UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Técnico Universitario de acceso ABIERTO

2018

SISTEMA DE TELESCOPAJE DE GRÚA PLUMA LIEBHERR LTM1160-5.2

PÉREZ CASTRO, ALEX EDUARDO

http://hdl.handle.net/11673/42450

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE CONCEPCIÓN- REY BALDUINO DE BÉLGICA

SISTEMA DE TELESCOPAJE DE GRÚA PLUMA LIEBHERR LTM 1160-5.2

Trabajo de Titulación para optar al Título
De Técnico Universitario en MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Alumno:
Alex Eduardo Pérez Castro
Profesor Guía:
Sr. Ariel Zoñez Rubilar

2018

DEDICATORIA

Mis agradecimientos van dirigidos a mi Familia pero en especial a mi madre que confió y me apoyo en todo momento desde que decidí comenzar esta carrera universitaria en una ciudad que no era en la que crecí, a mis Profesores del C.E.S.T. que me motivaron a seguir adelante en los estudios y al apoyarme cada vez que era posible, a quienes fueron los Primeros Profesores que me enseñaron mecánica automotriz, el sr. Cristian Silva, sr. Claudio Arellano y en especial al Profesor Héctor Freddy Contreras por mostrarme donde obtuvo las herramientas para convertirse en Profesional, sin olvidar jamás cual es el objetivo que uno se propone, a pesar de las dificultades que se puedan encontrar en el camino. También a los Profesores e instructores que fueron parte de mi Formación universitaria, sin olvidar además a todos los maestros de los que tuve la oportunidad de aprender cosas nuevas cada día.

También a todas las personas que me abrieron las puertas en una ciudad desconocida para ayudarme a alcanzar mis metas como el P. Oscar García. Y el sr. Edmundo miranda que fueron las primeras personas en orientarme en el inicio de este camino universitario.

Alex E. Pérez Castro.

RESUMEN

En el presente trabajo de título se habló descriptivamente del sistema de Telescopaje una grúa Pluma Liebherr modelo LTM 1160-5.2 año 2009. Dicho equipo es capaz de levantar 160 toneladas de peso y entender la longitud de su pluma mediante su sistema telescópico a 62 metros de longitud

Inicialmente se plantea la historia de la Grúa, para luego adentrarnos en los avances de esta a lo largo del tiempo, para luego ir luego conociendo la historia de la empresa Liebherr con la presentación de su primer modelo de grúa de manos del señor Hans Liebherr hasta llegar a la grúa LTM 1160-5.2 (LTM: Liebherr Telescopic Machine)

Posteriormente se procede a hacer un despiece del chasis superior de la grúa en donde se encontraran con elementos mecánicos, hidráulicos y eléctricos para así poder comprender el funcionamiento del sistema de Telescopaje y todos los elementos que hacen posible teles copar o extender y guardar la pluma para realizar maniobras de izajes.

El sistema "telematik" es el usado por este equipo diseñado por Liebherr, este es comandado por un una computadora llamada LICCON que es quien recibe la información, la procesa y la envía a los actuadores del equipo para que el operador de grúa pueda realizar algún movimiento requerido en la faena donde se encuentre trabajando el equipo.

Culminando con el mantenimiento a realizar para un correcto funcionamiento de la máquina y los costos asociados a este.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO 1: HISTORIA DE LA GRUA. 2

1. HISTORIA DE LA GRUA 3

1.1. HISTORIA MUNDIAL DE LA GRÚA. 3

1.2. ESTADO DEL ARTE 5

1.2.1. Avances en las plumas 6

1.3. TIPOS DE GRÚA 6

1.4. LIEBHERR 10

CAPITULO 2: DESCRIPCION DE LA GRÚA 13

2. DESCRIPCION DE LA GRUA 14

2.1. Grúa LTM 1160-5.2 14

2.1.1. Ficha técnica 16

2.1.1.1. Chasis de la Grúa 16

2.1.1.2. Chasis Superior 18

2.2. SISTEMA TELESCOPICO 20

2.2.1. Funcionamiento del sistema telescópico 20

2.3. DESPIECE MECÁNICO. 21

2.3.1. Cilindro hidráulico 21

2.3.2. Base de rodillos giratorios 22

2.3.3. Motor Hidráulico de Pistones Axiales 23

2.3.4. Sistema de elevación principal de carga 23

2.3.5. Cabina del operador de grúa 24

2.3.6. Compartimento de motor 24

2.3.7. Contrapesos 25

2.3.8. Motor 26

2.3.9. Pluma telescópica 27

2.3.10. Primer tramo telescópico 28

2.3.11. Carro móvil 30

2.4. SISTEMA HIDRÁULICO 31
2.4.1. Estanque de aceite hidráulico. 31
2.4.2. Bombas hidráulicas 32
2.4.3. Bloque de válvulas de mando 33
2.4.4. Presiones de trabajo 33
2.4.5. Circuito hidráulico cabestrante 34
2.4.6. Circuito hidráulico del mecanismo de giro 35
2.4.7. Circuito hidráulico sistema de basculamiento de pluma 35
2.4.8. Circuito hidráulico de telescopaje 36
2.4.9. Circuito Hidráulico del carro móvil 37
2.5. SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO 38
CAPÍTULO 3: FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA TELESCOPICO 41
3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA TELESCOPICO 42
3.1. SISTEMA TELEMATIK DE LIEBHERR 42
3.1.1. Embulonamiento de la pluma 44
3.1.2. Embulonamiento de tenazas 45
3.2. POSICIÓN DEL CARRO MÓVIL 46
3.3. CABINA DEL OPERADOR. 48
3.3.1. Instrumento de mando 48
3.3.1.1. Joystick de mando 48
3.3.1.2. Sistema LICCON 49
3.3.1.3. Limitador de Carga 49
3.4. MOVIMIENTO TELESCÓPICO 50
3.5. ACCIONAMIENTO DE EMERGENCIA 51
3.5.1. Telescopaje de emergencia 52
3.6. DIFERENCIAS 54
CAPÍTULO 4: MANTENIMIENTO 58
4. MANTENIMIENTO 59
4.1. MANTENIMIENTO 59
4.2. MANTENIMIENTO MECÁNICO E HIDRÁULICO DE LA GRÚA 59
4.2.1. Mantenimiento al motor de la grúa 60

4.3. MANTENIMIENTO A LAS BOMBAS HIDRÁULICAS 62
4.4. MANTENIMIENTO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO 63
4.4.1. Sistema de lubricación automática 64
4.4.2. Engrase a la corona giratoria (tornamesa) 65
4.5. MANTENIMIENTO A LA PLUMA TELESCÓPICA 66
4.5.1. Engrase externo de la pluma 66
4.5.2. Engrase interno de la pluma 67
4.5.3. Capacidades de lubricantes 68
4.6. MANTENIMIENTO AL CABESTRANTE 69
4.7. MANTENIMIENTO AL MOTOR DE GIRO 69
4.8. RESUMEN DE MANTENIMIENTO 70
4.9. CUIDADOS Y PRECAUCIONES 71
CAPÍTULO 5: COSTOS DE MANTENIMIENTO 72
5. COSTOS DE MANTENIMIENTO 73
5.1. COSTOS 73

INDICE DE IMÁGENES Y TABLAS

Ilustración 1-1Imagen de la primera Grúa en la antigua Grecia. 3
Ilustración 1-2 Imagen de la Grúa Polyspastos en la antigua Roma. 4
Ilustración 1-3 Grúa de Puerto Medieval, Empotrada en torre 4
Ilustración 1-4 Grúa Móvil Sobre Ruedas 6
Ilustración 1-5 Grúa Móvil Sobre Oruga 7
Ilustración 1-6 Grúa Torre 8
Ilustración 1-7 Grúa Puente Portuario 8
Ilustración 1-8 Grúa con Pluma de Celosía 9
Ilustración 1-9 Grúa con Pluma Telescópica. 9
Ilustración 1-10 Grúa Torre Móvil 10
Ilustración 1-11 Excavadora L300 de Liebherr 11
Ilustración 1-12 Grúa Liebherr LTM 1025 12
Ilustración 1-13 Grúa Liebherr LTM 1160-5.2 12
Ilustración 2-1 Dimensiones de la Grúa 15
Ilustración 2-2 Despiece del Grúa Liebherr LTM 1160.5-2 16
Ilustración 2-3 Cabina del Gruista 18
Ilustración 2-4 Contrapesos de la Grúa 20
Ilustración 2-5 Esquema General de Funcionamiento de grúa. 21
Ilustración 2-6 Cilindro de Basculamiento de Pluma 22
Ilustración 2-7 Base Giratoria o Tornamesa. 22
Ilustración 2-8 Motor de Giro de Grúa. 23
Ilustración 2-9 Cabestrante de elevación- imagen en corte. 23
Ilustración 2-10 Cabina del operador de Grúa. 24
Ilustración 2-11 Compartimento motor, vista superior y lateral. 24
Ilustración 2-12 Conjunto de Contrapesos de grúa. Vista lateral y superior 25
Ilustración 2-13 Sistema de seguridad de contrapesos 26
Ilustración 2-14 Conjunto Motor y Bombas Hidráulicas de la Grúa. 27
Ilustración 2-15 vista General del conjunto de Pluma. 27
Ilustración 2-16 Pie de Pluma vista lateral, frontal y posterior 28
Ilustración 2-17 segundo tramo telescópico. 28
Ilustración 2-18 Vista interior del paño, despiece del pin de seguridad. 29
Ilustración 2-19 Quinto Paño Telescópico con rodillo para cable de elevación. . 29
Ilustración 2-20 Vista General de la Pluma Contraída 30

Ilustración 2-21 Vista del Carro Móvil en el Cilindro Hidráulico Telescópico, Interior de la Pluma 30
Ilustración 2-22 Estanque de Aceite Hidráulico 31
Ilustración 2-23 Bombas hidráulicas de regulación 32
Ilustración 2-24 Bomba Hidráulica de engranajes 32
Ilustración 2-25 Bloque de Válvulas Direccionales 33
Ilustración 2-26 Tabla de Presiones de Trabajo de los Circuitos Hidráulicos 33
Ilustración 2-27 Circuito Hidráulico Cabestrante 34
Ilustración 2-28Circuito Hidráulico del Mecanismo de giro 35
Ilustración 2-29 Circuito Hidráulico de Basculamiento 35
Ilustración 2-30 Circuito Hidráulico de accionamiento de Cilindro Telescópico 36
Ilustración 2-31 Circuito Hidráulico del Carro Móvil 37
Ilustración 2-32 Despiece Electrónico de la Grúa 38
Ilustración 3-2 Longitud de Pluma 43
Ilustración 3-3 Embulonamiento del carro con respecto a la Pluma 44
Ilustración 3-4 Embulonar Pluma 44
Ilustración 3-5 Despineado o Des embulonamiento de tenaza 45
Ilustración 3-6 Espineado o Embulonamiento de Tenaza 46
Ilustración 3-7 Pantalla de Posición del Carro en la Pluma Vista desde la Cabina del Operador. 47
Ilustración 3-8 Vista General de Cabina del Operador 48
Ilustración 3-9 Joystick de Mando 49
Ilustración 3-10 Datos del Movimiento Telescópico en LICCON 50
Ilustración 3-11 Pantalla Liccon de Movimiento Telescópico 50
Ilustración 3-12 Accionamiento Hidráulico de Emergencia 51
Ilustración 3-13 Ubicación de Botonera para Telescopaje de Emergencia 52
Ilustración 4-1 Horómetro de trabajo de la Grúa 59
Ilustración 4-2 Esquema Vista General del Motor 60
Ilustración 4-3 Ubicación de los Filtros de aceite 60
Ilustración 4-4 Filtro de Combustible 61
Ilustración 4-5 Ubicación del Porta Filtro para Filtro de Aire 61
Ilustración 4-6 Ubicación de Varilla para Inspección del Nivel de Aceite Hidráulico 62
Ilustración 4-7 Ubicación de Filtros de Fluido Hidráulico 63
Ilustración 4-8 Circuito de Engrase Automático 64
Ilustración 4-9 Posibles Fallas en Sistema de Lubricación Automática 65
Ilustración 4-10 Acople de Tornamesa con motor de Giro 65
Ilustración 4-11 Pluma Recién Engrasada 66

Ilustración 4-12 Zonas de Engrase externa y niples de engrase Interna 67
Ilustración 4-13 Cantidades de Lubricantes usados por la Grúa 68
Ilustración 4-14 Tipos de Lubricantes a Utilizar 68
Ilustración 4-15 Ubicación de Varilla para inspección Visual 69
Ilustración 4-16 Ubicación de Varilla para Inspección de Nivel del Fluido 70
Ilustración 4-17 Resumen de Mantenimiento de la Grúa (chasis superior) 70

Tabla 1 Secuencia de Telescopaje de Emergencia 53
Tabla 2 Resumen Comparativo LIEBHERR/TEREX 55
Tabla 3 Ventajas y Desventajas 56
Tabla 4 Costos de Mantenimiento de 300 Horas 74

SIGLAS Y/O SIMBOLOGIA

SIGLAS:

Can- Buss: Controler Área Network (Protocolo de comunicación de trabajo entre áreas)

LICCON: Liebherr Computed Controling (Controlador de la Computadora Liebherr)

SIMBOLOGÍA:

Ah: Amper hora.

Kg: Kilogramos.

L: litros.

M: metros.

Mm: Milímetros.

Nm: Newton metro

Rpm: Revoluciones Por Minuto

T: Toneladas.

V: voltaje.

$: Valor en pesos Chilenos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar el método de Telescopaje de la Grúa con Pluma telescópica LIEBHERR LTM 1160 - 5.2, y comprender la importancia de sistema dentro del equipo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los elementos constitutivos del sistema de telescopaje de la Grúa LIEBHERR LTM 1160 - 5.2
- Describir el método de operación del sistema de telescopaje
- Detallar el mantenimiento que necesita el sistema de telescopaje de la grúa

INTRODUCCION

A lo Largo de la historia innumerables veces se debieron mover grandes cargas de la manera más óptima para concretar el crecimiento de los pueblos o ciudades del mundo en términos estructurales, es por este motivo que se ha creado una herramienta para llevar a cabo estos grandes Trabajos. Dicha herramienta se denominó Grúa.

Existen varios tipos de Grúa, dependiendo de su utilidad, movilidad y el uso que se le quiera dar, en este caso, hablaremos sobre una grúa móvil, montada sobre un camión, este tipo de equipo es conocido como Grúa camión o Grúa pluma.

El trabajo realizado por estas grandes maquinas es muy requerido en nuestra región. Al encontrarnos en una zona rica en industrias como la construcción y celulosas por nombrar algunas. Pero a pesar de que es esta su mayor zona de producción, he notado una falta enorme de mantenimiento en los sistemas internos del equipo, debido a desinformación o el costo de trabajo (mano de obra), particularmente en los sistemas que permiten realizar la principal tarea para que se requieren estos aparatos que es el levantamiento o traslado de cargas pesadas, existen varios sistemas que controlan diferentes funciones y movimientos de la grúa. Pero nos enfocaremos en analizar el sistema telescópico en si la Pluma Telescópica que es quien es la encargada de realizar la tarea principal para lo que fue diseñada esta máquina, hablaremos de la historia de la grúa, el sistema telescópico y como se compone Mecánica, Hidráulica y eléctricamente, además de un contraste del sistema “Telematik” de Liebherr con otro sistema de embulonado de pluma telescópica comúnmente usado por otras marcas, entre otros puntos a abordar en el presente documento.

CAPITULO 1: HISTORIA DE LA GRUA.

1. HISTORIA DE LA GRUA

1.1. HISTORIA MUNDIAL DE LA GRÚA.

El concepto de Grúa se define como una maquina destinada para subir cargas y distribuirlas en un espacio determinado.

Cuando hablamos de grúas asimilamos que estas cuentan en su estructura con poleas, contrapesos, cables acerados, etc. La primera grúa fue inventada en la antigua gracia, esta era accionada por hombres o animales en su mayoría de las ocasiones. Para construcciones de alta envergadura en lo que concierne a la altura para la época cercana al siglo VI. Este tipo de grúa se estima que podía cargar entre 15 y 20 toneladas. Posteriormente estas máquinas fueron evolucionando y en su constitución fueron incorporadas poleas lo que facilito el trabajo de elevación de cargas.

Ilustración 1-1Imagen de la primera Grúa en la antigua Grecia.
(Fuente: www.lacerca.com)

Posterior a esta invención, a lo largo de la historia, la grúa siguió evolucionando en las tierras de la antigua Roma quienes llevaban a cabo construcciones con dimensiones muchos más pronunciadas. En esta época la maquina fue denominada como una polyspastos y era accionada por 4 hombres en cada lado del torno (Rueda Motriz) podía levantar una carga de hasta 6000 Kg. Con la ayuda de este avance en el levantamiento de cargas de aquella época se pudo culminar la construcción del gran coliseo romano.

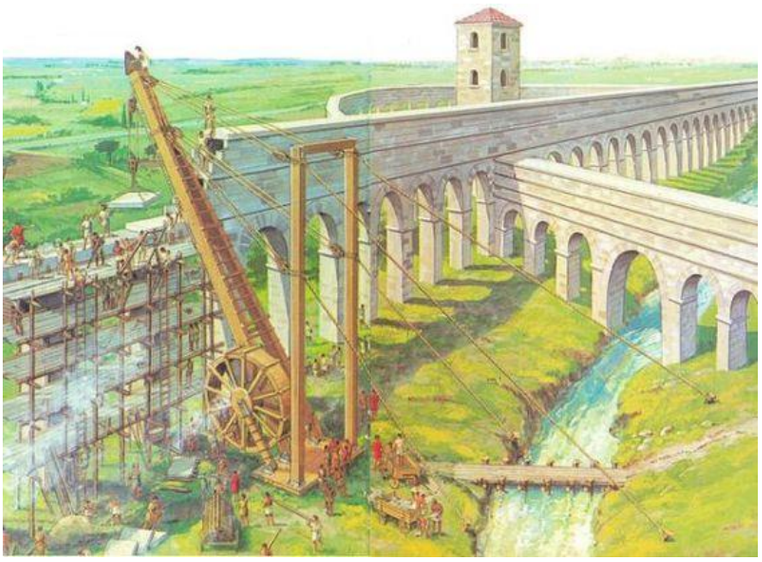


Ilustración 1-2 Imagen de la Grúa Polyspastos en la antigua Roma.
(Fuente: www.revistadehistoria.es)

Al proseguir en nuestro orden cronológico de la historia mundial avanzamos a la edad media, en donde las Grúas formaron parte importante en puertos y astilleros, para construir barcos, de esta forma se dio el punta pie inicial a las grúas empotradas en torres de piedra, es así como nació la grúa que hoy encontramos en puertos para cargar y descargar buques.

Ilustración 1-3 Grúa de Puerto Medieval, Empotrada en torre
(Fuente: www.deposiphotos.com)

Así como en la construcción de grandes edificaciones, para poder suplir las grandes necesidades de estas industrias. Posterior a la Revolución industrial ocurrió la transición de construir estas máquinas con madera a construir con hierro fundido y acero. Pero este

proceso de cambio no solo afecto los materiales de construcción, sino también se buscaron otras formas de energía, la primera forma de energía que se implemento fue la introducción de la energía mecánica a través de las máquinas de vapor en el siglo XVIII.

En donde se trató de reducir el esfuerzo físico del hombre, es bajo este concepto que las grúas buscaron otras formas de energía como motores de combustión interna, motores eléctricos incluso hidráulicos para lograr una mayor fuerza y así responder a las necesidades que se presentan al momento de requerir utilizar esta máquina.

1.2. ESTADO DEL ARTE

Para hablar del estado del arte en sí de la grúa arrancaremos del año 1898 en donde fue un avance mundial la fabricación por parte de la empresa STAHL la primera grúa de pórtico eléctrica de con una capacidad de carga de 12,5 toneladas y una estructura de 11,5 metros.

- **1926** se comienzan a desarrollar equipos de elevación y componentes con protección contra explosiones.
- **1949** con la fundación de la empresa Liebherr fundada por Hans Liebherr en Alemania y su primera grúa fue la "TK10" la primera Grúa Torre Móvil adecuándose a las necesidades de aquellos tiempos de reconstrucción post Guerra.
- **1953** es lanzada por Liebherr la primera excavadora hidráulica en Europa.
- **1959** Liebherr la "Ak40" la primera Grúa hidráulica al mundo, que combina el chasis superior de una excavadora y el bastidor de una excavadora modificado sobre ruedas.
- **1984** se presenta el sistema de grúa KT 2000 de la empresa STAHL, consiste en un sofisticado sistema modular que consta de rieles, polipastos, carros, etc. es flexible tanto para los
- **2006** se da a conocer un sistema que innovador en las grúas que posee una práctica línea Blindada de contacto es decir sin cables móviles de control, esto con el tiempo se sigue tratando de innovar hasta perfeccionar controles inalámbricos vía bluetooth.
- **2010** es lanzado por STAHL el sistema "cranekits" que consiste en una técnica de armado en que se vende un kit de armado y esta kit es armado en lugar donde trabajara la grúa, es decir la grúa se vende, se arma en un lugar para trabajar.

