



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Construcción Civil

"GRUAS TORRE"

**Tesis para optar al título de:
Constructor Civil.**

**Profesor Patrocinante:
Sr. José Arrey Díaz .
Constructor Civil**

MARIELA EDITH CARTES COSSIO

VALDIVIA-CHILE

2004

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer ante todo el apoyo y fuerza que me brindaron en todo momento: Dios, mi familia y amigos. En forma especial a quienes estuvieron conmigo siempre: mis padres Carlos y María, y mis hermanos Jacqueline y Jorge.

También le agradezco a quienes me facilitaron información y me brindaron orientación para realizar esta tesis. Y en general a todos los que me ayudaron a llegar con éxito al final de este camino.

A todos ellos: “Muchas gracias”.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN - SUMMARY

INTRODUCCION

	Pág.
CAPITULO I: GRUA TORRE.	1
1.1. Definición.....	1
1.2. Partes de una grúa torre.....	2
1.3. Capacidad de movimiento de una grúa torre.....	3
1.4. Mecanismos de una grúa torre.....	4
1.4.1. Mecanismo de elevación.....	4
1.4.2. Mecanismo de giro.....	4
1.4.3. Mecanismo del carro distribuidor.....	4
1.4.4. Mecanismo de traslación sobre vía.....	5
1.5. Funcionamiento de una grúa torre.....	5
1.5.1. Velocidad de trabajo.....	5
1.5.2. Capacidad de carga.....	7
1.5.3. Sistema de frenado.....	9
1.6. Clasificación de las grúas torre.....	10
CAPITULO II: OPERACION DE UNA GRUA TORRE.	18
2.1. Montaje.....	18
2.1.1. Requisitos de montaje.....	18
2.1.2. Condiciones de estabilidad.....	19
2.1.3. Procedimiento de montaje.....	21
2.2. Condiciones de operación.....	23

	Pág.
2.2.1. Formas de operación.....	23
2.2.2. Operador de grúa torre.....	24
2.2.2.1. Requisitos.....	24
2.2.2.2. Responsabilidades.....	25
2.2.3. Señalero.....	26
2.2.4. Interrupción del trabajo.....	27
2.2.5. Mantenimiento.....	28
2.2.5.1. Verificaciones.....	28
2.2.5.2. Registro de verificaciones.....	29
2.3. Desmontaje.....	29
2.4. Usos y Aplicaciones.....	31
2.4.1. Grúas torre en el mundo.....	31
2.4.2. Grúas torre en Chile.....	32

CAPITULO III: ASPECTOS DE SEGURIDAD

3.1. Generalidades.....	33
3.2. Seguridad en la grúa torre.....	34
3.2.1. Mecanismos de seguridad.....	34
3.2.2. Ganchos.....	38
3.2.3. Cables de acero.....	38
3.2.3.1. Uniones.....	40
3.2.3.2. Usos de cables de acero.....	40
3.2.3.3. Norma sobre instrucciones de inspección a fondo de un cable de acero.....	41
3.2.3.4. Cable antigiratorio.....	41
3.2.3.5. Lubricación.....	42
3.2.3.6. Revisiones.....	42

	Pág.
3.2.3.7. Causas que obligan a un reemplazo.....	43
3.2.4. Tambores y poleas.....	44
3.2.5. Bidas.....	46
3.2.5.1. Normas generales.....	46
3.2.5.2. Carga de maniobra.....	47
3.2.5.3. Angulo de separación de las bridas.....	48
3.2.5.4. Tipos de bridas.....	49
3.2.5.5. Estrobos.....	51
3.2.5.6. Eslingas.....	52
3.2.5.7. Cadenas.....	53
3.2.5.8. Trabajo con bridas simple y compuesta.....	54
3.2.6. Cabinas.....	55
3.2.7. Accesos a la cabina.....	56
3.2.8. Pasarelas y plataformas de servicio.....	57
3.2.9. Indicadores y letreros informativos.....	57
3.2.10. Frenos.....	58
3.3. Seguridad en la operación.....	59
3.3.1. Traslado.....	59
3.3.2. Montaje.....	59
3.3.2.1. Instalación de la grúa torre y la vía.....	59
3.3.2.2. Recomendaciones Generales.....	62
3.3.2.3. Absorción de fuerzas horizontales sobre la altura de autonomía.....	63
3.3.3. Operación y Mantenimiento.....	64
3.3.3.1. Recomendaciones Generales.....	64
3.3.3.2. Principales riesgos.....	71
3.4. Seguridad personal.....	72

	Pág.
3.4.1. Operador.....	73
3.4.2. Señalero.....	73
3.4.3. Técnicas de operación de grúas.....	76
CAPITULO IV: ASPECTOS ECONOMICOS	78
4.1. Selección de la grúa.....	78
4.2. Arriendo de grúas torre	83
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	
GLOSARIO	

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1. Velocidades de trabajo.....	6

