. Desmontaje de servo transmisión de Krupp 3055 Fuente: Autor*



*Figura 29. Mantenimiento Preventivo planetarios Fuente: Autor.*

Aprovechando el estado de la grúa se procede a realizar un mantenimiento preventivo de los planetarios de las ruedas y los gatos hidráulicos de la dirección.

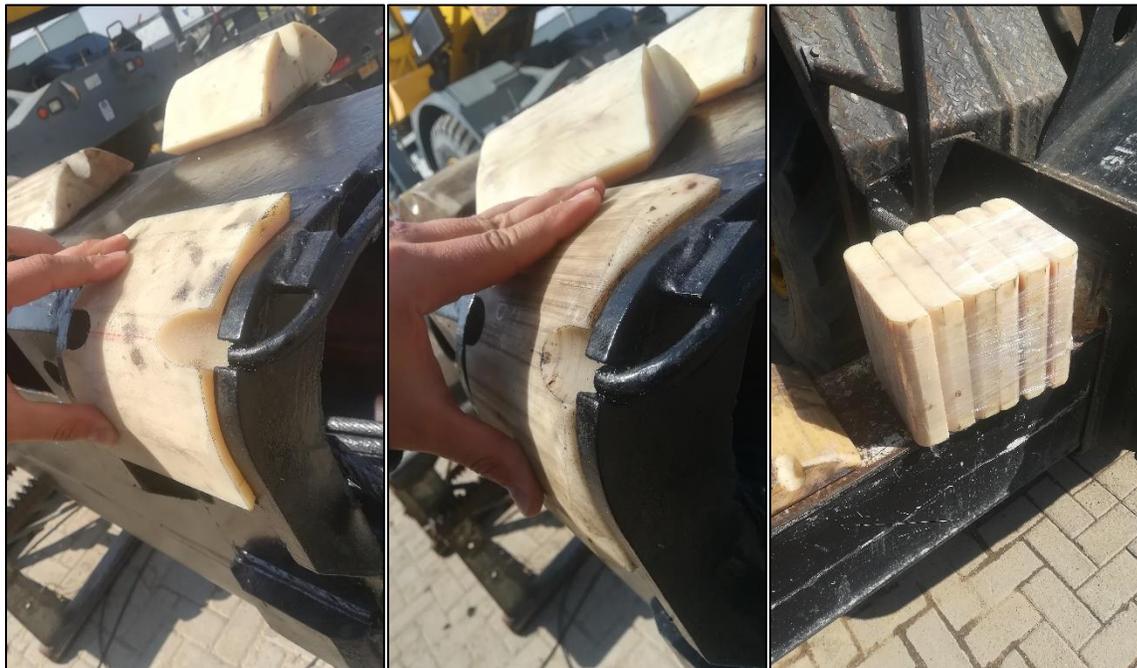
### **Dimensionamiento de arriostamiento para COMANSA 5LC 5010.**

*Descripción:* La obra se encontraba en avance y por su altura se requería aumentar la altura de la torre grúa, después de cierta altura según su modelo debe ser soportada por un marco metálico para que los esfuerzos y momentos en la base no generen fallas.

### **Rediseño de un chasis para torre grúa LC 5211.**

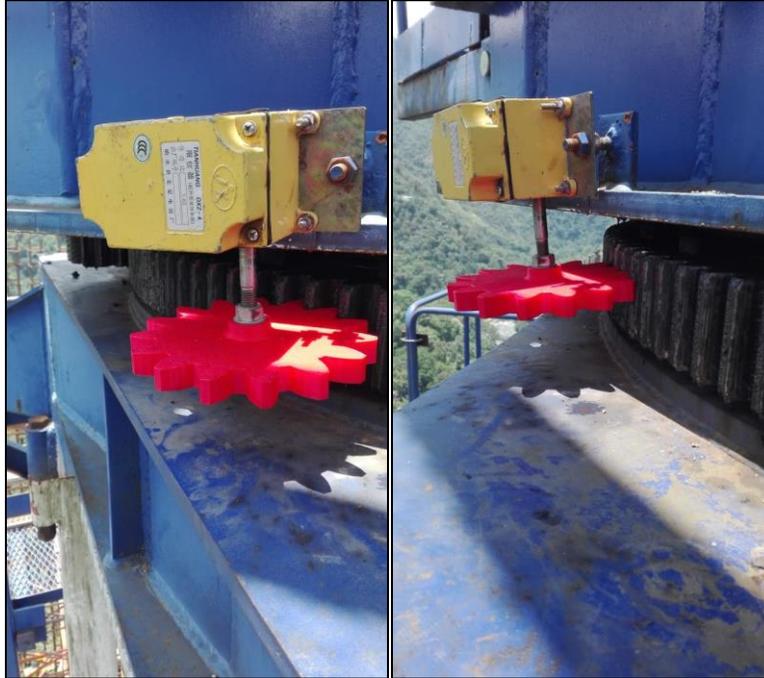
Para el montaje de una torre grúa se debe definir el tipo de anclaje que se debe realizar, en este caso un cliente requería un chasis base para una torre grúa LC 5211 el cual pudiera soportar las reacciones en situaciones extremas.