1.2.1. Avances en las plumas

Desde que se diseñó la primera pluma telescópica en el siglo xx hasta ahora en los últimos años en lo que se refiere a la estructura (acero) como a la electrónica que trabaja en la pluma, estos puntos especialmente tratan de innovar cada vez más para hacer que el trabajo de la grúa sea cada vez más exacto, eficiente y seguro. Gracias a estos avances hoy los tramos telescópicos pueden salir por porcentajes en que se requieren menos esfuerzos por parte de la estructura esto logra que la pluma soporte un peso mayor, reduciendo al máximo el peso del equipo con sistemas de embulonamiento hidráulico.

1.3. TIPOS DE GRÚA

Las grúas se pueden clasificar dependiendo del lugar donde esta realizara una maniobra, si es móvil o fija, es lo más común, pero también existen otras clasificaciones como la cantidad de carga que esta puede levantar y la altura que se puede alcanzar. Nuestro Primer Filtro será:

- Fijas.
- Móviles.

➢ Las móviles pueden ser:
  - Sobre camión o Ruedas:
  - Sobre Cadenas u Oruga

Esto hace de fácil Movilización a la grúa, volviéndose un transporte todo terreno o por carretera, facilitando encontrar la mejor posición para ejecutar una maniobra o izaje dependiendo de las condiciones del terreno en que esto se llevara a cabo.

Ilustración 1-4 Grúa Móvil Sobre Ruedas
(Fuente: www.liebherr.com)

Ilustración 1-5 Grúa Móvil Sobre Oruga
(Fuente: www.reddelgruero.cl)

- Las Fijas:

Estas cambian la movilidad de una grúa que se puede transportar por carretera o puede ser todo terreno, por una capacidad para soportar mayores cargas y conseguir mayores alturas, aumentando su estabilidad. Se caracterizan por anclar su estructura principal al suelo, durante su periodo de trabajo (estas pueden ser armadas y desarmadas en el lugar de trabajo). Entre estas grúas encontramos:

- Grúas Torre (se pueden encontrar en áreas de construcción de grandes edificios)
- Grúas Puente o pórtico (generalmente se encuentra en lugares abierto como muelles o puertos industriales)

Ilustración 1-6 Grúa Torre
(Fuente: www.archiexpo.es)

Ilustración 1-7 Grúa Puente Portuario
(Fuente: www.institutotecnologico.es)

También se clasifican, por su base, si es giratoria o no, igualmente por el tipo de pluma, la pluma es uno de los componentes principales ya que es quien realiza toda la tarea de levantamiento, estas pueden ser de celosía o telescópicas.

Ilustración 1-8 Grúa con Pluma de Celosía
(Fuente: www.directindustry.es)

Ilustración 1-9 Grúa con Pluma Telescópica.
(Fuente: www.demag.com)

1.4. LIEBHERR

La Empresa Liebherr es una de los principales fabricantes de grúas y equipos de maquinaria pesada, además de estar presente en otras industrias, como la aeronáutica y la alimenticia con sus frigoríficos.

Fue Formada por Hans Liebherr en 1949, nació como una pequeña empresa de construcción, centrada en levantar muros y pequeñas edificaciones como casas y graneros. Durante la segunda Guerra Mundial Hans Liebherr formo parte del grupo de ingenieros del ejército alemán, quienes le proporcionaron conocimientos para la creación y diseños de sus propias máquinas.

Al terminar la Guerra, Hans Liebherr abandono el grupo de ingenieros del ejército y logro diseñar una pequeña Grúa de torre portátil y de fácil montaje, alentado por la alta demanda de construcción en el periodo de la post-Guerra. Este modelo destaco en sus años ya que las grúas torre eran pesadas estructuras, empotradas al suelo y de grandes dimensiones que demoraban días en ser armadas, es por esto que Liebherr realizo una patente de su invento en Alemania en el año 1949 para presentarse con esto en la feria del comercio, Nombro este modelo como la TK10,

Gracias a la demanda por la reconstrucción fue necesaria la fabricación de este modelo en serie, así paso de ser una pequeña empresa de construcción a una empresa fabricante de grúas y maquinaria para la construcción.

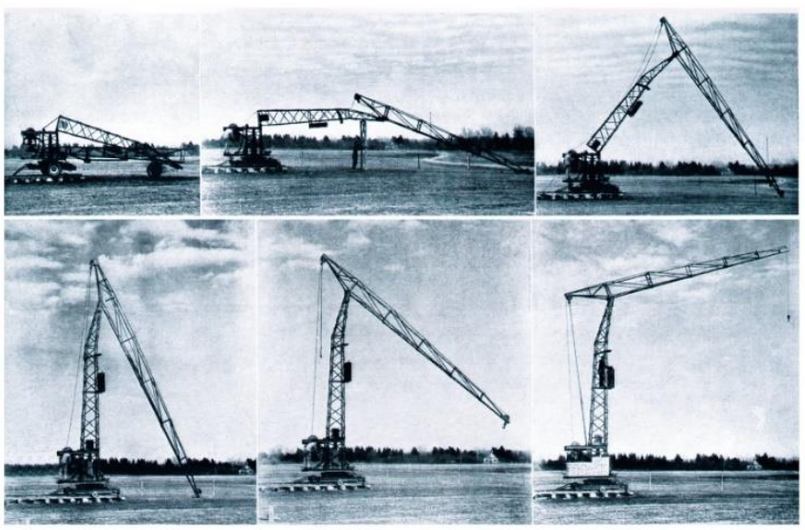


Ilustración 1-10 Grúa Torre Móvil
(Fuente: www.Liebherr.com)

Posterior a eso a comienzos de los años 50 se encontró la industria en una escasez de ruedas dentadas, para fabricar sistemas de transmisión, con el fin de fabricar Grúas, Liebherr comienza a producir sus propias fresadoras de engranajes para producir piñones y ruedas dentadas, para continuar con sus proyectos el señor Liebherr requirió rentar una dragalina y al verla le llamo la atención la desproporción que existía entre el peso y la potencia del equipo, al estudiarla luego de 8 meses, emitió una patente en 1953 para un modelo L300 que sería la primera excavadora hidráulica de Europa.

Ilustración 1-11 Excavadora L300 de Liebherr
(Fuente: Liebherr.com)

Al transcurso de los años llegamos a 1977 luego varios aciertos en la industria Liebherr decide diseñar una máquina que se ajuste a los nuevos tiempos donde se necesita disminuir los tiempos de preparación de máquinas para faenas y así lograr una respuesta rápida en la ejecución de una maniobra pesada al momento de mover grandes cargas, por esto la empresa presenta la primera grúa todo terreno al mundo para poder transitar a través de carreteras y tierra entre las obras, la LTM 1025. Con un Brazo Telescópico de 24 m. de Longitud y una capacidad para levantar 25 toneladas.

Ilustración 1-12 Grúa Liebherr LTM 1025
(Fuente: www.Liebherr.com)

Es esta la madre de todas las Futuras Generaciones de Grúas Pluma como la que se analizara a continuación la LTM. 1160-5.2 Con un brazo o Pluma Telescópica de 62m. De longitud, capaz de levantar cargas de hasta 160 toneladas.

Ilustración 1-13 Grúa Liebherr LTM 1160-5.2
(Fuente: www.multiservicegruas.com

CAPITULO 2: DESCRIPCION DE LA GRÚA

2. DESCRIPCION DE LA GRUA

2.1. Grúa LTM 1160-5.2

Para poder llegar al sistema telescópico de la grúa, primero debemos conocer lo macro de esta maquinaria, que fue diseñada con el objetivo, de poder llevar a cabo labores de izaje en todo terreno llámese carretera, caminos de tierra, etc... Ya que estas maniobras no solo se llevan a cabo en sectores industriales con gran cantidad de espacio y debido a la globalización de las ciudades y la reducción de espacios se hizo necesario llegar a lugares de difícil acceso, como pasajes o callejones. Es por esto que la maquina fue diseñada con las siguientes dimensiones:

- Longitud total: 15,8 m.
- Longitud del Chasis: 13,6 m.
- Radio de Giro del Contrapeso: 5,2 m.
- Largo de Pluma: de 13 a 62 m.
- Ancho total de la Grúa: 8,3m.

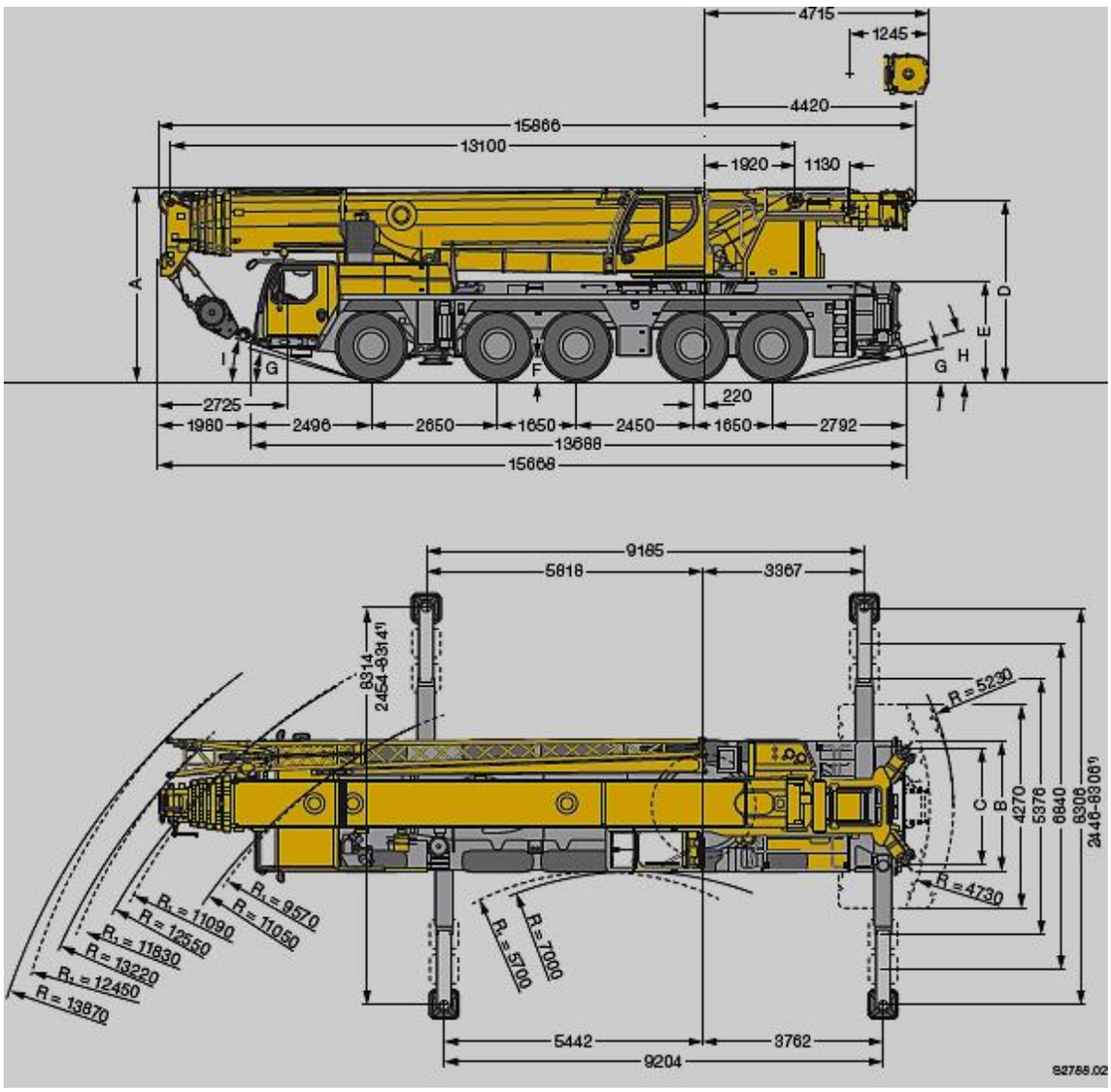
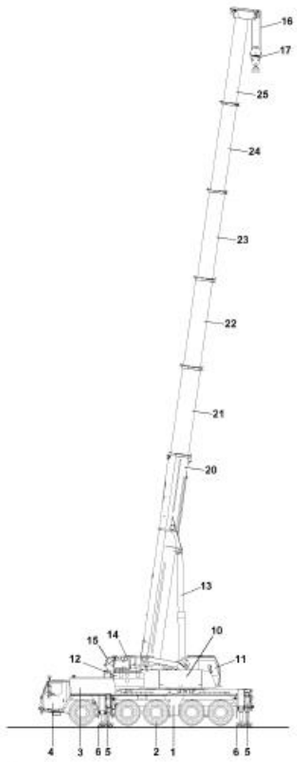


Ilustración 2-1 Dimensiones de la Grúa
(Fuente: LTM1160.5-2 Caracteristiques Manual)

2.1.1. Ficha técnica



1.	Chasis
2.	Neumaticos
3.	Motor de Traslacion
4.	Cabina del Conductor
5.	Largueros Corredizos
6.	Placas de Apoyo
10.	Motor de la Grua.
11.	Cabina del Gruista
12.	Contrapeso
13.	Cilindro de Basculamiento
14.	Cabestrante 1
15.	Cabestrante 2
16.	Cable de elevacion
17.	Moton de Gancho
20.	Pie de Pluma
21.	Elemento Telescopico 1
22.	Elemento Telescopico 2
23.	Elemento Telescopico 3
24.	Elemento Telescopico 4
25.	Elemento Telescopico 5

Ilustración 2-2 Despiece del Grúa Liebherr LTM 1160- 5.2
(Fuente: Manual de Instrucciones de Uso Liebherr 1160- 5.2)

La maquinaria en Cuestión se divide en dos partes, principalmente el Chasis Inferior y el Chasis Superior.

2.1.1.1. Chasis de la Grúa

- **Bastidor**

Elaborador en forma de caja, con un óptimo peso y en acero altamente resistente de grano fino.

- **Estabilizadores.**

4 Estabilizadores extensibles hidráulicamente de forma horizontal y vertical con:

- Nivelación automática de la estabilización.
- Indicación Electrónica de inclinación.
- Iluminación del área de los estabilizadores.

- **Motor.**

Motor Diésel de 6 cilindros, marca Liebherr. De tipo **"D 846 A7"** Sistema de mando electrónico del motor, con técnica de bus de datos con una potencia de: 370 KW (530 CV) a 1900 r.p.m. y con un Par de Giro Máximo de. 2340 Nm a 1200 – 1500 r.p.m. Depósito de Combustible 480 litros.

- **Transmisión.**

Caja de cambios ZF de 12 marchas con sistema de mando automatizado AS-TRONIC.
Intarder ZF montado directamente en la caja.

- **Suspensión.**

  Todos los ejes poseen suspensión Hidroneumática y son bloqueables Hidráulicamente.

- **Neumáticos.**

  Neumático simple de dimensiones: 385/95 R25

- **Dirección.**

  Dirección Hidráulica Servocom ZF, 2 circuitos con sistema Hidráulico asistido y una bomba adicional de reserva.

- **Frenos**.
  - Freno de Servicio: servo freno de aire comprimido en todas las ruedas, 2 circuitos, todos los ejes están equipados con frenos de disco.
  - Freno de Mando: Acumulador de muelle en cada eje.
  - Freno de Permanente: Freno de Motor como freno de chapaleta a la salida del múltiple de escape con sistema de frenado adicional Liebherr ZBS.

- **Circuito Eléctrico**.

  24 voltios de Corriente Continua, 2 Baterías cada una con 170 Ah.

2.1.1.2. Chasis Superior

- **Bastidor**

Diseñado por Liebherr con un óptimo peso a pruebas de torsión, en acero altamente resistente de grano fino, Con una unión sobre rodillos que sirven como elementos de unión al chasis inferior y que permiten el giro de la tornamesa.

- **Motor de la Grúa**

Motor Diésel de 4 Cilindros fabricado por Liebherr del tipo “D 934 S”, Refrigerado por agua

Potencia: 145 KW (197 CV) a 1800 r.p.m.

Depósito de combustible de 285 Litros.

- **Accionamiento de la Grúa**

Mediante un Motor diésel que entrega el Giro a las Bombas hidráulicas de caudal variable con 5 pistones axiales, además se encuentra una bomba de doble engranajes.

El accionamiento del sistema Hidráulico se encuentra sellado con una Brida o sello para asegurar la estanqueidad y que no influya el ruido en el Fluido Hidráulico.

- **Mando de la Grúa**

Comandada Electrónicamente con el sistema LICCON. Mediante Dos Palancas de mando cuádruple con auto centraje. Regula todos los movimientos de la grúa ajustando las bombas hidráulicas y regula la velocidad de trabajo del motor Diésel mediante un pedal de aceleración.

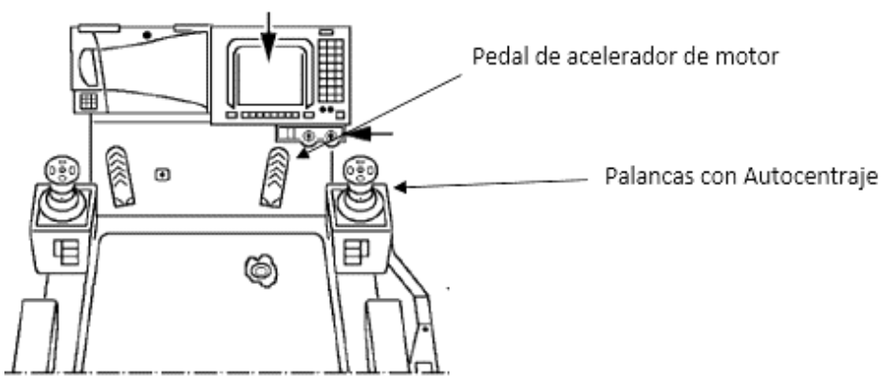


Ilustración 2-3 Cabina del Gruista
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

- **Mecanismo de Elevación**
  - Motor de volumen constante de pistones axiales.
  - Cabrestante Liebherr con freno de parada.
  - El mecanismo elevación actúa en un circuito hidráulico cerrado.
- **Mecanismo de basculamiento**

  Es un cilindro hidráulico con válvulas de retención de seguridad.
- **Mecanismo de Giro**

  Tornamesa capaz de girar en 360° accionada por un motor constante de pistones axiales, mediante engranajes planetarios, el mecanismo de giro actúa en un circuito hidráulico cerrado.
- **Cabina del Gruista**

  Fabricada con chapa de acero galvanizado, con elementos de seguridad e instrumentos de mando electrónico para la grúa.
- **Dispositivos de Seguridad**
  - Controlador de cargas LICCON.
  - Sistema de Pruebas de Control.
  - Límite de fin de carrera de cilindros hidráulicos.
  - Válvulas de Seguridad Contra Rupturas de tuberías y flexibles.
- **Pluma Telescópica**
  - Construcción resistente a las abolladuras y a la torsión, en acero altamente resistente de grano fino con perfil ovalado.
  - 1 Pie de pluma y 5 elementos telescópicos.
  - Todos los elementos telescópicos independiente entre si
  - Sistema telescópico de tiempos rápidos “TELEMATIK”
  - Largo de pluma: 13m hasta 62m.
- **Contrapesos**

  Múltiples configuraciones de contrapesos desde las 4,6 toneladas a las 146,5 toneladas

  Instalación de contrapesos con técnicas de cerradura

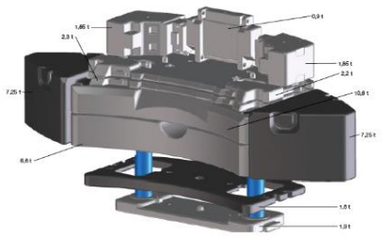


Ilustración 2-4 Contrapesos de la Grúa
(Fuente: LTM 1160.5-1 Caracteristiques Manual y Elaboración Propia

- **Sistema Eléctrico**
  - Técnica moderna bus
  - El sistema trabaja con 24 volts. De corriente continua
  - 2 baterías, cada una con 170 Amperios de intensidad.

2.2. SISTEMA TELESCOPICO

Nuestro tema principal se basa en la pluma telescópica de la grúa se debe entender que según la real academia de ingeniería. El término “teles copar” es la habilidad que tiene una grúa de extenderse sobre su propio mástil, se le llama telescópico también por su similitud a simple vista con los tubos que se pueden extender y contraer, de un telescopio óptico.