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1: Grúas Torre.....	1
Figura N° 2: Tipos de ramal.....	9
Figura N° 3: Grúa Automontable.....	11
Figura N° 4: Grúa Torre.....	11
Figura N° 5: Grúa Torre Automontable.....	12
Figura N° 6: Perfil grúa torre empotrada.....	13
Figura N° 7: Perfil grúa torre sobre chasis sin ruedas.....	13
Figura N° 8: Grúa Torre Trepadora.....	14
Figura N° 9: Grúa Torre Anclada al edificio.....	14
Figura N° 10: Grúa Torre Pluma horizontal.....	15
Figura N° 11: Grúa Torre Pluma Articulada.....	16
Figura N° 12: Grúa Torre Pluma Abatible.....	16
Figura N° 13: Grúa ciudad.....	17
Figura N° 14: Mall Plaza de los Ríos.....	32
Figura N° 15: Celulosa Arauco.....	32
Figura N° 16: Principales limitadores de seguridad.....	34
Figura N° 17: Cable antigiratorio.....	41
Figura N° 18: Cable antigiratorio.....	41

	Pág.
Figura N° 19: Tambor de enrollamiento.....	44
Figura N° 20: Traspaso de cable.....	45
Figura N° 21: Bridas simples.....	49
Figura N° 22: Bridas sinfín.....	50
Figura N° 23: Bridas de varios ramales.....	50
Figura N° 24: Cabina de grúa torre.....	55
Figura N° 25: Traslado de grúa torre.....	59

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1. Enrollamiento de cables antigiratorios en tambores de grúas torre, según la construcción del cable.....	45
Tabla N° 2. Carga de maniobra para cables de acero corrientes.....	48
Tabla N° 3. Carga de trabajo según el ángulo de separación entre bridas.....	49
Tabla N° 4. Capacidad de carga de eslingas según ancho.....	52
Tabla N° 5. Aumentos de carga según ángulo formado.....	55

RESUMEN

En esta investigación se dan a conocer las principales características de las “Grúas Torre”, una de las máquinas más útiles e importantes utilizadas hoy en día especialmente en la industria de la construcción, en obras de altura, para el transporte y elevación de cargas.

Se señalan los aspectos más relevantes de su funcionamiento; clasificación; operación y medidas de seguridad que deben adoptarse tanto para mantener la máquina en perfectas condiciones como para asegurar que las maniobras de operación se realicen correctamente, destacando en este punto los requisitos, responsabilidad e importancia de quienes trabajan directamente con estas grandes máquinas. Por último se hace referencia a los costos que implica utilizar una grúa torre.

SUMMARY

In this investigation you can know the main characteristics of the “Cranes Tower”, one of the machines more useful and more important used today in day especially in the industry of the construction, in works of height, for the transport and elevation of loads.

The most excellent aspects in their operation are pointed out; classification; operation and measures of security that should be adopted point to maintain the machine under perfect conditions like to assure that the operation maneuvers are carried out correctly, highlighting in this point the requirements, responsibility and importance of those who work directly with these big machines. Finally reference is made at the costs that it implies to uses to crane tower.

INTRODUCCION

Generalidades

A través de la historia, el ser humano se ha visto en la necesidad de crear elementos que le permitan trabajar y vivir de forma más cómoda. Esta necesidad lo ha llevado a desarrollar una serie de herramientas, equipos y maquinarias acorde con sus requerimientos, siendo el principal objetivo lograr que estos elementos sean cada vez más perfectos, simples, útiles, polifuncionales y accesibles.

Todo esto ha demandado realizar una constante búsqueda de nuevos materiales, modelos y técnicas de trabajo. Búsqueda que se ha traducido en un desarrollo tecnológico que mantiene un ritmo de crecimiento que permanece hasta nuestros días.

La industria de la construcción no ha sido la excepción a este proceso de cambios. Hoy en día se cuenta con una amplia gama de elementos auxiliares, que facilitan la labor de quienes se desempeñan en cada una de las etapas constructivas. Ello ha venido a automatizar la mayoría de las faenas constructivas, mediante máquinas que hacen posible que el proceso de construcción sea más rápido, fácil, seguro, de mayor calidad y de menor costo, mejorando considerablemente la productividad.

De forma específica, en la edificación en altura ha sido especialmente fructífero el desarrollo de las grúas. Ellas han debido sufrir modificaciones para responder eficientemente a las exigencias de altura y capacidad, que demanda cada día el sector de la construcción. Se ha optimizado su uso, principalmente mediante la incorporación de ciertos elementos y partes lo que ha dado origen finalmente a una máquina de funcionamiento electromecánico, que es capaz de levantar y trasladar materiales tales como hormigón, madera, acero, paneles, moldajes, etc. mediante un gancho suspendido de un brazo horizontal giratorio, como cualquier grúa pluma, pero con la diferencia de que además está provista de una torre vertical, sobre la cual se monta la pluma de la grúa, permitiendo que pueda ser utilizable a diferentes alturas, ya que permite la adición de tramos a la torre, según se requiera, viniendo a

solucionar el principal limitante de las grúas. Esta nueva máquina es la que hoy se conoce como “GRÚA TORRE”, la que desde sus primeras apariciones, vino a revolucionar por completo las técnicas de construcción existentes, logrando consolidarse como un elemento imprescindible no sólo en la industria de la construcción, sino que también en otras actividades como son servicios portuarios y construcción naval.