Se realizan el modelo 3D respectivo teniendo en cuenta algunos ejemplos de fabricantes como COMANSA.



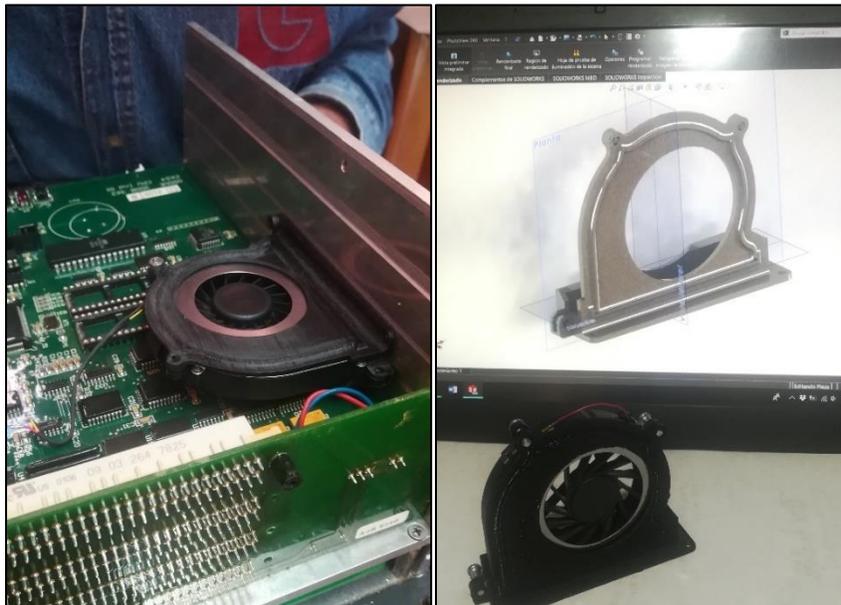
*Figura 30. Deslizadores nuevos instalados Fuente: Autor.*