2.2.1. Funcionamiento del sistema telescópico

A Grandes rasgos el método de trabajo usado en la grúa seleccionada para este trabajo es el siguiente:

Se compone por un motor Diésel de 6 cilindros en línea que acciona 5 bombas hidráulicas, dichas bombas generan caudal para llenar las líneas Hidráulicas que accionan, al cilindro de doble efecto, para el basculamiento de la pluma y un cilindro de tipo telescópico, que mueve al carro de transporte de los elementos telescópicos, además de ayudar a los motores electrohidráulicos de los cabestrantes de elevación de la grúa. El motor es regulado por un pedal de aceleración ubicado en la Cabina del Operador de la grúa, el sistema Hidráulico es regulado por un bloque de mando que es regulado por palancas con auto centraje, que envían señales a la computadora LICCON (Liebherr

Computed Controling) y recibe señales para el trabajo de los sistemas al igual que la computadora de un vehículo.

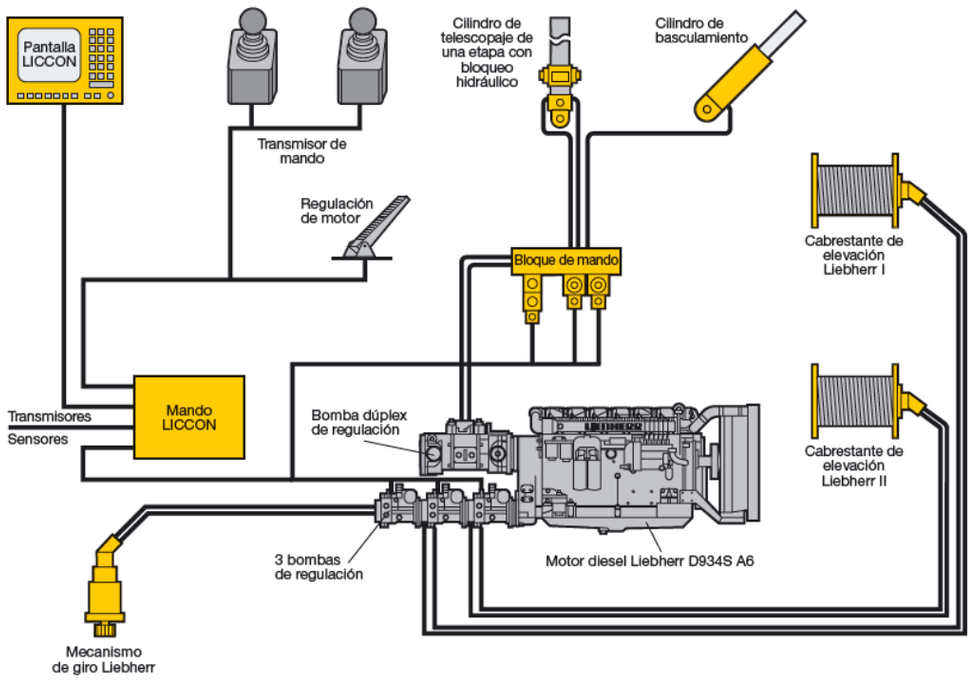


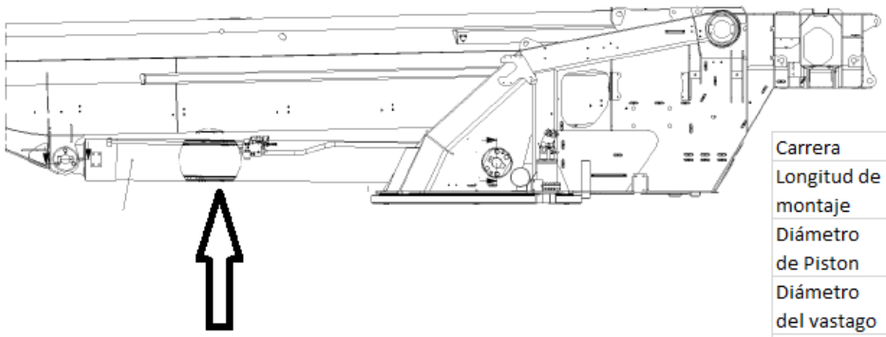
Ilustración 2-5 Esquema General de Funcionamiento de grúa.
(Fuente: LTM 1160.5-2 Caracteristiques Manual)

2.3. DESPIECE MECÁNICO.

Mecánicamente el sistema se compone por:

2.3.1. Cilindro hidráulico

Cilindro hidráulico Basculante montado entre la base del chasis superior a un costado de la cabina del operador y la base del primer elemento telescópico (PAÑO 1) con la misión de subir y bajar la pluma



Carrera	2300 mm
Longitud de montaje	5200 mm
Diámetro de Piston	340 mm
Diámetro del vastago	280 mm
Presion Max.	360 bar

Ilustración 2-6 Cilindro de Basculamiento de Pluma
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.3.2. Base de rodillos giratorios

Montada sobre el chasis superior sobre la que se monta la cabina del operador de grúa y todo el conjunto de pluma con sus contrapesos.

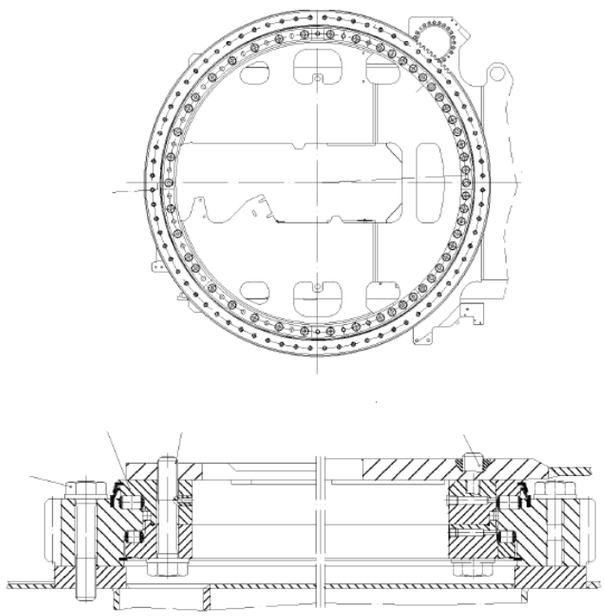


Ilustración 2-7 Base Giratoria o Tornamesa.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.3.3. Motor Hidráulico de Pistones Axiales

Motor Hidráulico de Pistones Axiales con engranaje planetario que se encarga de girar en 360° la tornamesa. HidroMotor A2FM

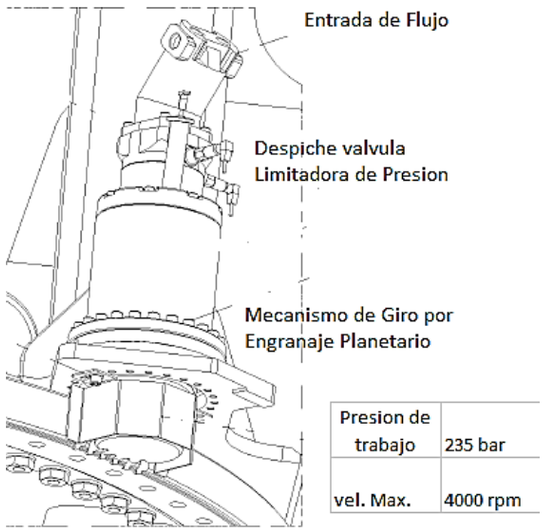


Ilustración 2-8 Motor de Giro de Grúa.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.3.4. Sistema de elevación principal de carga

Cabestrante controlado electro hidráulicamente por un motor de volumen constante de pistones axiales. CABRESTANTE COMPACTO KSW 400/799

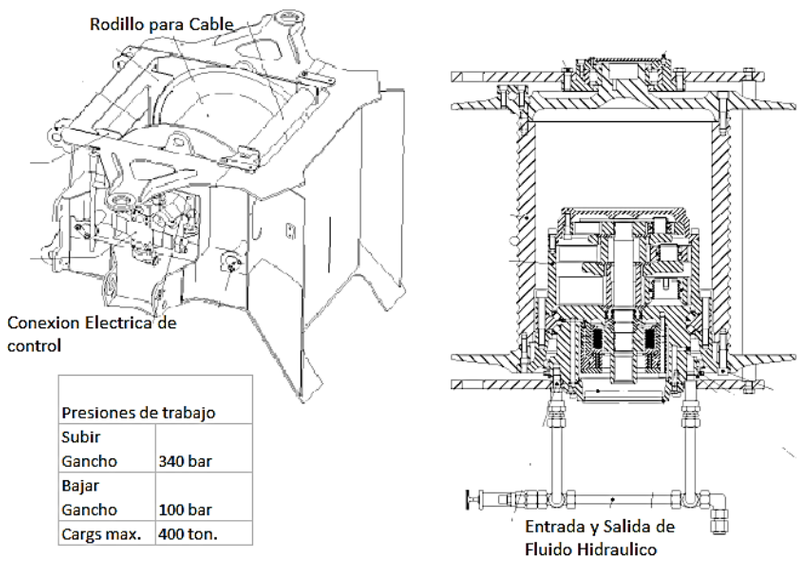


Ilustración 2-9 Cabestrante de elevación- imagen en corte.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.3.5. Cabina del operador de grúa

Cabina de Operación fabricada en chapa de acero galvanizado, donde se concentran los controles de operación de la grúa.

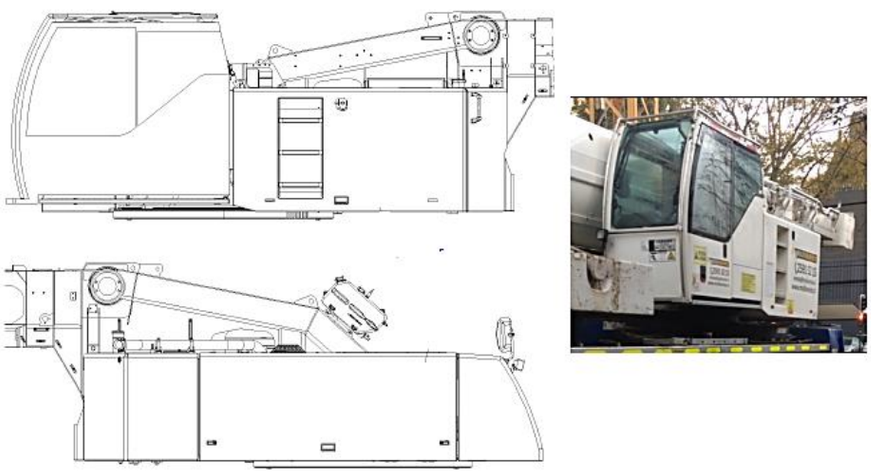


Ilustración 2-10 Cabina del operador de Grúa.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160 y elaboración Propia)

2.3.6. Compartimento de motor

Fabricado en Acero galvanizado resistente a altas temperaturas, encargado de proteger el motor de combustión interna que entrega movimiento a las bombas hidráulicas, además de disminuir el ruido que emana el motor hacia el exterior.

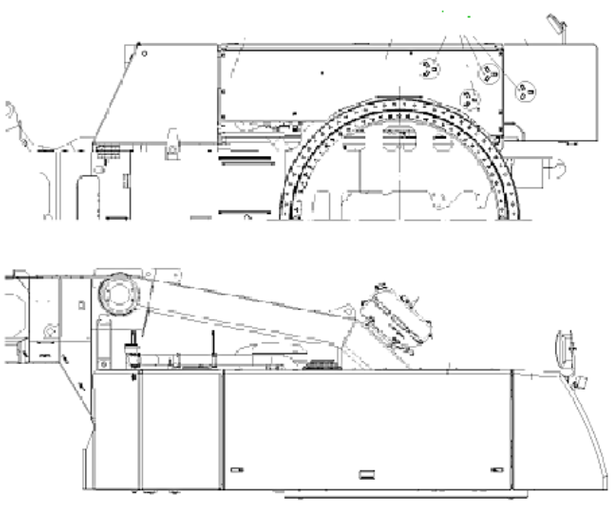


Ilustración 2-11 Compartimento motor, vista superior y lateral.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.3.7. Contrapesos

Placas de hormigón con aleación de acero desarrolladas por Liebherr los contrapesos se arman como un conjunto o se pueden usar individualmente dependiendo de la carga a levantar y el largo de pluma que se requiere para realizar la maniobra, estas placas por separado tienen pesos diferentes.

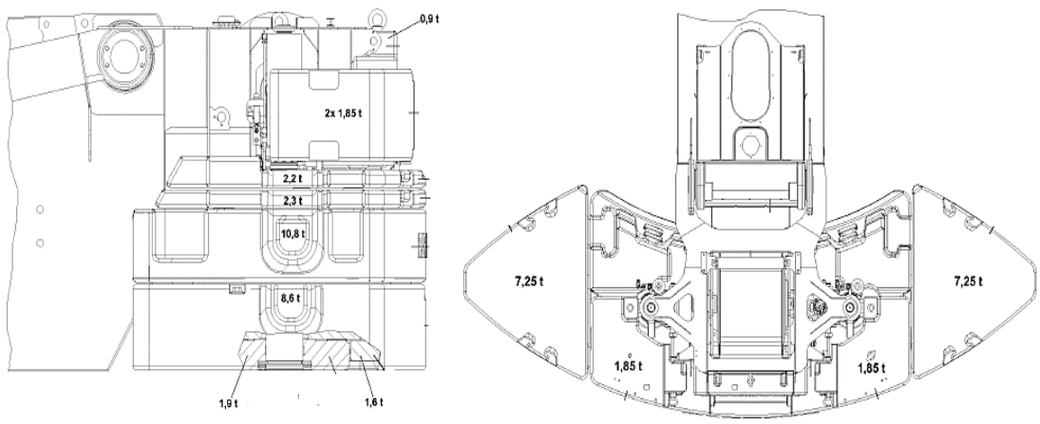


Ilustración 2-12 Conjunto de Contrapesos de grúa. Vista lateral y superior
(Fuente: Manual de Instrucciones de Uso Liebherr 1160.5-2)

- Para ocupar todo el conjunto de contrapesos. Primero se debe armar el conjunto como se muestra en la imagen anterior. Para asegurarlos a la grúa, esta trae un sistema de cerraduras este es activado desde la cabina con un interruptor que a su vez mueve un circuito hidráulico que permite cerrar y asegurar los contrapesos. La primera placa de contrapeso, recibe el nombre de “mesa” sobre la cual se apilan las otras placas y a los costados se posicionan los bloques restantes. Al no armar el conjunto como se muestra en la imagen anterior la grúa puede perder su punto de equilibrio y se puede volcar.

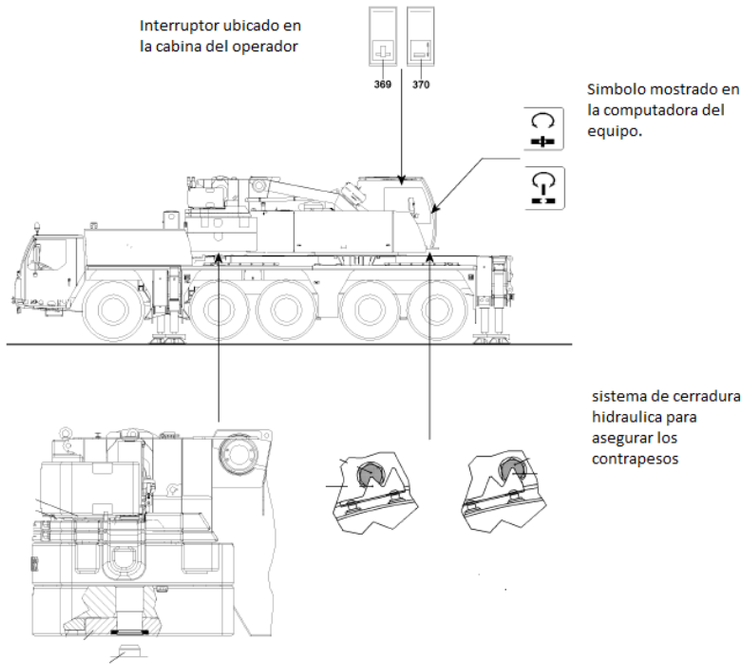


Ilustración 2-13 Sistema de seguridad de contrapesos
(Fuente: Manual de Instrucciones de Uso Liebherr 1160.5-2)

2.3.8. Motor

El sistema es activado por un Motor Diésel de 4 Cilindros fabricado por Liebherr del tipo “D 934 S”, Refrigerado por agua con una Potencia: 145 KW (197 CV) a 1800 r.p.m. este es alimentado por Depósito de combustible de 285 Litros. Este motor es quien entrega el Giro a las Bombas hidráulicas de caudal variable con 5 pistones axiales, además se encuentra una bomba de doble engranaje.

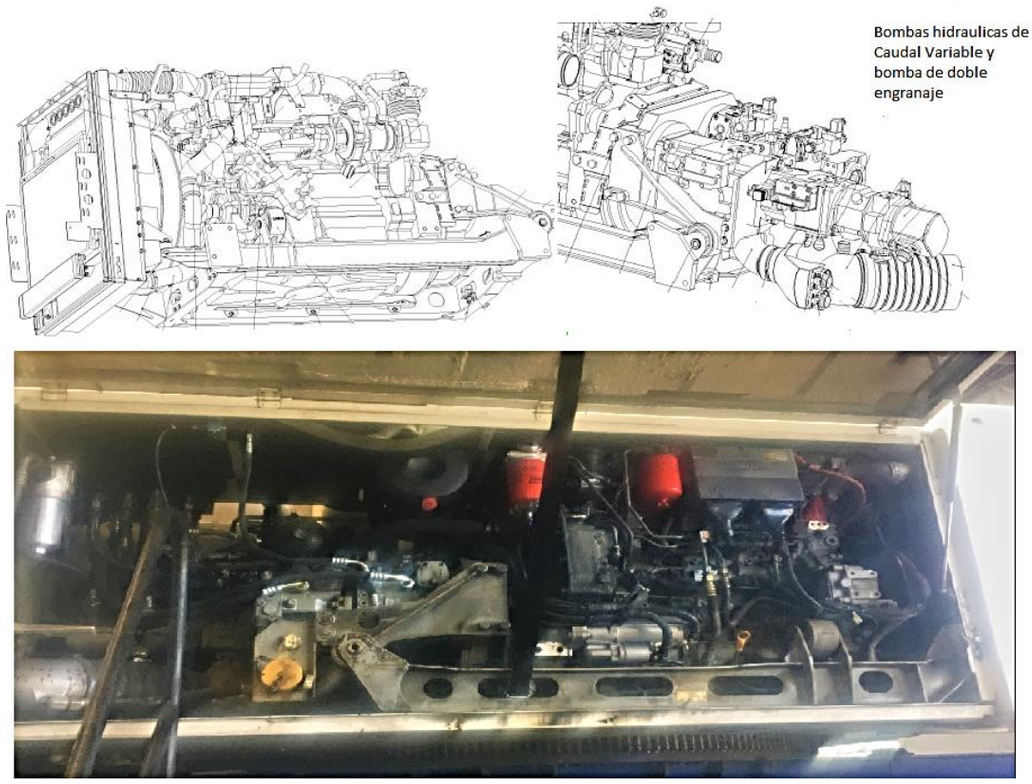


Ilustración 2-14 Conjunto Motor y Bombas Hidráulicas de la Grúa.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160 y elaboración Propia)

2.3.9. Pluma telescópica

Construida a base de vigas resistentes a las abolladuras y a la torsión, en acero de grano fino con perfil ovalado. El conjunto se divide en 1 Pie de pluma y 5 elementos telescópicos. Todos los elementos telescópicos son independiente entre sí. El conjunto posee una longitud inicial de 13 m. extensible hasta los 62 m. además de seguros de posición electromecánicos denominados “pines” ubicados en los tramos telescópicos para asegurar la posición de estos.