Antecedentes históricos

Las primeras grúas torre se fabricaron en Europa, en la década de los 50. El sector de la construcción en ese entonces, debió buscar nuevas herramientas para hacer frente a la reconstrucción que tuvo que llevarse a cabo, después de la Segunda Guerra Mundial.

Los primeros elevadores parecidos a las grúas fueron realizados con la torre con pilote y el brazo constituido por una plataforma fija (ver figura). Sólo a principios de los años 60 se comenzaron a construir grúas torre con rotación en alto.



Las grúas torre han evolucionado bastante desde entonces, ya que el propósito fundamental ha sido crear diseños cada vez más versátiles, de mayor rendimiento y de mayor fiabilidad, resolviendo específicamente problemas concretos de aplicación. Este hecho ha llevado a la creación de distintos tipos de grúas torre acordes a las condiciones y exigencias del lugar mismo donde trabajará la grúa torre (accesibilidad, tipo de terreno, espacio, tiempo,

etc). Por otro lado, las constantes exigencias de tamaño y capacidad, han demandado también la creación de avanzados sistemas de seguridad, control y manejo.

Un gran avance en las grúas torre, ha sido el diseño independiente de conjuntos o módulos, reemplazando la concepción de una grúa como unidad. Esto permite combinar los distintos elementos de la grúa, de acuerdo con las condiciones de trabajo brindando además, la posibilidad de modificar características iniciales, de forma sencilla, en cualquier momento y con una mínima inversión.

En el ámbito nacional, se comenzaron a usar grúas torre aproximadamente en el año 1966, en la ciudad de Santiago, fue una grúa marca Potain de fabricación francesa, que se usó en la construcción del edificio Torres del Tajamar.

En Chile, al igual que en el resto del mundo existe una demanda creciente en el uso de estas grúas. Esto debido sin duda a la necesidad constante de aprovechar al máximo los espacios, construyendo edificaciones más altas y a la utilización de zonas de condiciones extremas para construir.

Sin embargo existe un cierto desconocimiento de estas grandes máquinas; de lo que son, su funcionamiento, usos, costo de su uso, normativa aplicable y aspectos de seguridad, por esto, se hace necesario contar con una fuente de información general sobre sus principales aspectos, para poder paliar en parte, la ignorancia que existe sobre ellas.

CAPITULO I

1. GRUA TORRE.

1.1. DEFINICION.

Una grúa torre, es un equipo o máquina de funcionamiento electromecánico o hidráulico con un eje vertical giratorio y un brazo con varias poleas, que sirve para levantar pesos y llevarlos de un punto a otro, dentro del círculo que el brazo describe.

Otra definición es que se trata de un tipo de grúa empleada para la elevación y transporte de cargas, por medio de un gancho suspendido de un cable, en un radio de varios metros, a todos los niveles y en todas direcciones. Está constituida esencialmente por una torre metálica, un brazo horizontal giratorio, y los motores de orientación, elevación y distribución o traslación de la carga.

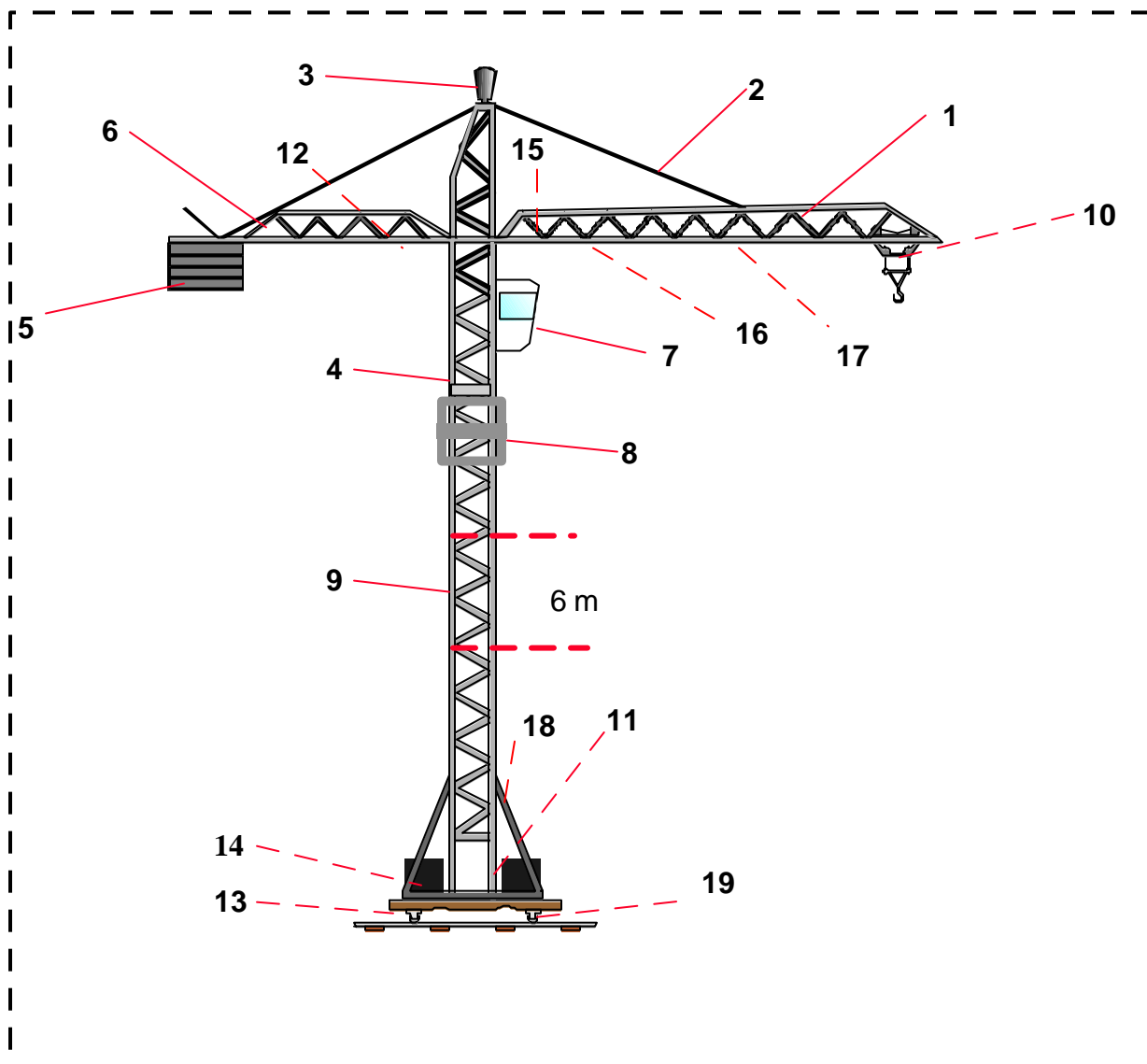
La capacidad de carga que tenga una grúa torre es variable, pues está basada en el equilibrio de la carga con los contrapesos, ubicados en un extremo del brazo giratorio, siendo la torre el eje de equilibrio.