**Diseño e impresión 3D de un engranaje para los micro cuentavueltas:**

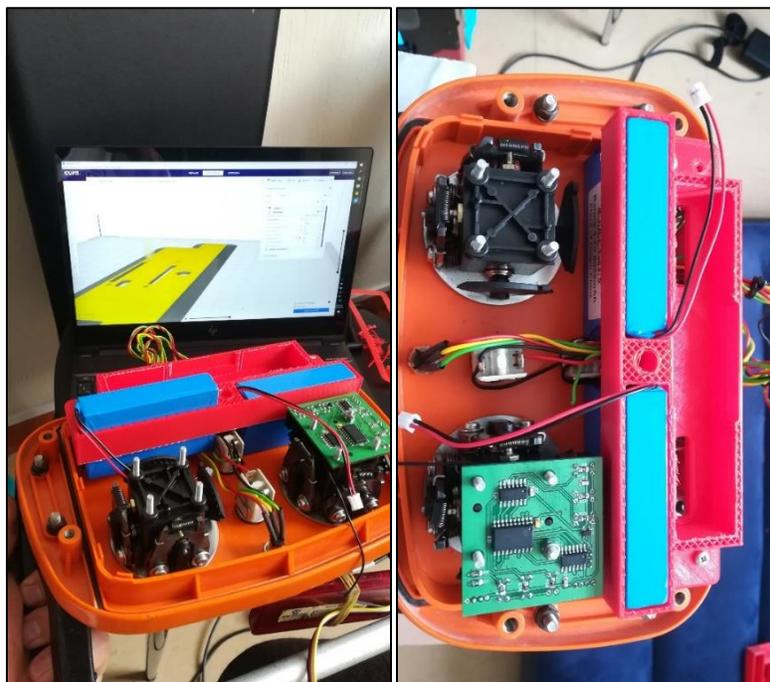


*Figura 31: Piñones en funcionamiento.*

**Diseño e impresión de un soporte para ventilación forzada de LMI de grúa telescópica:**

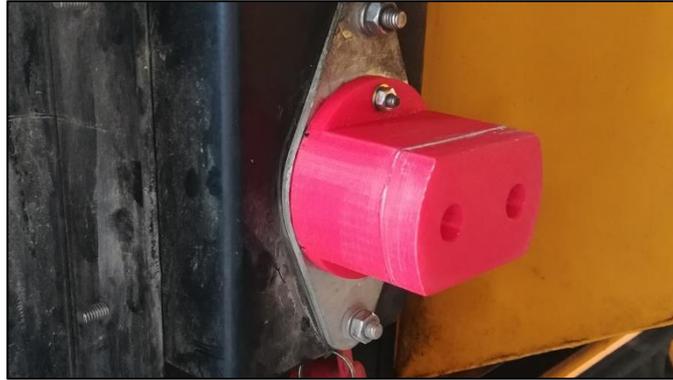


*Figura 32. Diseño e impresión 3D soporte de baterías en modificación de mando inalámbrico de torre grúa*



*Figura 33: Soporte en funcionamiento Fuente: Autor.*

## Diseño e impresión 3D de desconexión manual de planta generadora de energía.



*Figura 34. Impresión 3d en pruebas de funcionamiento. Fuente: Autor.*

### Recursos disponibles

- ✓ Overol & dotación respectiva.
- ✓ Botas de seguridad.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Guantes de carnaza.
- ✓ Protección para oídos.
- ✓ Escritorio de trabajo.
- ✓ Computador portátil.
- ✓ Herramienta de trabajo.

## Capítulo 8. Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

- Con la información captada, se logró empezar el desarrollo de un sistema que recopilara y organizara la información con el objetivo de llevar un buen control de mantenimientos y administración.
- Se consolidó un historial detallado de las actividades de mantenimiento de cada equipo.
- Se logró apoyar el área de ingeniería aplicando conocimientos vistos en la etapa como estudiante.
- Según el diagnóstico previo realizado, se concluyó que la empresa debe invertir más en el área de mantenimiento.
- Solo se logró terminar una sección del Derrick ya que las actividades de mantenimiento, operaciones y diseño eran prioridad para la empresa.
- Actualmente Gigacon Transportes S.A.S. no cuenta con equipos ni personal disponible para la implementación de actividades predictivas.
- Se concluye que los elementos creados a partir de tecnologías 3D realmente son muy útiles por precios y por tiempo de fabricación.
- Se concluye que el mejor tramo para la sección del Derrick es la de sección circular ya que tiene menos masa y tarda menos el proceso de fabricación.

### Recomendaciones

- Se recomienda seguir llevando el procesamiento de datos de la labor ejecutada a la hoja de vida física y digital.

- Se recomienda llevar un control en las actividades de mantenimientos preventivos de los equipos de Gigacon Transportes.
- Se recomienda implementar un sistema que ayude a la recolección de datos por medio de aplicativos.

## Lista de Referencias

- Ben-Daya, M., Duffuaa, S., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D. (2009). *Handbook of maintenance management and engineering*. U. S. A.: Springer-Verlag.
- Bernal, J. (2016). Apuntes de Clase de Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Bolger, A., & Giorgi, F. (2014). *Trimmomatic: A flexible Read Trimming Tool for Illumina NGD Data*. Recuperado el 10 de mayo de 2019, de <http://www.usadellab.org/cms/index.php>.
- Chang Nieto, E. (2008). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro deminería para reducción de costos del servicio de alquiler (Tesis de grado)*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273470/EChang.pdf;jsessionid=F43B651B6CFB21D715FED7FCC7456D21?sequence=2>
- Comansa. (2004). Manual Comansa 5LC5010. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. Project Management Institute (PMI).
- EP Editorial Staff . (18 de octubre de 2010). *Measuring Reliability & Maintenance Effectiveness On A Global Basis*. Obtenido de Efficient Plant: <https://www.efficientplantmag.com/2010/10/measuring-reliability-a-maintenance-effectiveness-on-a-global-basis/>
- García, S. (2014). *Ingeniería de Mantenimiento*. Madrid: Renovetec.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). (1 de septiembre de 2009). *Proceso de Diseño: Fases para el desarrollo de productos*. Obtenido de Slideshare:

<https://es.slideshare.net/juanchot25/proceso-de-diseo-instituto-nacional-de-tecnologia-industrial>

Montserrat, O. (Mayo de 2017). *Diseño de una grúa torre (Trabajo de Fin de Grado)*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cataluña:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/105737/VOLUMEN%201%20MEMORIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>