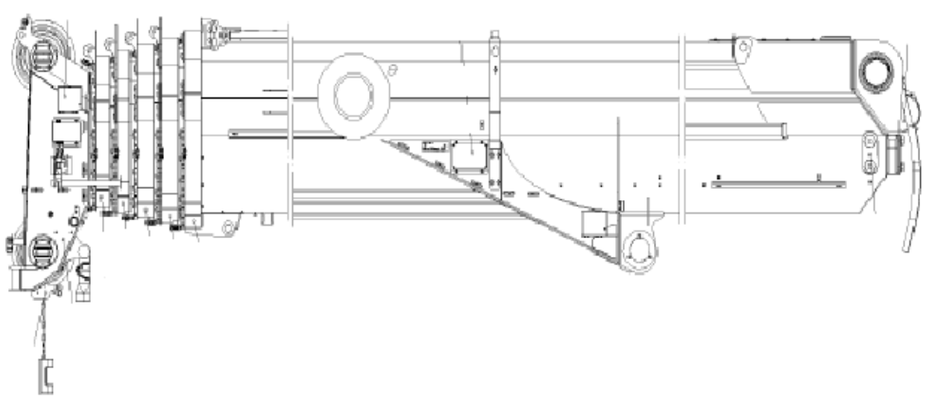


Ilustración 2-15 vista General del conjunto de Pluma.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160

2.3.10. Primer tramo telescópico

Pie de pluma, donde se alojan los demás tramos o también denominados “paños”

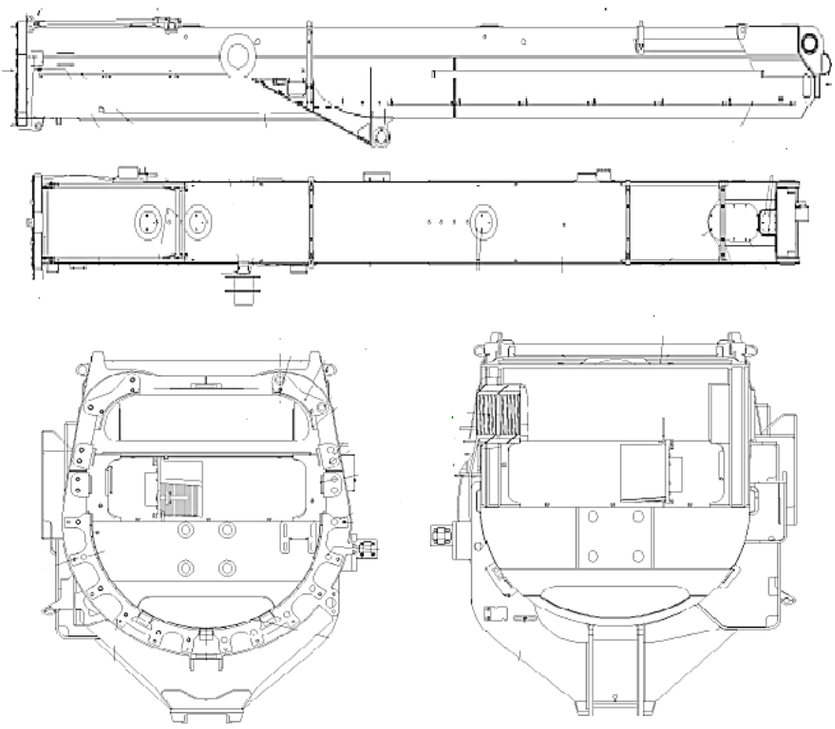


Ilustración 2-16 Pie de Pluma vista lateral, frontal y posterior
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

- Segundo tramo telescópico o paño, además este lleva los alojamientos para el carro móvil que se encarga de sacar los elementos telescópicos cuando se requiere extender la pluma.

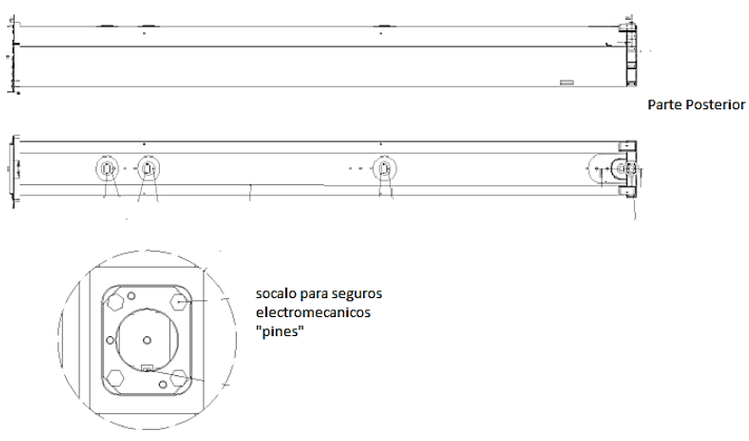


Ilustración 2-17 segundo tramo telescópico.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

- Al interior de este tramo telescópico podemos apreciar los pines de seguridad que fijan la posición del resto de los “paños” cuando la pluma está extendida o se está realizando alguna maniobra de izaje, además se puede notar el riel por donde transita el carro móvil.

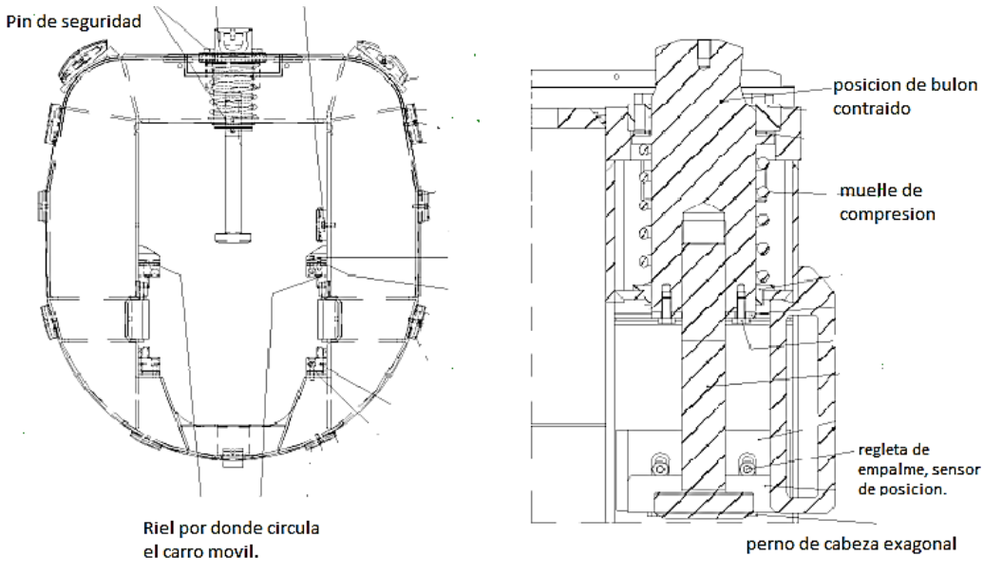


Ilustración 2-18 Vista interior del paño, despiece del pin de seguridad.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

- Este mismo diseño es usado para los paños telescópicos restantes (3 y4) el diseño varia en el quinto paño, en donde se agrega la nariz de la pluma, que es donde se ubican los rodillos de corredera, para el cable de elevación.

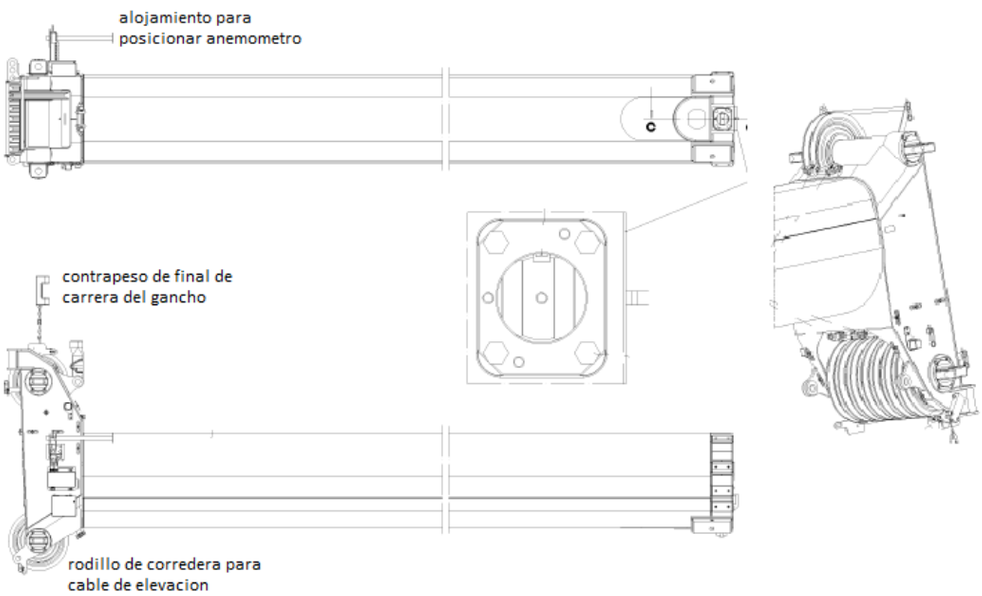


Ilustración 2-19 Quinto Paño Telescópico con rodillo para cable de elevación.
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.3.11. Carro móvil

Este dispositivo se mueve a lo largo del segundo tramo telescópico usando como transporte adosado al vástago de un cilindro hidráulico. Este artefacto es el encargado de contraer y extender los pines de seguridad además de mover los tramos telescópicos al momento de extender y contraer la pluma.

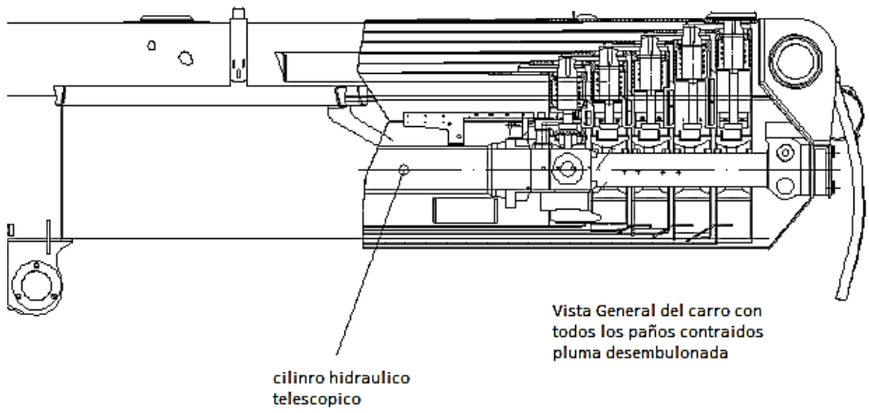


Ilustración 2-20 Vista General de la Pluma Contraída
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

- El carro móvil se mueve a través del movimiento del vástago del cilindro por medio de los rieles alojados al interior de los paños.

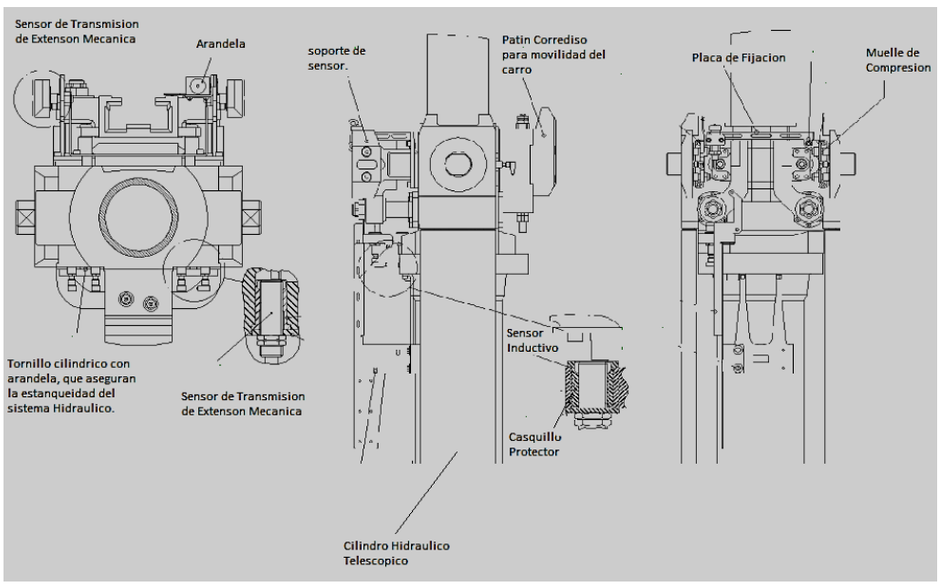


Ilustración 2-21 Vista del Carro Móvil en el Cilindro Hidráulico Telescópico, Interior de la Pluma
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.4. SISTEMA HIDRÁULICO

Se Presenta a continuación el sistema de Telescopaje de la grúa en donde nos enfocaremos en los diversos circuitos oleo hidráulicos que hacen posible esta tarea, comenzando por:

2.4.1. Estanque de aceite hidráulico.

Estanque Para Aceite Hidráulico con Capacidad de 200 litros.

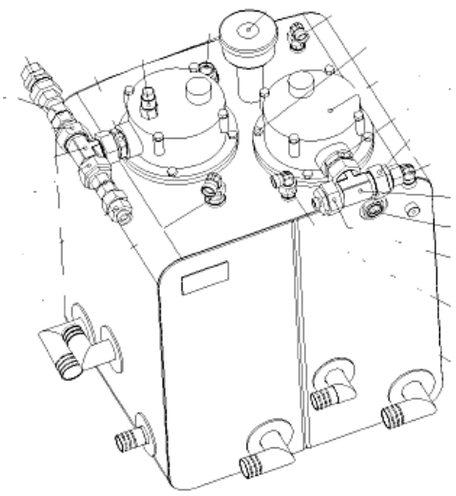
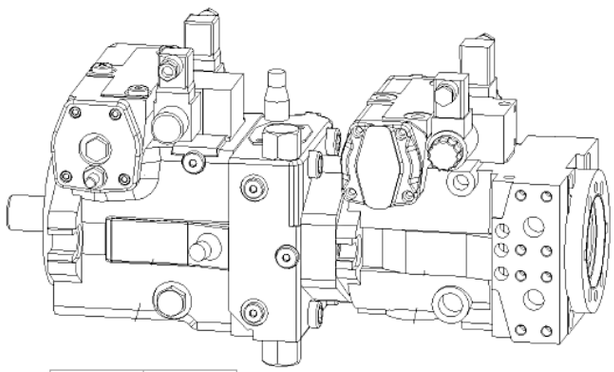


Ilustración 2-22 Estanque de Aceite Hidráulico
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.4.2. Bombas hidráulicas

2 Bombas Hidráulicas de regulación de caudal variable (A4VG) montadas en serie

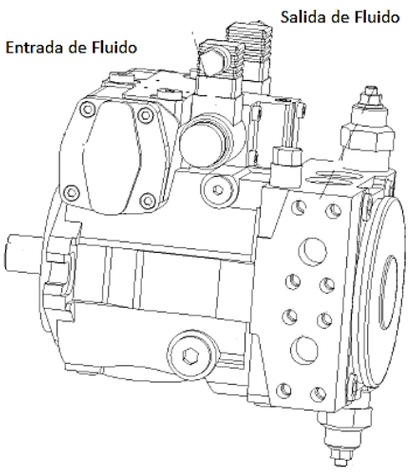


Vel. Max.	5000 rpm.
Vel. Min.	500 rpm
Caudal	110 L/min
Potencia	79 KW

* Informacion referente a Bomba Unitaria, los Valores en la Tabla se duplican al estar Montadas las Bombas en Serie.

Ilustración 2-23 Bombas hidráulicas de regulación
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

- Bomba de Regulación de Engranajes A11VLO



*Bomba de Engranajes para regular la velocidad de giro de motor, mediante el movimiento de Fluido Hidraulico.

vel. Max.	2800 rpm
Caudal Max.	302 L/min.
Potencia	201 KW

Ilustración 2-24 Bomba Hidráulica de engranajes
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.4.3. Bloque de válvulas de mando

Bloque de mando de Válvulas hidráulicas

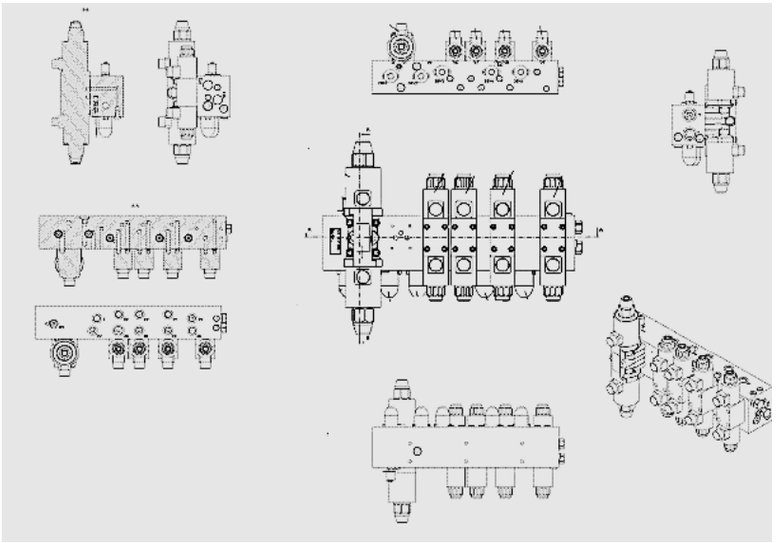


Ilustración 2-25 Bloque de Válvulas Direccionales
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

2.4.4. Presiones de trabajo

Presiones de trabajo dentro de los Circuitos Hidráulicos, Cabe destacar que luego de detener el motor que da giro a las Bombas Hidráulicas, los sistemas quedan Presurizados y para poder trabajar en ellos como medida de seguridad al momento de intervenirlos, la Grúa debe mantenerse inactiva y accionarse el sistema de Emergencia para poder despresurizar las líneas de trabajo.

Punto de Medicion	BARES
Mecanismo de Elevacion (Bajar)	100
Mecanismo de Elevacion (SUBIR)	340
Presion de alimentacion	32
Etapa de Presion	130
Etapa de Presion	220
Mecanismo de Giro (Izquierda)	235
Mecanismo de Giro (Derecha)	235
Tramo Telescopico Cilindro Afuera (Desconectado)	80
Tramo Telescopico Cilindro Afuera (Conectado)	150
Extender Tramo Telescopico 2	150
Retraer Tramo Telescopico 2	150
Retraer Tramo Telescopico 3	210
Arriba Bascular	310
Embullonamiento Telescopico	100
Levantar Contrapeso	220
Bajar Contrapeso	130

Ilustración 2-26 Tabla de Presiones de Trabajo de los Circuitos Hidráulicos
(Fuente: Manual Mecanismo de Elevación I LTM 1160-5.1)

2.4.5. Circuito hidráulico cabestrante

Circuito Hidráulico de Cabestrante con Mando Electro Hidráulico

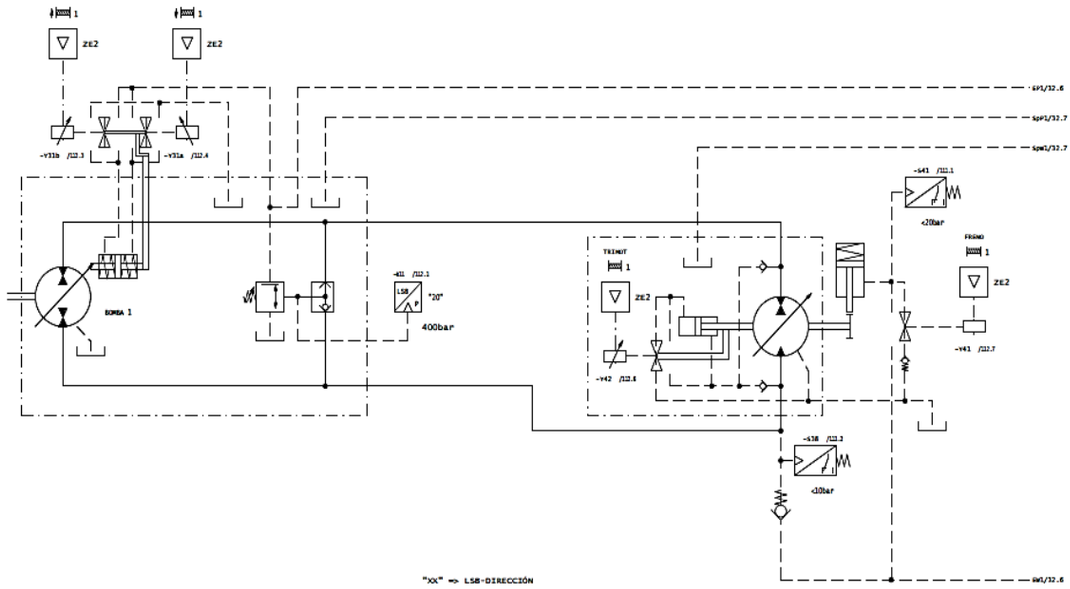


Ilustración 2-27 Circuito Hidráulico Cabestrante
(Fuente: Manual Mecanismo de Elevación I LTM 1160-5.1)