En la industria de la construcción-edificación, este tipo de grúa constituye un medio vital a cuyo alrededor gira toda la obra. Define el ritmo de trabajo y es el medio más universal empleado para el manejo de cargas y materiales, dejándolos con precisión en el lugar requerido.

FIG. N°1. Grúas Torre.



1.2. PARTES DE UNA GRUA TORRE.

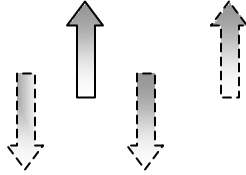


1. PLUMA
2. TENSORES
3. CABEZA DE TORRE
4. CORONA DE GIRO
5. CONTRAPESO SUPERIOR O MALETAS AEREAS
6. CONTRA PLUMA
7. CABINA DE MANDO
8. TRAMO DESLIZANTE
9. TRONCOS INTERMEDIOS
10. GANCHO Y CARRO
11. TRAMO BASAL
12. MOTOR DE ELEVACION
13. CHASIS
14. LASTRE BASAL
15. MOTOR DE GIRO
16. MOTOR DE CARRO
17. CABLE DE CARRO
18. DIAGONALES
19. MECANISMOS (HUINCHE, CARRO, GIRO, Y TRANSLACION)

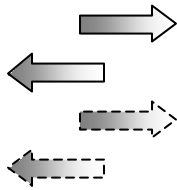
1.3. CAPACIDAD DE MOVIMIENTO DE UNA GRUA TORRE.

Una grúa torre puede efectuar cuatro tipos de movimiento que son:

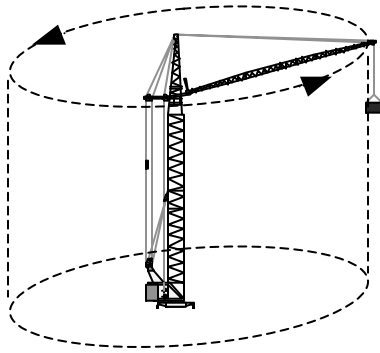
- Movimiento en plano vertical



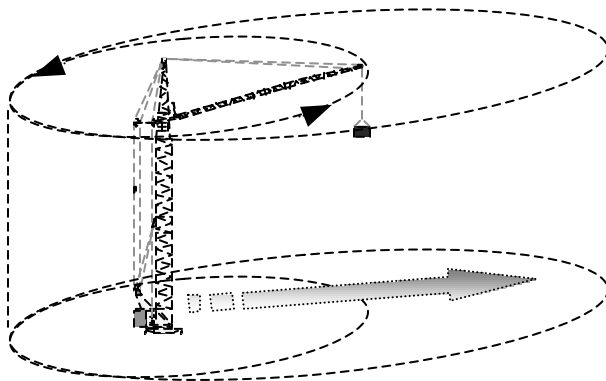
- Movimiento en plano horizontal



- Movimiento giratorio de 360°



- Movimiento giratorio y traslación



1.4. MECANISMOS DE UNA GRUA TORRE.

Una grúa torre se mueve gracias a cuatro mecanismos alimentados eléctricamente por una corriente trifásica de 380 V, de 20 a 100 KVA, (en caso de utilizarse un generador eléctrico los KVA se deben aumentar al doble).

1.4.1. Mecanismo de elevación

Es el que permite subir y bajar la carga; está a su vez constituido por:

- Un motor de elevación eléctrico. (Normalmente de tres velocidades)
- Un reductor de elevación.
- Un tambor de enrollamiento.
- Un cable de elevación.