2.4.6. Circuito hidráulico del mecanismo de giro

Circuito Hidráulico de mecanismo de giro de la grúa

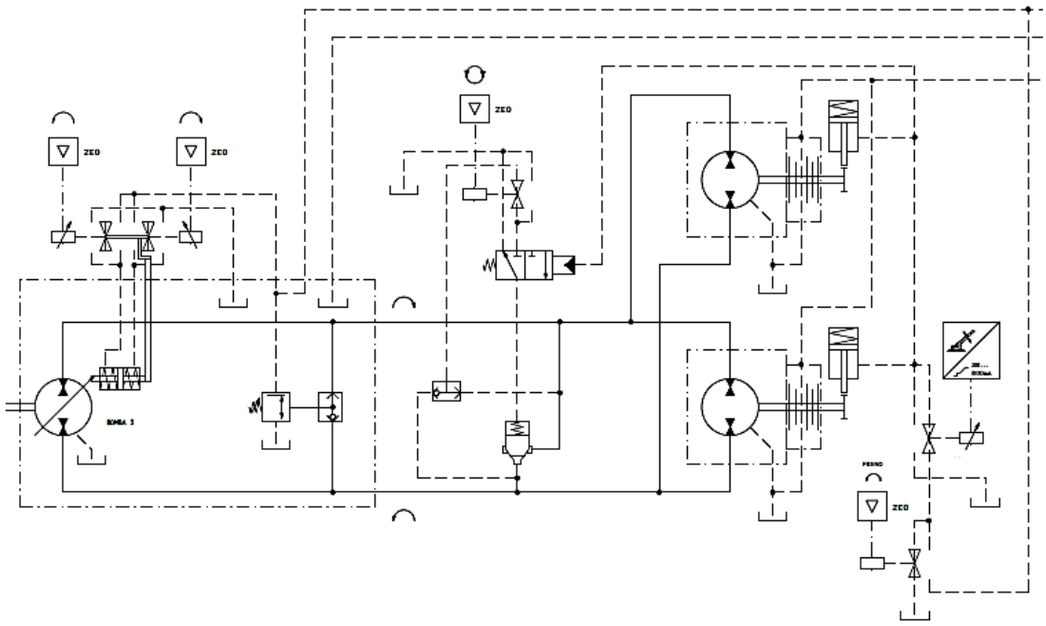


Ilustración 2-28Circuito Hidráulico del Mecanismo de giro
(Fuente: Manual Mecanismo de Elevación I LTM 1160-5.1)

2.4.7. Circuito hidráulico sistema de basculamiento de pluma

Circuito de levante mediante Cilindro Hidráulico de Basculamiento telescópico

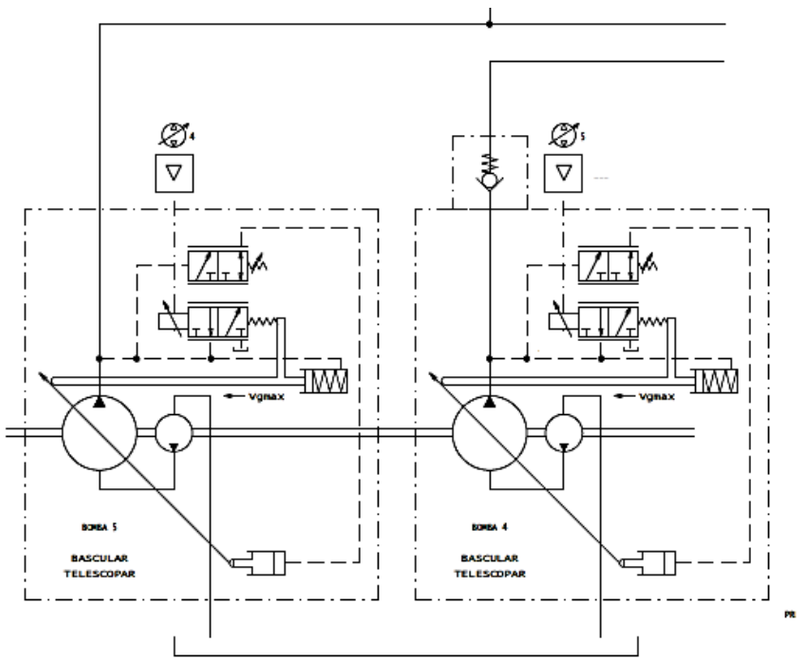


Ilustración 2-29 Circuito Hidráulico de Basculamiento
(Fuente: Manual Mecanismo de Elevación I LTM 1160-5.1)

2.4.8. Circuito hidráulico de telescopaje

Circuito Hidráulico para Accionar el Cilindro Telescópico

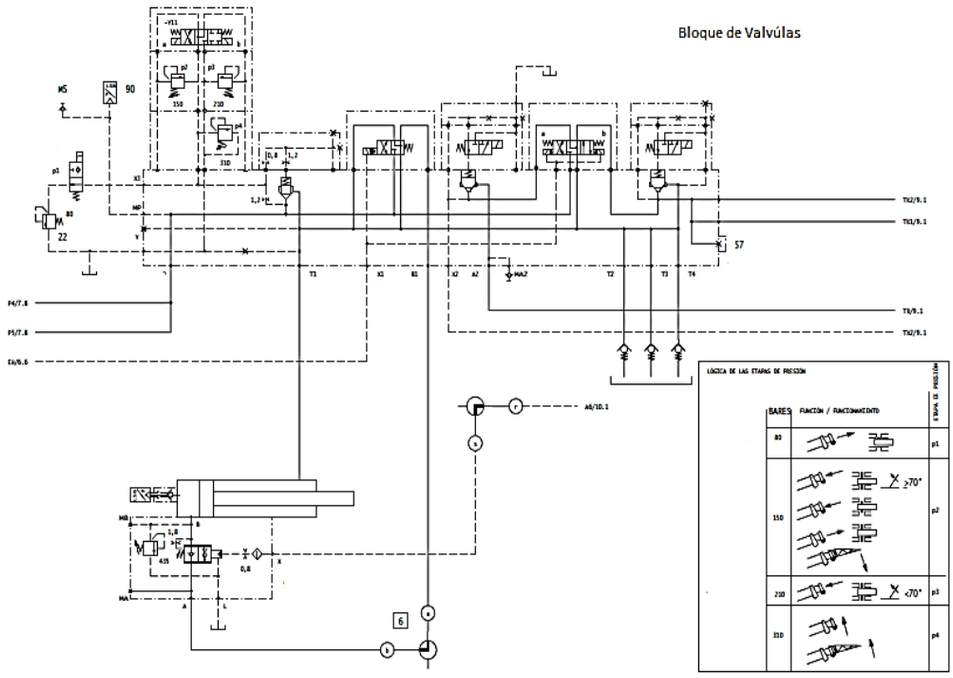


Ilustración 2-30 Circuito Hidráulico de accionamiento de Cilindro Telescópico
(Fuente: Manual Mecanismo de Elevación I LTM 1160-5.1)

2.4.9. Circuito Hidráulico del carro móvil

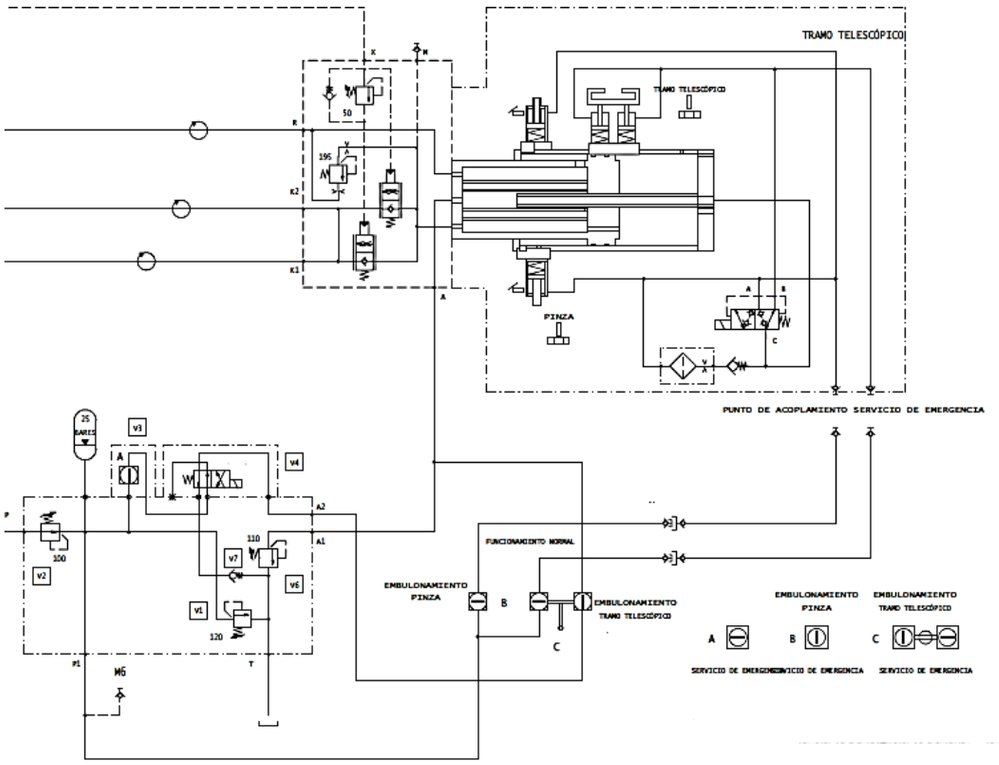


Ilustración 2-31 Circuito Hidráulico del Carro Móvil
(Fuente: Manual Mecanismo de Elevación I LTM 1160-5.1)

2.5. SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

En el siguiente esquema se podrán observar los componentes que permiten trabajar a la grúa con gran exactitud en cada maniobra que se necesita realizar, sin olvidar además que esto se complementa con las habilidades del operador de Grúa, el sistema se basa en la información recolectada por sensores Distribuidos por toda la máquina, que envían información a la computadora de Liccon y esta la procesa, para poder realizar una maniobra de la grúa de la mejor manera Posible. Cabe destacar que el sistema trabaja con protocolos de información mediante red multiplexada y módulos de información para hacer más rápida el viaje de esta a la Computadora central de Liccon, los Componentes del Sistema se encuentran desplegados por toda la grúa de la siguiente manera:

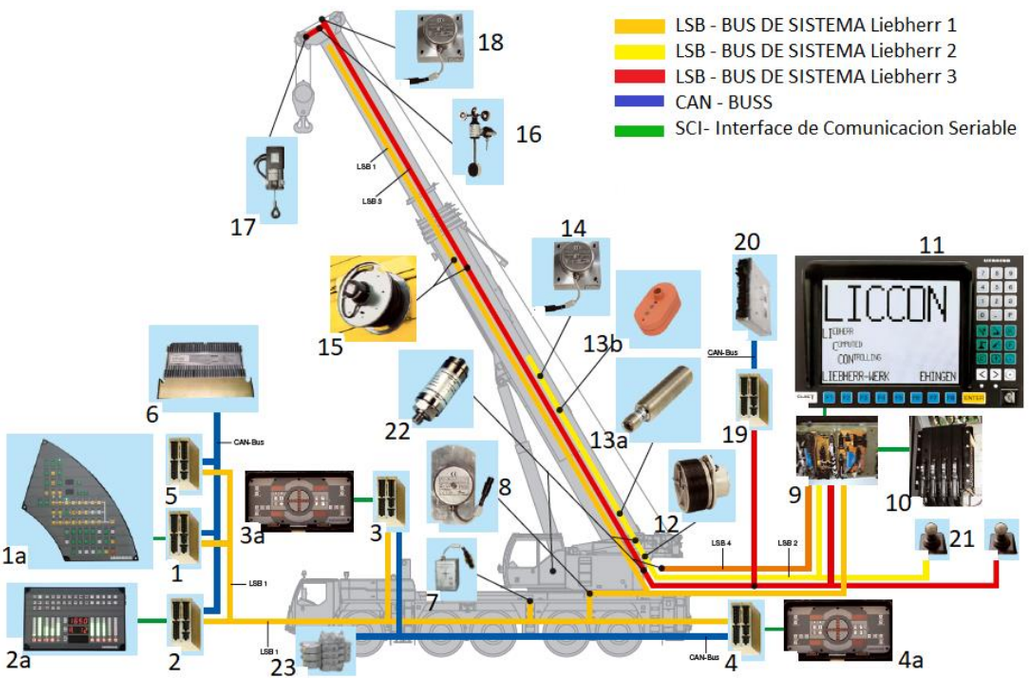


Ilustración 2-32 Despiece Electrónico de la Grúa
(Fuente: LTM1160.5-2 Caracteristiques Manual)

- Para Comprender el diagrama anterior, se presenta la siguiente secuencia:

1. Es el Módulo de entrada y salida donde se Canaliza la información para controlar electrónicamente, la suspensión de los ejes, el motor Diésel, la Transmisión Automática, además controla el aire comprimido para el sistema de Frenos.
    - 1ª Es el Panel de Instrumentos Ubicado en la Cabina del Chasis Inferior.

2. Es el Módulo de entrada y salida de Información para el Bloqueo o no de los sistemas diferenciales de la Transmisión, dependiendo del tipo de conducción Seleccionada.
    - 2ª Es la Unidad o Panel de Visualización de los Instrumentos para la Conducción (Niveles de Combustible, Presión de aire, Temperatura, etc.)
3. Es el modulo que Procesa la Información recibida de parte de los sensores de estabilización del costado Derecho de la Grúa cuando esta se posiciona para realizar alguna maniobra de izaje
    - 3ª Es el Panel de Mando para los Estabilizadores del Costado Derecho de la Grúa.
4. Es el Módulo que Procesa la Información recibida de parte de los sensores de estabilización del costado Izquierdo de la Grúa cuando esta se posiciona para realizar alguna maniobra de “izaje”.
    - 4ª Es el Panel de Mando para los Estabilizadores del Costado Izquierdo de la Grúa.
5. Es el Módulo de Entrada y salida de Información Para Accionamiento del Freno de Motor, el Limitador Automático de Velocidad, el Mando electrónico del motor del Chasis Inferior y de la Transmisión Automática.
6. Computadora o ECU de mando para el Motor y la transmisión del Chasis Inferior.
7. Sensor de Nivel de Inclinación de la Grúa para la Nivelación Automática.
8. Sensor de Posición de Giro de la cabina del chasis Superior.9
9. Conexiones internas del sistema Buss (LSB1,2,3)
10. Computadora Central del Sistema Liccon o ECU Liccon.
11. Monitor Liccon ubicado en la cabina del chasis superior o cabina del Operador.
12. Sensor de Longitud de Pluma y tambor de cable/ cable de energía eléctrica para embullonar Pines al Carro Móvil, para extender y retraer Pluma.
13. 13ª. Sensor de señal Inductiva. (x6)

    13b. Sensor de Posición del Cilindro Telescópico. (X2)
14. Transductor, recibe señales de ángulo de Basculamiento de la Pluma.
15. Tambor de Cable.
16. Transductor de Viento o anemómetro.
17. Interruptor de Fin de Carrera de cable del Cabestrante.
18. Transductor de ángulo de la Pluma.
19. Módulo de entrada y salida de señales, para el control electrónico de motor Diésel del chasis superior, de activación de electro ventilador de motor, apertura o cierre de chapaleta de escapa para freno de motor.

20. Ecu del Sistema de Inyección de Motor Diésel del chasis superior.
21. Transmisores de mando (Palancas de Auto- Centraje).
22. Sensor de presión (x4) Para Variar la Potencia del Limitador de Carga a Levantar.
23. Válvula de Dirección para activar la dirección de la Grúa con el eje trasero al momento de desplazarse.

CAPÍTULO 3: FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA TELESCOPICO

3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA TELESCOPICO

3.1. SISTEMA TELEMATIK DE LIEBHERR

El sistema Telematik de Liebherr fue lanzado en el año 1997 llamando la atención del público dentro del mercado de las grúas con plumas telescópicas, en donde se pasó además de trabajar con vigas cuadradas a un diseño de vigas ovaladas, con este sistema se incorporó el control electrónico en las plumas, al incursionar con estos diseños, Liebherr pudo construir plumas telescópicas de hasta 60 metros. Hoy en día debido a los avances y las mejores Liebherr construye plumas de hasta 100 metros de Longitud.

Los tramos Telescópicos son extensibles en un 46% 92% y un 100% Considerando que:

- El Pie de Pluma posee 13,1 metros de Longitud
- Primer Tramo Telescópico posee 13,4 m.
- Segundo Tramo Telescópico posee 9 m.
- Tercer Tramo Telescópico posee 9 m.
- Cuarto Tramo Telescópico posee 9 m.
- Quinto Tramo Telescópico Posee 8,5 m.

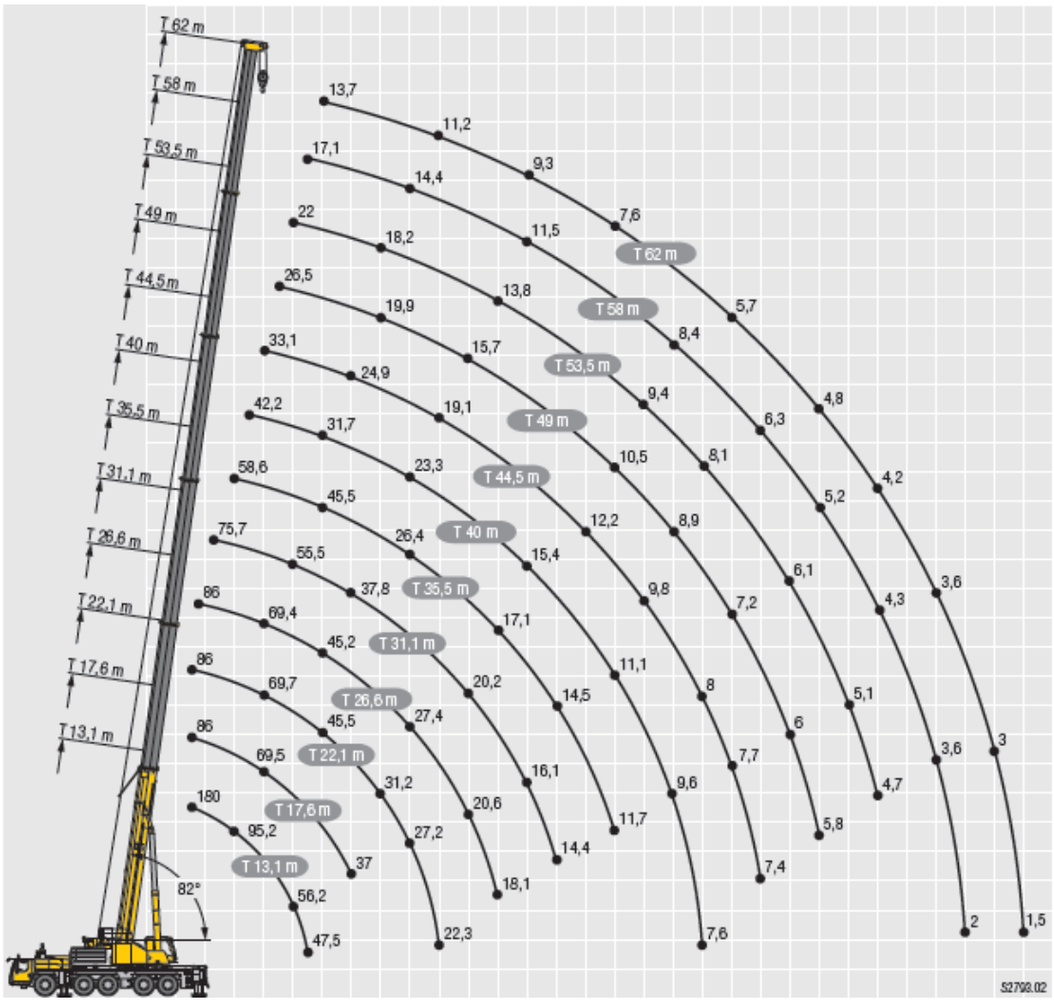


Ilustración 3-1 Longitud de Pluma
(Fuente: Manual Grúa Móvil LTM 1160 5.2)

El sistema se compone de:

- Cilindro Hidráulico telescópico.
- Embulonamiento de pluma Accionado Hidráulicamente
- Embulonamiento de Tenazas accionado Hidráulicamente

EL sistema concentra todo su funcionamiento en el pie del cilindro hidráulico telescópico de un solo tramo al que esta adosado el carro móvil. Los pines de anclaje están cargados o en posición de enclavamiento mediante resortes de compresión y estos tienen la tarea de unir y asegurar la posición de un elemento telescópico con respecto al otro.

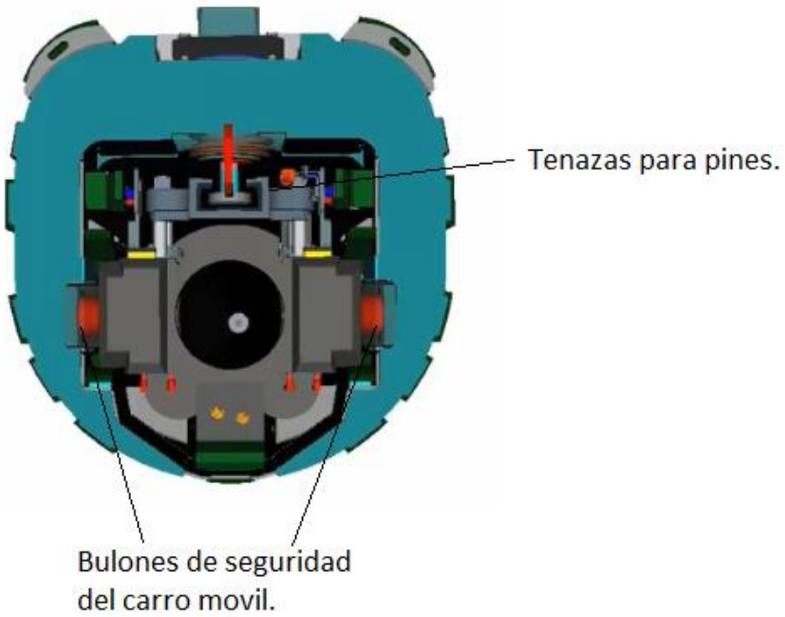


Ilustración 3-2 Embulonamiento del carro con respecto a la Pluma
(Fuente: www.youtube.com Liebherr Telescope Animation)

3.1.1. Embulonamiento de la pluma

Este es el Primer paso para extender la Pluma, en donde se refiere al trabajo de los Bulones de seguridad del carro móvil, que lo aseguran para poder tomar un tramo telescópico y poder moverlo, son Accionados hidráulicamente con una presión de 100 bares, dicha presión empuja dos cilindros hidráulicos ubicados al costado del carro móvil, que se desplazan ubicándose en los zócalos de anclaje que trae el tramo Telescópico. En caso de no anclarse los bulones en su posición no se pueden extender la Pluma.

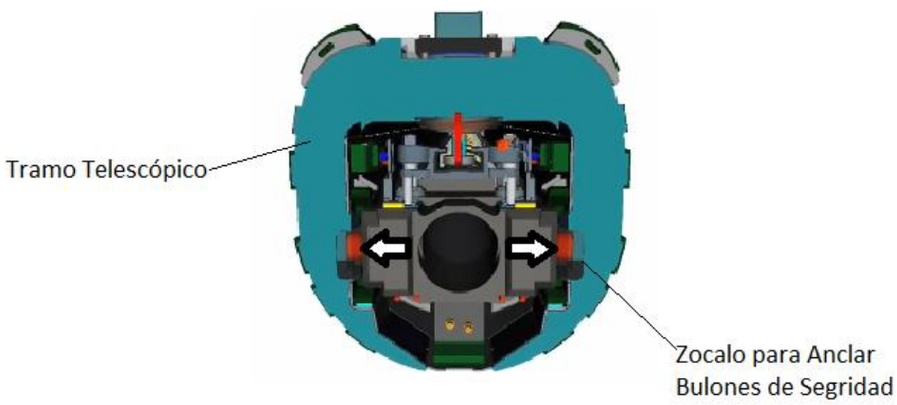


Ilustración 3-3 Embulonar Pluma
(Fuente: www.youtube.com Liebherr Telescope Animation)

3.1.2. Embulonamiento de tenazas

Este proceso es posible luego del embulonamiento de pluma. Este Proceso habla del trabajo de las tenazas encargadas de tomar y sujetar los pines que aseguran la posición del tramo Telescópico, las tenazas son accionadas hidráulicamente mediante 2 cilindros hidráulicos que son alimentados con 100 bares de Presión, esto hace subir la tenaza para tomar el Pin de seguridad, lo asegura mediante las posición de la Pinza y luego los cilindros hidráulicos con accionados y estos bajan la pinza con el pin, Comprimiendo el resorte que mantiene al pin en su posición normal dejando el pin abajo y el tramo telescópico libre para poder ser movido. Este proceso también recibe el nombre de "Despineado".

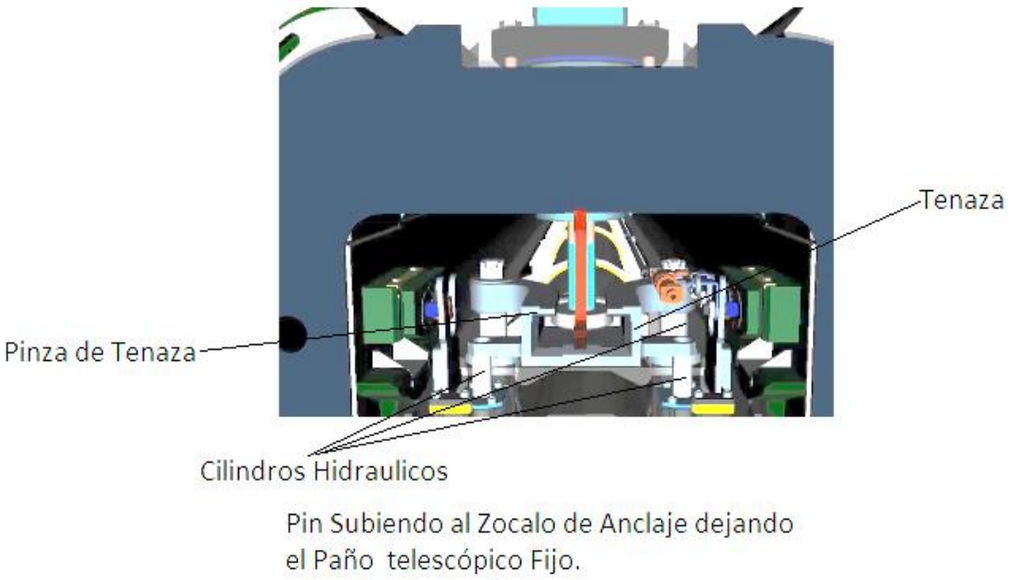


Ilustración 3-4 Despineado o Des embulonamiento de tenaza
(Fuente: www.youtube.com Liebherr Telescope Animation)

Posterior a esto y luego que el carro movió el tramo telescópico al lugar final de trabajo. Las pinzas de las Tenazas suben mediante el trabajo de los Cilindros hidráulicos, subiendo el pin y dejándolo Fijo en su Zócalo asegurando la Posición del Elemento Telescópico. Este Procedimiento se denomina "Espineado"

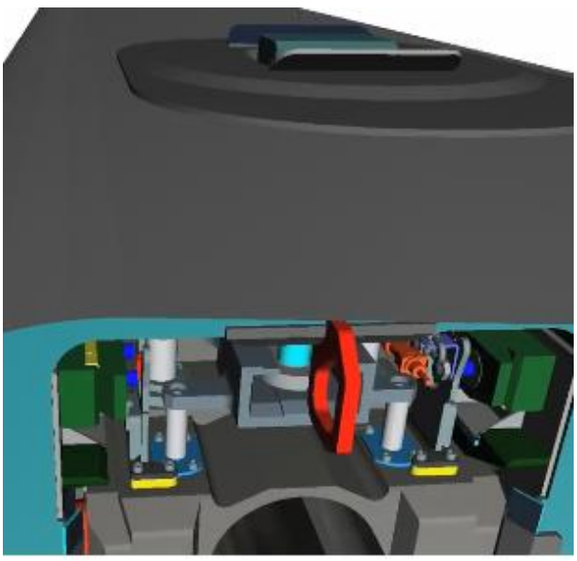


Ilustración 3-5 Espineado o Embulonamiento de Tenaza
(Fuente: www.youtube.com Liebherr Telescope Animation)

Luego de Culminar todo este Procedimiento, el Cilindro Hidráulico Telescópico repite el Proceso las Veces que sea Necesario dependiendo la cantidad de Tramos de Pluma que se quieran extender. Si no se necesita sacar otro tramo de la Pluma el carro Mantiene su posición actual.

3.2. POSICIÓN DEL CARRO MÓVIL

El Carro móvil posee un sensor de posición que envía una señal a la computadora dando aviso de donde se encuentra el carro, esta Información es entregada a la computadora de LICCON, la computadora recibe estos datos, los Procesa y se los Muestra al Operador de la Grúa en la pantalla que se encuentra en la cabina de operaciones

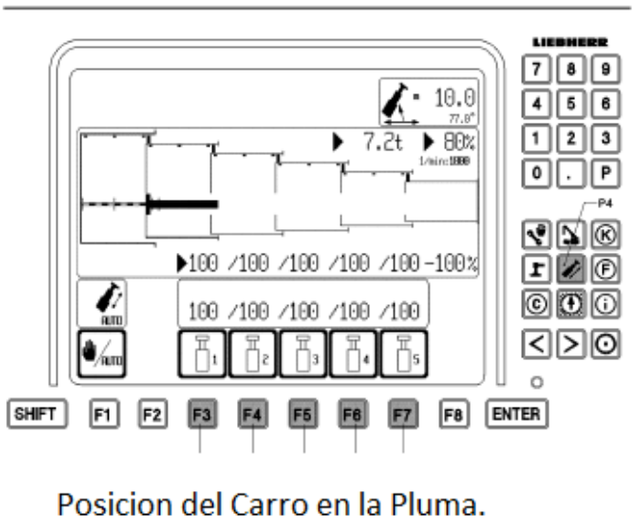


Ilustración 3-6 Pantalla de Posición del Carro en la Pluma Vista desde la Cabina del Operador. (Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

En la imagen se aprecia un estado general del largo de la pluma, del porcentaje de cada tramo telescópico sacado. El operador no tiene que Preocuparse de Embulonar o desembullar manualmente como en otros Sistemas de Telescopaje ocupado por otros Fabricantes de Grúas Plumas gracias al sistema LICCON, es este quien determina el orden del Procedimiento para poder realizar el Telescopaje deseado, las acciones a realizar son todas dirigidas desde la cabina del operador, donde se encuentra la Computadora de LICCON y los Mandos de Control.

3.3. CABINA DEL OPERADOR.

La cabina del Operador es el Centro de Operaciones del Sistema LICCON, además en esta se encuentran los Mandos de Control y el Operador de la Grúa.

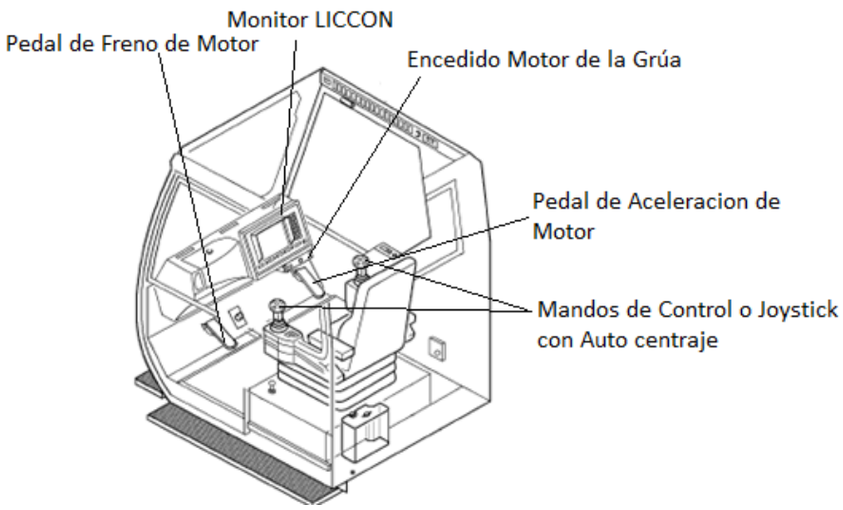


Ilustración 3-7 Vista General de Cabina del Operador
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

3.3.1. Instrumento de mando

Dentro de la cabina del Gruiste se encuentran los Elementos más importantes para poder realizar el movimiento telescópico que son:

- Joystick de mando o control de palancas con auto centraje
- Computadora del Sistema LICCON.

3.3.1.1. Joystick de mando

Este elemento de mando concentra las acciones que debe realizar el operador para que la Grúa realice una acción específica, es decir. Al tomar una Posición especifica el Joystick la computadora recoge esa información y lo traduce en una reacción en la Grúa llámese, extender Pluma, Guardar Pluma, bajar Gancho, Subir Gancho, Girar Plataforma.

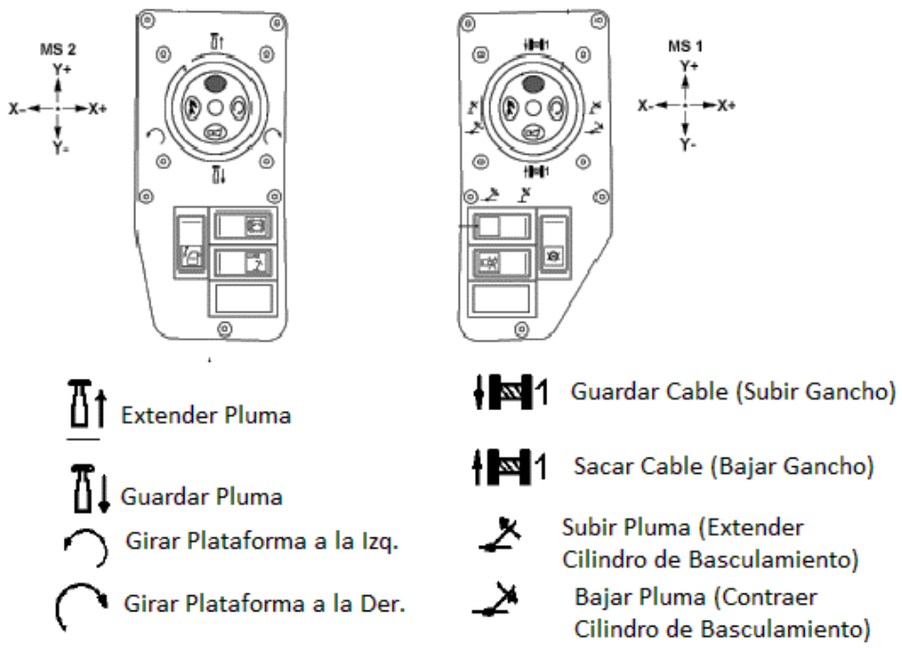


Ilustración 3-8 Joystick de Mando
(Fuente: Manual de Instrucciones de Uso Liebherr 1160.5-2)

3.3.1.2.Sistema LICCON

El sistema Informático LICCON Diseñado por Liebherr es el encargado de Procesar y comandar las Grúas automotrices Liebherr. El sistema trabaja bajo Protocolos de comunicación Can- Buss entre otros.

Uno de los parámetros más importantes con los que trabaja este sistema es el Limitador de carga de la Grúa que actúa bajo el principio de comparación entre las tablas de cargas ingresadas el software de Liccon y la carga real tomada por la Grúa. La carga real es medida por un captador de presión ubicada en el cilindro de basculamiento de pluma.

3.3.1.3.Limitador de Carga

Los datos entregados por este sensor permiten realizar el movimiento telescópico de sacar o guardar pluma, también además de informar el largo de la pluma y el ángulo de inclinación de esta. La carga real se calcula mediante el largo de la pluma y la presión que trabaja en el motor hidráulico del cabestrante. Al momento de sobrepasar las 160 toneladas de carga la en la cabina del operador se enciende una señal de luz y audio.

El limitador de carga indica que el movimiento telescópico se debe realizar sin carga externa a la del equipo. Sin embargo también el sistema permite realizar un movimiento telescópico con una carga parcial de hasta el 10% del valor de carga total del equipo.

3.4. MOVIMIENTO TELESCÓPICO

El sistema Liccon le muestra al operador el movimiento telescópico en el monitor de la computadora, pueden ver parámetros como el largo de la pluma, el largo en porcentaje de los tramos telescópicos extendidos o el ángulo de Inclinación de esta.

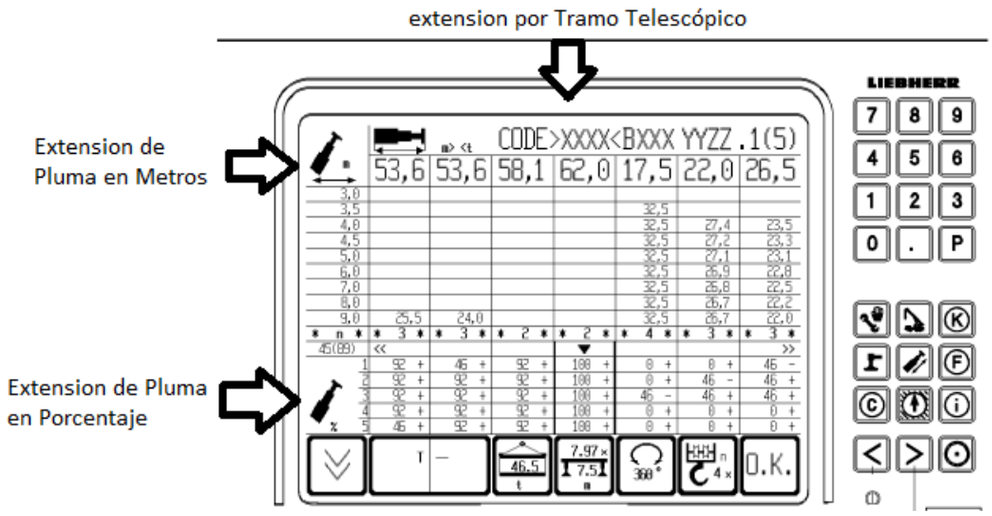


Ilustración 3-9 Datos del Movimiento Telescópico en LICCON
(Fuente: Manual de Instrucciones de Uso Liebherr 1160.5-2)

Esta vista es una de las opciones de ver el movimiento telescópico en Liccon otra forma de verlo es la siguiente, donde se muestra la ubicación del carro móvil dentro de la pluma y recordando que para mover este se usa el joystick de mando.

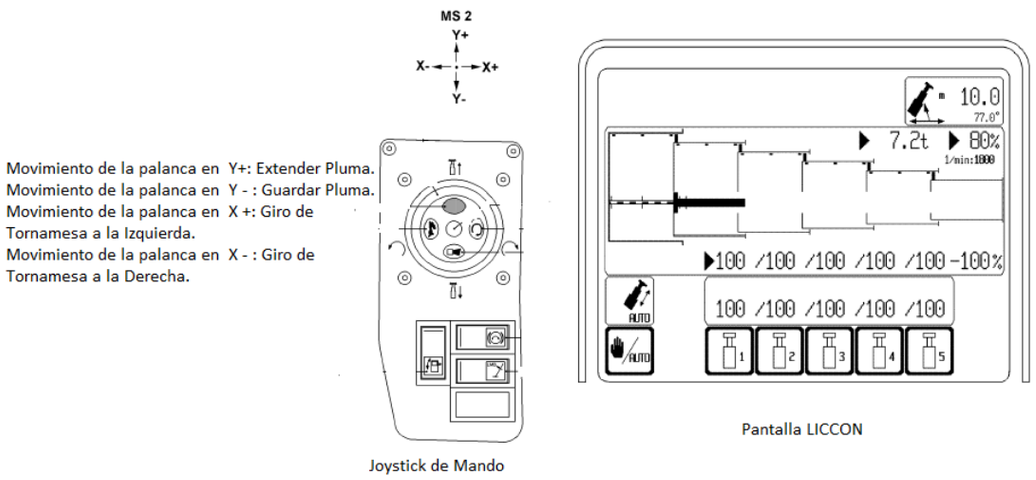


Ilustración 3-10 Pantalla Liccon de Movimiento Telescópico
(Fuente: Manual de Instrucciones de Uso Liebherr 1160.5-2)

3.5. ACCIONAMIENTO DE EMERGENCIA

Existe un mecanismo de emergencia, en el que se tienen que maniobrar válvulas hidráulicas dispuestas en la parte trasera de la cabina del operador de Grúa, este movimiento permite la descarga del circuito Hidráulico del cilindro de Basculamiento y también para Girar la tornamesa en sentido Horario, para esto se alimenta un circuito eléctrico con 12 volts. Para accionar los Motores hidráulicos de emergencia.

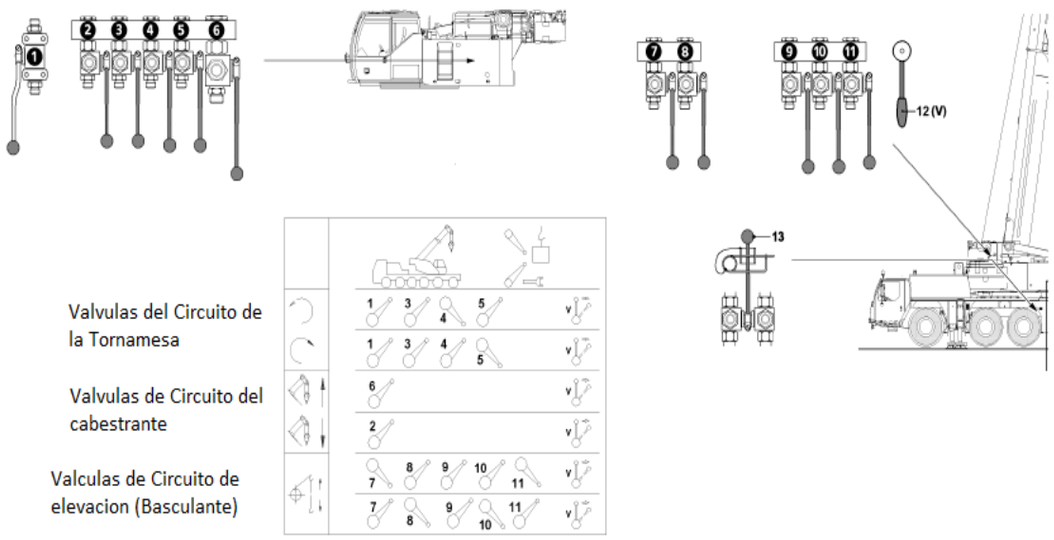


Ilustración 3-11 Accionamiento Hidráulico de Emergencia
(Fuente: Manual de Instrucciones de Uso Liebherr 1160.5-2)

3.5.1. Telescopaje de emergencia

El equipo posee un modo de telescopaje en emergencia en que solo se permite guardar la pluma manualmente sin que la computadora lo controle, este sistema se activa desde la cabina del operador usando las teclas ubicadas en la parte superior. Y acompañados de una alarma sonora, se debe realizar la siguiente secuencia.