1.4.2. Mecanismo de giro

Es el que permite girar la pluma en 360° y está constituido por:

- Un freno hidráulico
- Un acoplamiento hidráulico
- Un reductor
- Un motor eléctrico
- Una corona y piñón de giro

1.4.3. Mecanismo del carro distribuidor

Es el que permite mover hacia adelante y hacia atrás el carro; está constituido por:

- Un motor eléctrico.
- Un tambor de enrollamiento de doble entrada.
- Un carro metálico.
- Un reductor

- Cuatro polines.

1.4.4. Mecanismo de traslación sobre vía

Es el que permite trasladar la grúa hacia adelante y hacia atrás en una vía tipo ferroviaria y está constituida por:

- Uno o dos motores eléctricos.
- Uno o dos reductores.
- Uno o dos rodillos o ruedas de traslación de doble pestaña (por eje de apoyo).

1.5. FUNCIONAMIENTO DE UNA GRUA TORRE.



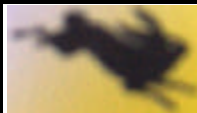
El funcionamiento de una grúa torre se puede englobar básicamente en cuatro puntos, estos son:

- Velocidad de trabajo.
- Capacidad de carga.
- Sistema de frenado.
- Sistema de seguridad

1.5.1. Velocidad de trabajo

Los movimientos que debe realizar una grúa torre dentro de una obra deben ser de total precisión, de tal manera que pueda tomar y dejar cargas en forma adecuada, éstos pueden ser controlados por el operador desde la cabina de mando o también remotamente, usando instrumentación ubicada en la estructura de la edificación. La precisión de los movimientos, va a estar directamente relacionada con la velocidad utilizada para realizar el tipo de movimiento requerido. Esto es posible gracias a que las velocidades que se manejan son de carácter variable y secuencial, como se muestran en el cuadro N°1.

CUADRO N° 1. Velocidades de trabajo.

Símbolo de velocidades	Ramales Capacidad	Velocidad de elevación m/min.	Capacidad de Huinche
	(simple) 3 ton	6	240 m.
	(doble) 6 ton	3	
	(simple) 3 ton	30	
	(doble) 6 ton	15	
	(simple) 3 ton	60	
	(doble) 6 ton	30	

Fuente: Manual de Grúas Torre. Mutual de Seguridad.

Los movimientos que puede realizar la grúa, son posibles gracias a distintos tipos de motores eléctricos trifásicos que determinan finalmente la velocidad a la que se mueve una grúa, éstos son:

Motor de elevación

Es el motor más potente de la máquina; es asíncrono de polos conmutables o sincrónico de anillos lozantes y normalmente de 20 a 50 HP. Su función es mover el huinche. Normalmente posee 3 velocidades eléctricas, pero en algunos casos llega a tener hasta 15 velocidades mecánicas; posee freno electromagnético directo incorporado.

El motor se ubica normalmente en la torreta, o en la pluma o en la contrapluma, pero también hay modelos más antiguos que lo ubican en el chasis.

La secuencia de velocidad es:

MICRO – MEDIA – ALTA – MEDIA – MICRO

Microvelocidad : Es aquella que utiliza al comienzo y al final (5 o 6 m/min.)

Velocidad media : Corresponde a la etapa transitoria del movimiento (aprox. 25 o 30 m/min.)

Alta velocidad : Velocidad normal de elevación o descenso (aprox. 50 o 60 m/min.) y puede alcanzar en grúas grandes los 210 m/min.

Motor de giro

Se denomina así a el o los motores que permiten girar la pluma y contrapluma en 360°.

Posee una potencia mínima de 3 HP, dependiendo del tamaño de la grúa; también posee un freno electromagnético incorporado. En algunos modelos posee uno o más acoplamientos hidráulicos para obtener un giro progresivo sin torsión excesiva de la estructura de la cabeza de la grúa torre.

Motor del carro distribuidor

Posibilita el movimiento de traslación del carro en la pluma. Su potencia va desde 1 HP en adelante. El carro alcanza una velocidad aproximada de 30 m/min.

Este motor en la mayoría de los casos posee dos velocidades; una lenta aprox. de 10 a 22 m/min y una alta aprox. de 60 m/min; también hay modelos que llegan a tener hasta 3 o más velocidades. También cuenta con un freno electromagnético incorporado.

Motor de traslación de la grúa

Es uno o más motores eléctricos asíncronos de polos conmutables, cuya potencia mínima alcanza los 3 HP que le permite avanzar o retroceder a una velocidad de 5 m/min y 30 m/min aproximadamente. Y también cuenta con freno electromagnético incorporado.

1.5.2. Capacidad de carga

La capacidad de carga se define como la potencia máxima que tiene una grúa para izar una determinada carga.

Cada grúa posee una capacidad máxima de carga, determinada por el fabricante de ella. Mientras más cerca de la punta de la pluma, menor será la capacidad de carga y mientras más cerca del tronco de la grúa, mayor será la capacidad de carga, sin sobrepasar el par máximo, con que la grúa fue diseñada para trabajar.

La pluma de la grúa actúa como una viga simplemente apoyada y cuando la carga se encuentra más lejos actúa como una viga en voladizo.