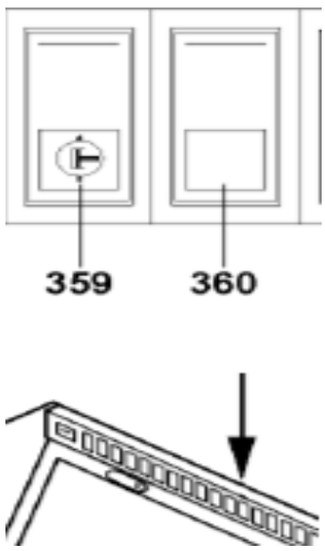


Ilustración 3-12 Ubicación de Botonera para Telescopaje de Emergencia
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

Tabla 1 Secuencia de Telescopaje de Emergencia

Botón a utilizar	Acción realizada	
359	Presuriza y vacían manualmente las líneas hidráulicas. Para el servicio de emergencia	
360		Movimiento telescópico manual
Posición A (posición del Centro)	Embulonar elemento telescópico, el carro asegura su posición en los zócalos del elemento telescópico	
Posición B (Accionado arriba)	Se accionan las tenazas para tomar y dejar los pines de anclaje de los elementos telescópicos	
Posición C (Accionado abajo)	Se drena el cilindro telescópico haciendo que este tenga un recorrido negativo guardando el tramo tomado.	
Posición B	Se acciona la tenaza para soltar el pin que asegura el “paño”	
Posición A	Se des embulona el carro del elemento telescópico teniendo una posición libre con respecto al “paño”	Guarda un elemento telescópico
359	Se presuriza la línea dentro del cilindro telescópico llevando al carro móvil al otro tramo telescópico	Se llena el cilindro telescópico
Se repite la secuencia anteriormente detallada las veces que sean necesaria para guardar todos los elementos telescópicos que se encuentran fuera del pie de pluma • En caso de que esta secuencia no se realice completamente, se debe llamar al servicio de técnico de Liebherr quienes lo ayudaran		

3.6. DIFERENCIAS

Liebherr se encarga de marcar la diferencia en muchos aspectos con respecto a sus competidores en el mercado

Este modelo se destaca desde el diseño inicial hasta su confort con respeto a otros.

Desde la calidad de su materiales de construcción en las cabinas de acero galvanizado, pasando por altos niveles de seguridad en cada uno de los sistemas hidráulicos, electrónicos de la grúa además de las notables diferencias del sistema de telescopaje en donde a diferencias de las plumas telescópicas diseñadas por otras marcas, estas son selladas en su parte posterior, lo que busca es mantener la estanqueidad en la limpieza del cilindro hidráulico telescópico y del carro móvil debido a que es un elemento fundamental del telescopaje.

Además de la simplicidad de trabajo para el operador lo que le disminuye enormemente las distracciones al momento de realizar una maniobra

La grúa cuenta con un motor ubicado en el chasis superior solamente para accionar la pluma y el sistema hidráulico de esta lo que permite una mayor potencia para el extender la pluma y disminuye los tiempos de armado de la grúa, a diferencia de otras marcas que un utilizan el mismo motor para accionar la grúa y mover el camión

Con respecto a la movilidad de la grúa para moverse en entornos reducidos la grúa le permite al conductor elegir la el accionamiento de los ejes de transmisión permitiendo una bidireccional en los ejes mejorando la maniobrabilidad del equipo

Además de ser un equipo eficientemente funcional, también busca la comodidad del operador al momento de trabajar incorporando sistemas de climatización en la cabina y confortabilidad, como el movimiento del asiento y regular, su altura y posición.

LICCON se encarga de controlar todos los movimientos de la grúa y ajustarlos para que el equipo tenga la menor sobre carga posible evitando dañar el equipo, como calcular el punto de inclinación del terreno para controlar de manera independiente los estabilizadores que mantienen firme la grúa cuando esta esta levantada realizando una maniobra

En la siguiente tabla se mostraran algunas diferencias entre la Liebherr LTM 1160 - 5.2 y una grúa de similares características como la TEREX AC100/ 4L HA60

Tabla 2 Resumen Comparativo LIEBHERR/TEREX

Grúa	LIEBHERR LTM 1160-5.2	TEREX AC100/ 4L HA60
Chasis	Bigas tipo cajón en acero estructural de grano fino de alta resistencia	Acero estructural de grano fino DE ALTA RESISTENCIA
Motor Superior	Motor Diésel de 4 Cilindros fabricado por Liebherr “D 934 S” Potencia: 145 KW (194 HP) a 1800 r.p.m.	Motor Diésel de 4 cilindros fabricado por Mercedes Benz 120 KW (160 HP) a 1800 r.p.m.
Transmisión	ZF AS TRONIC de 12 marchas	ZF AS TRONIC de 12 Marchas
Tramos telescópicos	5	5
Tiempo de extensión total de pluma	22,5 minutos	35, 4 minutos
Embulonado	automático guiado por Liccon	manual guiado por computadora de carga
Seguridad	Sistema limitador de carga controlado por LICCON al exceder la carga se activa una alarma sonora y se detiene la maniobra, LICCON bloquea la grúa y todos sus sistemas de trabajo.	Sistema limitador de carga controlado por computadora de carga. Al exceder la carga se activa una alarma sonora
Longitud de pluma	62 m	59,4 m
Contrapeso	146,6 Toneladas	100,8 Toneladas
Capacidad de levante	160 Toneladas	100 Toneladas
Angulo de elevación máximo de pluma	82°	82°
Torque máximo del cabestrante	91,6 kilo newton	67 kilo newton

Tabla 3 Ventajas y Desventajas

Comparativa	Liebherr LTM 1160. 5-2	Terex AC100/ 4L HA60
Ventajas	Alta calidad en los materiales que constituyen la grúa	Alta calidad en materiales que la constituyen
Sistema de estabilización	Sistema estabilizador independiente	Sistema de estabilizadores independientes
Confortabilidad	Sistemas de confortabilidad para el operador	
Sistema de telescopaje	Sistema de telescopaje automático, controlado electrónicamente.	
Mantenibilidad en el equipo	Alta mantenibilidad para el equipo	
Servicio post venta	Se relaciona directamente con el fabricante.	
Desventajas		
		Cabina carece de sistemas de confortabilidad para el trabajo del operador
		Sistema de telescopaje manual, mediante etapas
		Baja mantenibilidad
		Se relaciona con un distribuidor

Se puede concluir con la tabla expuesta anteriormente y datos recabados con diferentes operadores de grúa que han maniobrado ambos modelos de grúa que las ventajas entre los puntos mencionados, la Grúa Liebherr LTM, 1160-5.2 con respecto a la Grua Terex AC100/ 4L HA60, el equipo Liebherr es más cómodo parar trabajar en donde no solo se centra en la tolerabilidad del equipo sino también en la comodidad para la utilización de este. Por ende los sistemas internos de la máquina que llevan a cabo la función principal de la pluma que es teles copar trabajan de mejor manera, como en Liebherr el sistema de telescopaje es controlado electrónicamente de manera precisa evitando muchas fallas o evitando correr riesgos innecesarios que puedan dañar al equipo, a diferencia del sistema de telescopaje usado en la Terex AC100/ 4L HA60 que es asistido por un sistema electrónico pero se debe realizar paso a paso mediante las habilidades del operador y apoyado por el sistema electrónico, este sistema demora más en extender completamente la pluma, lo que aumenta el tiempo de armado del equipo para poder trabajar y prolonga el tiempo en las maniobras que se deban realizar, Liebherr en cambio optimiza el tiempo de extensión de la pluma lo que disminuye notoriamente el proceso de armado de la grúa, además de aumentar la calidad en los materiales de construcción de esta.

Liebherr facilita la mantenibilidad del equipo poniendo a disposición del comprador una comunicación directa con el fabricante. Asegurando cumplir con las necesidades que requiera la maquina al momento de trabajar en cada ocasión requerida.

Su diseño propone aprovechar al máximo la potencia del motor ubicado en el chasis superior de la grúa, ya que este motor se encarga solo de entregar trabajo para la pluma y el chasis superior evitando sobrecargarlo con otros sistemas que lo requieran, no así la Terex AC100/ 4L HA60 en que su motor además de entregar trabajo para la pluma y los sistemas del chasis superior, también debe ser capaz de mantener el sistema hidráulico de los estabilizadores de la grúa.

CAPÍTULO 4: MANTENIMIENTO

4. MANTENIMIENTO

4.1. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Como todo elemento mecánico está sujeto a desgaste, esta no es la excepción el mantenimiento del equipo en el chasis superior debe ser minucioso y exacto contando como elemento de control de Mantenimiento el Horómetro ubicado en la cabina superior que nos indicara cuantas hora de trabajo tiene la Grúa.

Ilustración 4-1 Horómetro de trabajo de la Grúa
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

4.2. MANTENIMIENTO MECÁNICO E HIDRÁULICO DE LA GRÚA

Todos sus sistemas vienen determinado por Liebherr de la siguiente manera.

1. Detener el motor del chasis inferior y el motor del chasis superior.

Nos enfocaremos en el plan de mantenimiento impartido para las 300 horas de trabajo del equipo.

4.2.1. Mantenimiento al motor de la grúa

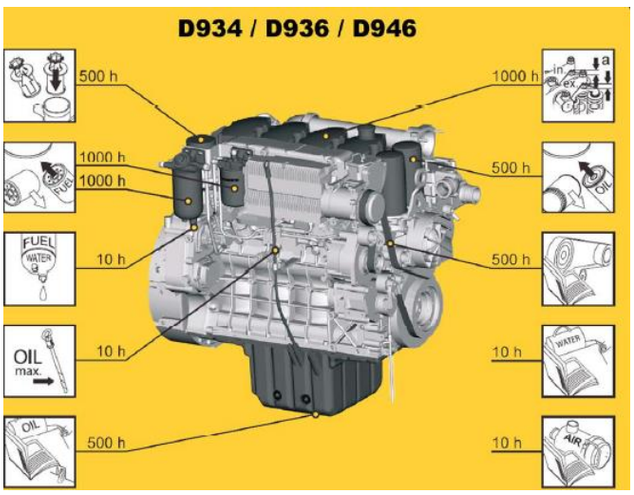


Ilustración 4-2 Esquema Vista General del Motor
(Fuente: Manual de Operaciones de motor diésel Liebherr D934)

- El mantenimiento al Motor de la Grúa además contempla el cambio de Aceite con su respectivo Filtro, el aceite usado y recomendado por el Fabricante es un SAE 15W-40 Para Motores diésel, con su Respectivo Filtro.

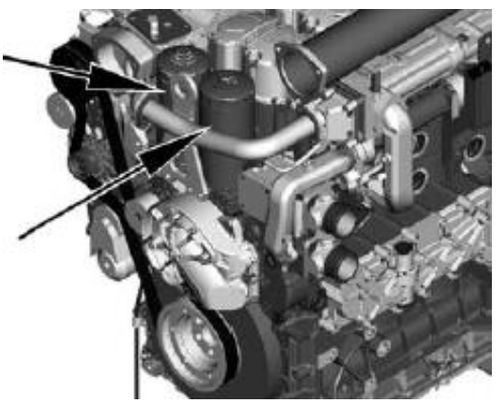


Ilustración 4-3 Ubicación de los Filtros de aceite
(Fuente: Manual de Operaciones de motor diésel Liebherr D934)

- Reemplazo de los Filtros de Combustible de motor

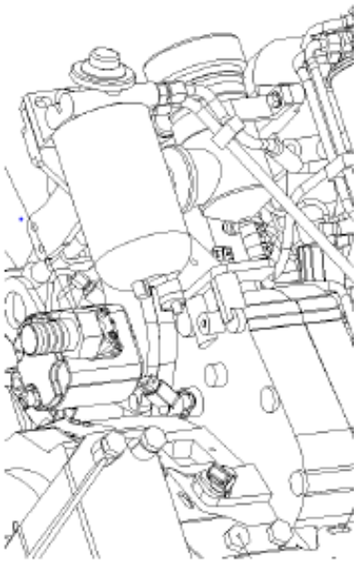


Ilustración 4-4 Filtro de Combustible
(Fuente: Catalogo de Repuestos Liebherr LTM 1160)

- Reemplazo de elemento de Filtro de Aire

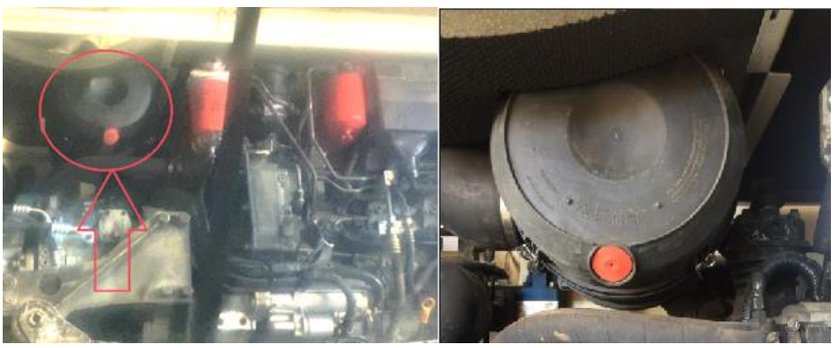


Ilustración 4-5 Ubicación del Porta Filtro para Filtro de Aire
(Fuente: elaboración Propia)

4.3. MANTENIMIENTO A LAS BOMBAS HIDRÁULICAS

Este es uno de los Elementos Principales para accionar el Circuito Hidráulico, es por esto que se debe asegurar el estado del mismo, se debe resguardar el estado del Fluido Hidráulico y que no tenga Impurezas ya que estas Provocan daños a las paredes internas del equipo, en esta intervención de mantenimiento se realizaran Solo Inspecciones Visuales de Nivel del Fluido y que no posea Impurezas.

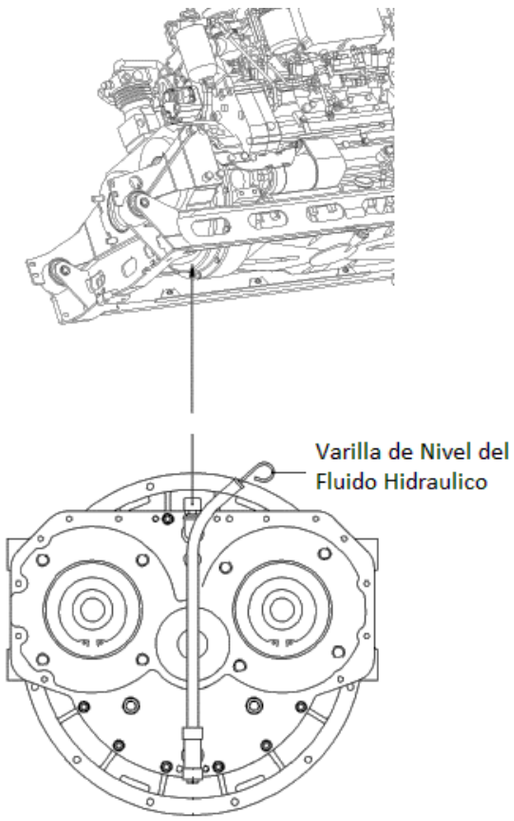


Ilustración 4-6 Ubicación de Varilla para Inspección del Nivel de Aceite Hidráulico
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

4.4. MANTENIMIENTO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO

Reemplazo de Filtros de Fluido hidráulico en el Circuito Hidráulico de Alta presión, como Primer paso se debe apagar el motor de la Grúa.

Posterior a eso se reemplazan los Filtros Ubicados en el Compartimento del Motor del chasis superior y un tercer Filtro Ubicado en la parte trasera de la cabina del operador de la Grúa.

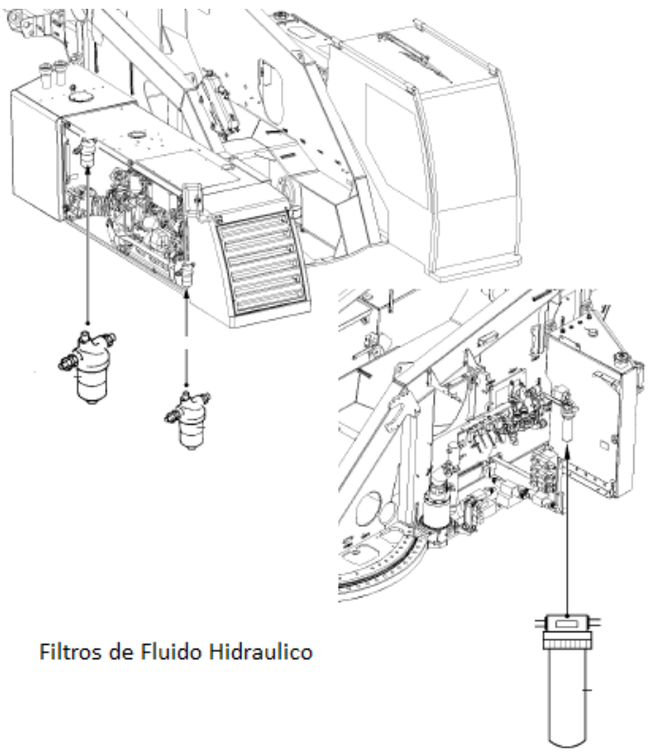


Ilustración 4-7 Ubicación de Filtros de Fluido Hidráulico
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

4.4.1. Sistema de lubricación automática

La grúa posee un sistema de Lubricación automática que se acciona mediante un interruptor ubicado en la cabina del operador, dicho interruptor activa una bomba hidráulica para succionar la grasa del acumulador que posee conexión a diferentes puntos de la Grúa ubicados en el chasis superior de la Grúa. Mediante este procedimiento se engrasan diferentes piezas móviles a las que es difícil el acceso para las personas encargadas de mantenimiento. Como los Rodillos de la tornamesa entre otros. El sistema usa Grasa Grafitada (Producto: OGP MG-3 GRASE. Valvoline)

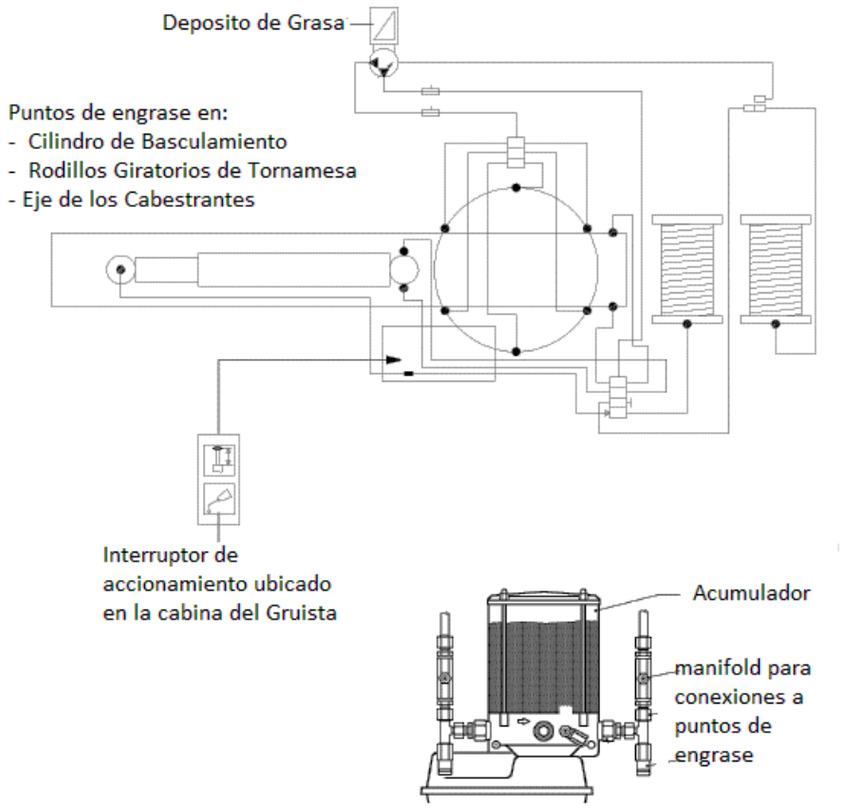


Ilustración 4-8 Circuito de Engrase Automático
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

- Purga del sistema: En caso de que el sistema haya absorbido aire, se debe llenar el acumulador con grasa y se debe soltar la tuerca que sostiene la conexión entre el manifold y el acumulador, luego se pulsa el interruptor ubicado en la cabina hasta que el sistema expulse todo el aire en su interior.
- Posibles fallas en el Sistema de Lubricación Automática:

Fallo	Causa	Solución
La bomba no funciona	Defecto en el mando electrónico integrado, cable eléctrico interrumpido, bomba defectuosa	Cambiar la parte inferior de la caja protectora del motor, cambiar el cable eléctrico, cambiar la bomba
La bomba funciona pero no extrae grasa	Volumen de aire comprimido en el émbolo suministrador. Nivel inferior al mínimo, defecto en el elemento de la bomba	Purgar el aire de la bomba, llenar el recipiente de reserva, cambiar el elemento de la bomba
Ningún espesor de grasa alrededor de todos los puntos de engrase	La bomba no funciona, demasiada duración de pausa o cantidad de tiempo insuficiente, circuito bloqueado.	Véase "Bomba no funciona", reducir la duración de pausa o aumentar la cantidad de tiempos, véase "Grasa sale por la válvula de descarga"
Ningún espesor de grasa alrededor de varios puntos de engrase	Conductos al distribuidor secundario rotos o con fugas, atornillamientos con fugas	Cambiar los conductos, ajustar los tornillos o cambiarlos
Ningún espesor de grasa alrededor de un sólo punto de engrase	Conducto correspondiente de lubrificación roto o con fugas, atornillamientos con fugas	Cambiar el conducto, ajustar el tornillo o cambiarlo
Las revoluciones de giro de la bomba se han reducido	Presión del sistema muy elevado, temperatura ambiental insuficiente	Controlar el sistema / los puntos de apoyo, que no haya ningún daño: eventualmente efectuar 1 a 2 lubricaciones intermedias

Ilustración 4-9 Posibles Fallas en Sistema de Lubricación Automática
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

4.4.2. Engrase a la corona giratoria (tornamesa)

Antes y Después de una pausa de trabajo o en tiempos en que se permita detener la grúa se debe efectuar una lubricación en los dientes de la corona giratoria que acopla con el engranaje del motor hidráulico que mueve la tornamesa

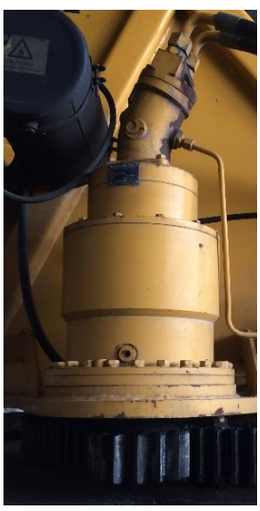


Ilustración 4-10 Acople de Tornamesa con motor de Giro
(Fuente: Elaboración Propia)

4.5. MANTENIMIENTO A LA PLUMA TELESCÓPICA

4.5.1. Engrase externo de la pluma

La Pluma es uno de los elementos más propensos al desgaste a causa del roce es por eso que esta se debe engrasar de manera externa, para esto se debe extender la pluma desde el quinto elemento telescópico hasta llegar al Primero esto para engrasar la parte inferior de las vigas de acero, al engrasar se debe procurar dejar una fina capa de Grasa impregnada en el paño telescópico, quitando las mermas de grasas y así esta no se endurezca para después provocar algún inconveniente para la operación del equipo (Producto: OGP MG-3 GRASE. Valvoline)

Pluma recien engrasada

Ilustración 4-11 Pluma Recién Engrasada
(Fuente: Elaboración Propia)

4.5.2. Engrase interno de la pluma

Las superficies de deslizamiento interno de los elementos Telescópicos (riel por el que transita el carro móvil, también requiere lubricación estos se lubrican por medio de niples o graseras ubicadas en los orificios de inspección a lo largo de los paños telescópicos de la pluma, además también se lubrican los bordes de los zócalos donde se ubican los pines de seguridad, para este procedimiento también es necesario extender toda la pluma y que se mantenga así mientras se esté llevando a cabo esta tarea. (Producto: OGP MG-3 GRASE. Valvoline)

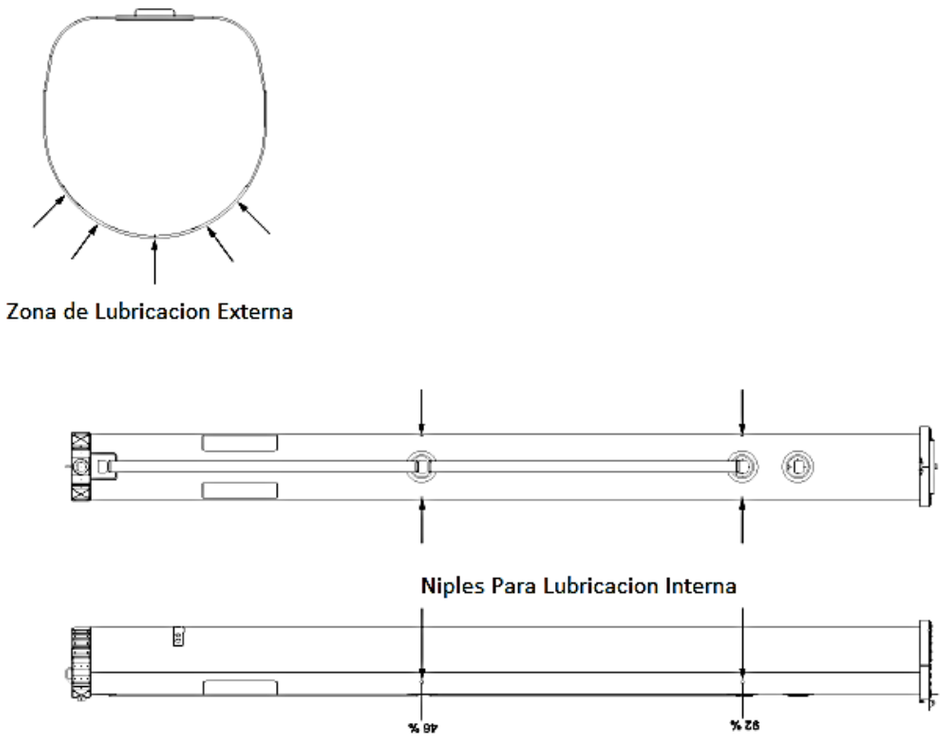


Ilustración 4-12 Zonas de Engrase externa y niples de engrase Interna
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

4.5.3. Capacidades de lubricantes

Debido a las grandes cargas que debe soportar la Grúa usa grandes cantidades de lubricantes que se especifican a continuación.

Conjunto	Medio	Dosificación
Motor de la grúa	Aceite de motor	19,0 l
Motor de la grúa	Líquido refrigerante	35,0 l
Depósito de combustible	Diesel	285,0 l
Cabrestante 1, Cabrestante 2	Aceite de engranaje sintético	10,0 l
Freno de cabrestante	ATF	1,5 l
Engranaje del mecanismo giratorio	Aceite de engranaje sintético	3,2 l
Mecanismo de accionamiento de bombas	Aceite de engranaje sintético	2,2 l
Freno del mecanismo giratorio	ATF	0,2 l
Depósito de aceite hidráulico sistema hidráulico de la grúa [1]	ATF	685,0 l
Sistema de lubrificación centralizada	Grasa especial	2,0 kg
Cojinete de deslizamiento de la pluma	Grasa especial vaporizada	3,0 kg

[1] Con el control del nivel de aceite, se deben retraer todos los cilindros hidráulicos, la regulación de nivel del vehículo debe estar descendida completamente. El nivel de aceite debe encontrarse en el medio de la mirilla.

Ilustración 4-13 Cantidades de Lubricantes usados por la Grúa
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

	-25°C bis +50 °C	-40°C bis +30 °C
Motor Diesel	SAE 10W-40	SAE 10W-40
	API CG-4	API CG-4
	ACEA E3- 96, E4-96	ACEA E3-96,E4-96
Ejes Diferenciales, Sistemas Planetarios	SAE 90	SAE 75W-90
	API GL 5	API GL 5
Caja de Transmision Automatizada	ZF TE-ML 05	ZF TE-ML 05
	-25°C bis +50 °C	-40°C bis +30 °C
Cilindros Hidraulicos de basculamiento y telescopico	ATF II D	AVILUB Artic 32
Cabestrantes	Syntofluid PE-B 30	Syntofluid PE-B 30

Ilustración 4-14 Tipos de Lubricantes a Utilizar

(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

4.6. MANTENIMIENTO AL CABESTRANTE

El mantenimiento a realizar en este elemento consta de inspecciones visuales del nivel del líquido Hidráulico mediante su varilla de medición, y revisar la estanqueidad del sistema. Ya que en las Próximas mantenciones se realizara el cambio de aceite

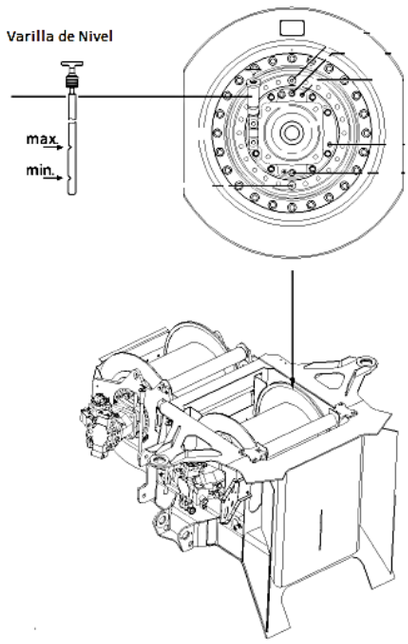


Ilustración 4-15 Ubicación de Varilla para inspección Visual
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

4.7. MANTENIMIENTO AL MOTOR DE GIRO

El mantenimiento a realizar en este elemento consta de inspecciones visuales del nivel del líquido Hidráulico mediante su varilla de medición, y revisar la estanqueidad del sistema además que no se encuentren impurezas en el Fluido. Ya que en las Próximas mantenciones se realizara el cambio de aceite.

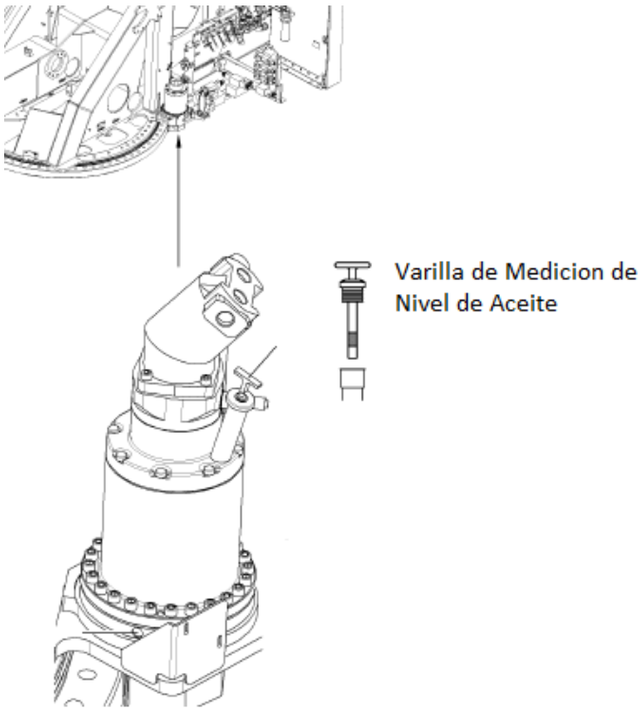


Ilustración 4-16 Ubicación de Varilla para Inspección de Nivel del Fluido
(Fuente: Manual de Instrucciones de uso Liebherr 1160.5-2)

Además del mantenimiento señalado anteriormente, se realizan inspecciones visuales al engrane que acopla con la tornamesa, el estado de los dientes de este ya que están sujetos a deformación debido a el torque que se genera al momento de girar la tornamesa

4.8. RESUMEN DE MANTENIMIENTO

Resumen de Mantenimiento	
motor	Cambio de Aceite con su respectivo Filtro reemplazo de Filtro de Combustible reemplazo de Filtro de aire
Bombas Hidraulicas	Inspeccion de nivel del Fluido hidraulico y que no se encuentren impurezas
Circuito Hidraulico	reemplazo de filtros del Fluido Hidraulico
Sistema de Lubricacion automatica	Rellenar acumulador de Grasa y purga de las lineas de trabajo del sistema
Corona Giratoria (Tornamesa)	Engrasar en los dientes de la corona giratoria que acopla con el engranaje del motor hidráulico que mueve la tornamesa
Mantenimiento a la Pluma Telescopica	
Engrase externo a los paños de la pluma Engrase interno a la pluma	
Cabestrante	Inspeccion del nivel de Fluido Hidraulico
Motor de Giro	Inspeccion del nivel de Fluido Hidraulico

Ilustración 4-17 Resumen de Mantenimiento de la Grúa (chasis superior)
Fuente: elaboración Propia

4.9. CUIDADOS Y PRECAUCIONES

Por motivos de Seguridad para el equipo y las personas que trabajan con él se recomienda, cada vez que se deba intervenir en él.

- Que este en un suelo estabilizado.
- Donde no se encuentren aparatos eléctricos cerca que puedan dañar los Circuitos eléctricos o algún componente de la máquina.
- Detener el Motor del chasis Inferior y Superior.
- Luego de detenerlo esperar por un tiempo Mínimo de 1 hora para poder intervenir, ya sea por mantenimiento de motor u otro.
- Si se trabajara en el circuito Hidráulico cerrar las llaves de paso de las secciones en que se mantenga alta presión para evitar algún peligro de derrame de Fluido Hidráulico.
- Al trabajar en el Circuito de Combustible cerrar las llaves de paso para las secciones de alta Presión. así evitar el derrame de este
- Tomar todos los resguardos que sean necesarios en medida que se requieran.

CAPÍTULO 5: COSTOS DE MANTENIMIENTO

5. COSTOS DE MANTENIMIENTO

5.1. COSTOS

En el presente capitulo se informara de los costos asociados al mantenimiento realizado al equipo a las 300 horas de trabajo en el que se incluye mantenimiento al motor de la Grúa a los elementos telescópicos, el cabestrante, motor de giro y la tornamesa, entre otros elementos mencionados en el capítulo anterior.

Tabla 4 Costos de Mantenimiento de 300 Horas

Concepto	Capacidad	Insumo a utilizar	valor H/H	H/H	Valor Repuestos
Cambio de Aceite de Motor y su respectivo Filtro	(19 litros) 1 Filtro	Aceite de Motor 15w-40	$ 35.550	1	$ 45.000
Cambio de Filtro de Combustible	1 Filtro	Filtro de Combustible	$ 35.550	1	$ 15.000
Decantar agua del Filtro de Combustible	---	---	$ 17.775	0,5	---
Inspeccionar Nivel de Aceite de Motor	---	---	$ 17.775	0,5	---
Reemplazar el Filtro de aire	1 Filtro	Filtro de Aire	$ 35.550	1	---
Inspección Visual Bomba Hidráulica	---	---	$ 35.550	1	---
Cambio de Filtro de Fluido Hidráulico	3 Filtros		$ 35.550	1	$ 20.000
Rellenar Deposito de Engrase Automático	5 kg	Grasa Grafitada OGP MG-3 GRASE	$ 35.550	1	$ 30.000
Engrasar Corona Giratoria	3 Kg	Grasa Grafitada OGP MG-3 GRASE	$ 35.550	1	---
Engrase Externo de la Pluma	15 kg	Grasa Grafitada OGP MG-3 GRASE	$106.650	3	---

Engrase Interno de La Pluma	5 kg	Grasa Grafitada OGP MG-3 GRASE	$ 35.550	1	$ 60.000
Inspección Visual Nivel de Fluido del Cabestrante	---	---	$ 17.775	0,5	---
Inspección Visual Nivel de Fluido del Motor de Giro	---	---	$ 17.775	0,5	---
Total			$462.150	13	$170.000
Costo Total de Mantenimiento					$632.163

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por parte del crecimiento del mundo y de la construcción de nuevos lugares es que se requerirá más la utilización de equipos como este, un claro ejemplo es en la Provincia de concepción en donde existen muchas industrias de diferentes rubros, es por esto además que las empresas necesitaran contar con equipos confiables, como el presentado en el presente trabajo de título, un equipo con precisión y calidad de trabajo, a diferencia de otras marcas y modelos, la LIEBHERR LTM 1160-5.2 es una de las maquinas que mejor se adapta a los lugares de trabajo. Sin dejar de lado la seguridad, tanto del entorno como de las personas.

La tecnología con la que es equipada en el sistema LICCON permite al operador adaptarse a las situaciones del entorno, al momento de realizar telescopaje en alguna maniobra de izaje. Ya que si los sensores del equipo perciben algún defecto o falla el equipo detiene todo su actuar, hasta regularizar la situación que llevo a esta detención para poder seguir su labor, otros modelos y marcas de maquinaria no tienen estas precauciones.

Además de la independencia del equipo respecto a las capacidades del operador, el mismo sistema LICCON es quien ayuda al operador ya que le presenta una serie de opciones al momento de levantar una carga, opciones como el largo de cada tramo telescópico que se debe sacar o el peso máximo que se puede levantar con la longitud de pluma con la que se va a trabajar de manera segura, asegurando también la calidad del trabajo y cuidando a su vez el equipo.

El sistema de telescopaje de la Grúa es el principal elemento que hace posible que la grúa reciba el nombre de Grúa telescópica, es por esto que me he percatado que es un sistema complejo y debido a esto son pocas las empresas o talleres externos a los fabricantes en donde se puede llegar a conocer a fondo, dejando el mantenimiento preventivo y el correctivo en caso de alguna falla solamente al fabricante en este caso a LIEBHERR.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

[1] Liebherr, Grúa Móvil LTM 1160-5.1 Características del Producto (2010) Ehingen,, Alemania

[2] Liebherr, Móvil Crane LTM 1160-5.2 (2010) Ehingen, Alemania

[3] Liebherr, Sistema Hidráulico superestructura LTM 1160-5.2 sinopsis con vaciado de emergencia (2012) Ehingen,, Alemania

[4] Vanesa Burgos Sánchez (2015) Grúa Telescópica Autopropulsada Documento 2 memoria. Bilbao España

[5] Liebherr, Grúa Telescópica Automotriz LTM 1160-5.1 Manual de instrucciones para el uso (2010) Ehingen, Alemania

[6] Liebherr, LTM 1160-5.2 MECANISMO DE ELEVACION I (2012) Ehingen, Alemania

[7] LMB/Abteilung- BE-MD3, Operating manual Diésel Engine D934, (2011) Bulle, Suiza

[8] Liebherr, Catálogo de Repuestos (2012) Ehingen, Alemania

[9] revista de historia (2016) Polyspastos, las grúas en roma. Recuperado de https://revistadehistoria.es/polyspastos-las-gruas-de-roma/

[10]Grúas arlin(2010) Historia: Todo sobre la invención y evolución de una grúa. Recuperado de https://www.gruasarlin.com/historia-invencion-evolucion-grua/

[11] construcción minera (2016) tendencias en grúas: izajes extremos. Recuperado de http://www.construccionminera.cl/tendencias-en-gruas-izajes-extremos/#.W3w1frh-G01

[12] Construcción Latinoamérica (2012) grúas elevando el desarrollo. Recuperado de https://www.construccionlatinoamericana.com/reportajes/gruas-elevando-el-desarrollo/80125.article

[13] mch (2015) Gruas Mineras: evolución amplía frentes de trabajo. Recuperado de http://www.mch.cl/informes-tecnicos/gruas-mineras-evolucion-amplia-frentes-de-trabajo/#

[14] Stahlcranes (2017) Historia la evolución de la tecnología de grúas. Recuperado de http://www.stahlcranes.com/es/unternehmen/historie/krantechnik.php

[15] Liebherr (2018) sobre Liebherr, historia 1949-1960. Recuperado de https://www.liebherr.com/es/chl/sobre-liebherr/historia/1949-1960.html

[16] Liebherr (2018) Tecnología de Pluma Fiable, Telematik. Recuperado de https://www.liebherr.com/es/chl/productos/gr%C3%BAas-automotrices-y-sobre-orugas/gr%C3%BAas-automotrices/tecnolog%C3%ADa-de-gr%C3%BAas-automotrices/tecnolog%C3%ADa-de-pluma/tecnolog%C3%ADa-de-pluma.html?searchterm=telematik#!/content=liebherr-werk-ehingen-mobile-cranes-boom-technology-telematik-tab1

[17] Liebherr (2017) LIEBHERR TELESCOPE ANIMATION. Recuperado de www.youtube.com Liebherr Telescope Animation