En el caso de una grúa torre con una pluma de longitud de 30 m, tenemos por ejemplo que puede levantar una carga de 750 Kg, en el extremo de la pluma mientras que a 9 m del tronco puede levantar una carga de 2000 Kg.

Existen dos formas para indicar la capacidad de carga; la primera es una interpretación gráfica que compara la carga versus el largo de la pluma. La segunda forma indica las diferentes capacidades en los distintos radios de giro.

Ejemplos:

Con una pluma de 35 m a 20 m en doble ramal se puede izar una carga de 2.7 ton.

Con una pluma de 35 m a 20 m en ramal simple se puede izar una carga de 3.00 ton.

Ejemplos :

Con una pluma de 45 m a 40 m en doble ramal se puede izar una carga de 1.55 ton.

Con una pluma de 45 m a 40 m en ramal simple se puede izar una carga de 1.75 ton.

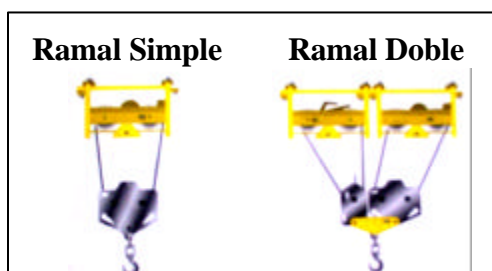
Con una pluma de 40 m a 40 m, en doble ramal se puede izar una carga de 1.60 ton.

Con una pluma de 40 m a 40 m en ramal simple se puede izar una carga de 1.80 ton.

Al usar el doble ramal, baja la capacidad de carga en la punta de la pluma; esto se debe a que hay más peso con el cable de elevación. Los nuevos modelos de grúas, vienen equipadas con un segundo carro, los que tenemos que considerar como peso propio de la máquina, al contrario del ramal simple. Es decir, en doble ramal hay cuatro bridas y en ramal simple hay dos bridas. Con doble ramal aumenta la capacidad de carga en un porcentaje

importante en las proximidades al tronco de la pluma; también la velocidad en doble ramal es un 50% más lenta que en ramal simple.

FIG. N° 2. Tipos de ramal.



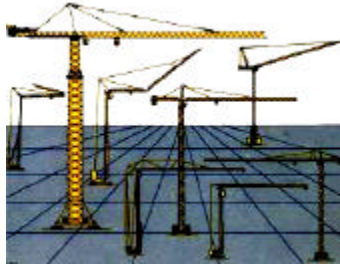
1.5.3. Sistema de frenado

El sistema de frenado está constituido por un conjunto de resortes calibrados, los cuales ejercen presión permanente sobre la balata y ésta al motor; los resortes se comprimen por medio de un electroimán que ejerce una fuerza contraria a la de los resortes y así queda libre el motor para que pueda funcionar.

El frenado en marcha lenta no es instantáneo, sino que existe un lapso de tiempo al aplicar el freno en que el motor sigue girando.

Este sistema posee algunas ventajas ya que permite efectuar las operaciones con mayor seguridad y precisión además se puede frenar en un corto intervalo de tiempo pero, también presenta la desventaja de que como los motores son de alta calidad y tecnología, se encarecen los costos producto de la mantención compleja, que se debe llevar a cabo.

1.6. CLASIFICACION DE LAS GRUAS TORRE.



A lo lejos, se pueden ver estas enormes máquinas de carga, muy similares entre sí y cumpliendo una misma función; ser equipos de transporte vertical y horizontal combinado, sin embargo al observarlas detenidamente, se puede comprobar que en realidad son muy distintas unas de otras.

Las grúas torre se pueden clasificar según:

a) Forma de Giro

Grúa Torre de giro basal

Es aquella en que el giro se produce en la parte inferior. Su altura es limitada.

Grúa Torre de giro superior

Es la de uso más frecuente, su giro se produce en la parte superior y permite lograr una mayor altura.

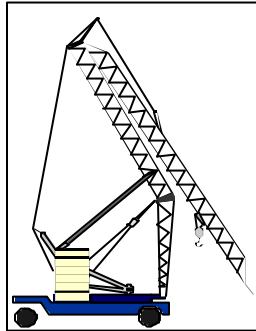
La constante demanda de este tipo de grúas, ha producido un avance bastante grande en las técnicas de accionamiento y control. La aplicación de sistemas de pantalla en relación con paquetes electrónicos de función y soluciones de sistemas, han traído con ello, nuevas dimensiones para el rendimiento y la seguridad.

b) Forma de Montaje

Grúa Automontable (GA)

Es aquella que viene con su torre y pluma plegadas, con las pasadas de cables separadas, con sus contrapesos generalmente colocados. Sólo hay que nivelarla, desplegarla y en el momento que esté armada, puede ser calibrada.

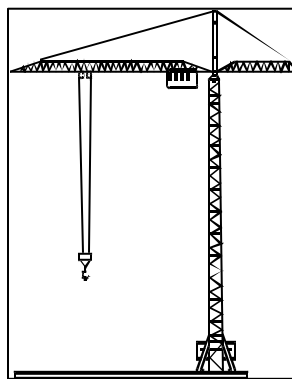
FIG. N° 3. Grúa Automontable.



Grúa Torre (GT)

Es aquella que se va armando por tramos, ayudada en su primera parte por una moto grúa. Luego se continua adicionando paños a través de una operación llamada telescopaje.

FIG. N° 4. Grúa Torre.



Grúa Torre Automontable (GTA)

Es la combinación de las dos anteriores y además se le puede adicionar algunos tramos.

Se ha hecho ya muy popular el empleo de este tipo de grúas en la edificación de pequeña altura y espacios abiertos. Generalmente se han empleado modelos de

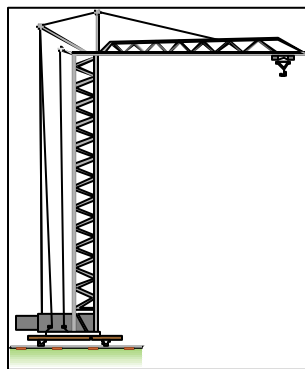
pequeña capacidad. Hoy en día sin embargo, existe una amplia gama que incluye grúas de hasta 140m/t.

Estas grúas son fácilmente trasladables, puesto que se pueden enviar como unidades compactas en trailer, con sus contrapesos, incluso las de gran capacidad. Este tipo de grúas ha incorporado la posibilidad de trepado para conseguir mayores alturas de empleo, con lo que a las ventajas de un movimiento rápido de uno a otro lugar, se añade la posibilidad de utilizarlas en construcciones de mayor altura.

Las tendencias del desarrollo de estas grúas han estado dirigidas a conseguir mayores posibilidades de instalación y montaje que se pueden resumir en las siguientes:

- Salvar con facilidad los obstáculos como antenas, chimeneas y edificios adyacentes, mediante la utilización de la grúa levantando la pluma un ángulo de 45°.
- Reducir el radio de giro de la base por modificación del diseño de la base y de los contrapesos.
- Permitir que el montaje de la pluma se realice en espacios cada vez más reducidos mediante articulaciones y plegados de la misma.
- Conseguir alturas superiores mediante procesos de trepado sencillos y rápidos.

FIG. N° 5. Grúa Torre Automontable.



c) Forma de apoyo

Grúa Torre Rodante

Es el modelo de grúa más empleado para la construcción de bloques de departamentos y en edificaciones de torres aisladas, permiten trasladar la grúa con carga sobre una vía previamente estudiada e instalada en obra.

Dada la importancia que tienen las vías de traslación para un buen desempeño de estos equipos, es conveniente respetar todas las medidas de seguridad que se adoptan en estos casos.

Grúa Torre Fija

En esta versión, la grúa se ubica estática en un punto, sobre un chasis y se distribuye en el área de círculo abarcada por la pluma. El montaje de este equipo de elevación en obra, puede ser mediante los siguientes procedimientos:

- El empotramiento de un macizo de concreto de dimensiones acordes a la resistencia del suelo y del peso del lastre. Normalmente esta solución se utiliza en aquellas obras en donde no se puede armar el chasis de la grúa, por falta de espacio. En general disminuye su altura de autonomía.
- Sobre el chasis de base, sin ruedas, apoyado en una losa resistente, con el lastre de base conveniente.
- Apernado el chasis de base a alguna losa o vigas de adecuada resistencia. En caso de grúas de versión trepadora, sobre sus marcos o anillos convenientemente afianzados a los pisos.

FIG. N°6. Perfil grúa torre empotrada.

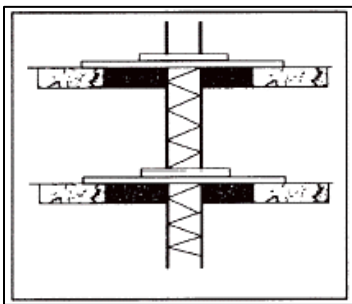
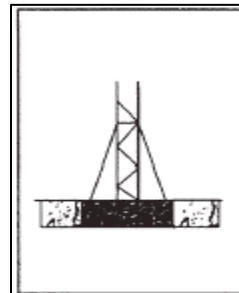
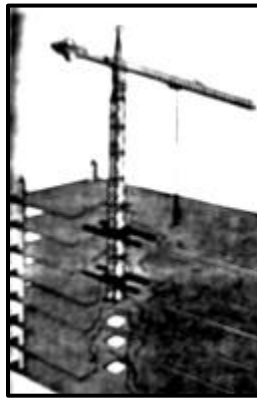


FIG. N°7. Perfil grúa torre sobre chasis sin ruedas.



Grúa Torre Trepadora. Es un sistema de montaje que permite que la grúa torre aumente de altura desplazándose por el interior del edificio a medida que ésta aumenta de altura. Todos sus esfuerzos de carga tanto horizontal como vertical son transmitidos al edificio a través de estructuras soportantes. Este tipo de sistema presenta un inconveniente en su desmontaje, el cual es más lento, debido a que se realiza en la terraza del edificio, las que son en general de geometría variable, en esa zona se tiene que anclar el equipo necesario para su desmontaje, el cual se debe tener calculado y diseñado de antemano. Hoy en día es poco utilizado este tipo de grúa torre fija.

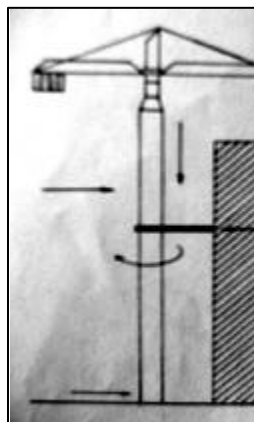
FIG. N°8. Grúa Torre Trepadora.



Grúa Torre Anclada al Edificio o Arriostrada

Cuando una grúa torre sobrepasa su altura rodante determinada por su estabilidad, en trabajo y fuera de servicio, expuesta a excesiva velocidad del viento, es preciso asegurarla, anclándola, si la grúa se encuentra próxima a un edificio, y arriostrándola por medio de vientos si la grúa se encuentra en una obra despejada.

FIG. N°9. Grúa Torre Anclada al edificio.



Grúa Torre sobre camión

Este tipo de grúa, combinación de grúa automóvil y grúa torre, representa una alternativa práctica a la grúa convencional sobre camión, puesto que a la misma rapidez de traslado entre diferentes puntos de trabajo se añade la ventaja que representa la superior altura de arranque de pluma, que tiene la incorporación de la grúa.

d) Forma de la pluma

Grúa Torre de pluma horizontal

Actualmente se dispone de grúas torre de 4000 m/t, que pueden operar con alturas autoestables de hasta 300 m. Una grúa de este tamaño puede levantar 37 toneladas a un radio de 80 m y su carga máxima es de 80 toneladas. Incluso la ingeniería moderna permite instalar una segunda grúa auxiliar en la contrapluma de estas grúas gigantes.

FIG. N°10. Grúa Torre Pluma horizontal.



Grúa Torre de pluma articulada

Este tipo de grúas permite variar la geometría de empleo de la pluma, pudiendo utilizarse en posición horizontal, ángulo obtuso y recto. Esta característica las hace especialmente indicadas para determinadas construcciones, como por ejemplo, torres de refrigeración y torres de TV. Su diseño permite la máxima altura y un menor número de arriostramientos para torres similares.

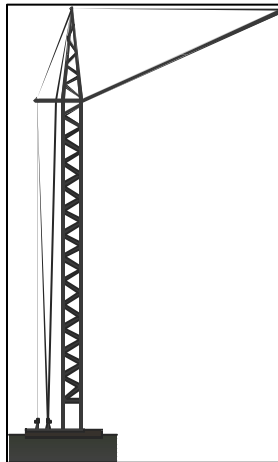
FIG. N°11. Grúa Torre Pluma Articulada



Grúa Torre de pluma abatible

Este tipo de grúa está especialmente indicado para utilizar en sitios estrechos y en zonas donde no puede haber interferencias entre las grúas instaladas. La posibilidad de mover la pluma entre ángulos de 15° y 70° permite librar los obstáculos de su radio de acción de una forma muy sencilla.

FIG. N°12. Grúa Torre Pluma Abatible.



Torres de hormigonado

Como variante de utilización de interés, se puede señalar esta aplicación, ya que eliminando de los modelos estándar la pluma y la contrapluma, queda una torre móvil giratoria en su parte superior. Adaptando a este conjunto una bomba de hormigonado, se consigue unir para la distribución del hormigón, las ventajas que concurren en los dos medios empleados. Incluso es posible esta variante de utilización empleando la grúa en doble aplicación, como grúa torre y como soporte de la bomba de hormigón.

Grúa ciudad – “City Crane”

Este tipo de grúas se está usando especialmente, para el trabajo de construcción en lugares ya edificados, como en la renovación de edificios en las zonas antiguas de las ciudades, bloques cercanos entre sí, restauración de fachadas, enmaderado de edificios históricos. Se necesitan grúas con una tecnología capaz de resolver los problemas específicos de este tipo de construcciones y que por ejemplo son: poco espacio entre el edificio y la calle con una acera muy pequeña, calles muy estrechas, montajes a realizar en patios, huecos de ascensores o lado opuesto de la calle y ello con dificultades adicionales como que el tráfico no pueda ser cerrado totalmente o durante muy poco tiempo, suelos de escasa capacidad para soportar cargas, etc.

Estas grúas están especialmente concebidas para que su montaje sea efectuado con un número de secuencias muy reducido y deben ofrecer las siguientes características básicas:

- Base que ocupe un reducido espacio y que además sea capaz de soportar las cargas por esquina a que han de estar sometidas. Estas bases normalmente tienen forma de cruz y deben ser fácilmente convertibles en carretón para instalar sobre vía.
- Torres de sección reducida y compacta para permitir su instalación en huecos muy reducidos y para ahorrar espacio de transporte.

FIG. N°13. Grúa Ciudad.



CAPITULO II

2. OPERACION DE UNA GRUA TORRE.

2.1. MONTAJE.

Una vez que los componentes de la grúa torre han sido descargados en la obra, se procede al montaje de la misma. Este proceso consiste en erigir y montar la grúa sobre su emplazamiento y fundaciones, de tal modo que pueda quedar en condiciones de prestar la función, para la cual fue concebida.

2.1.1. Requisitos de montaje

El personal de montaje y desmontaje deberá respetar todas las recomendaciones contenidas en el manual del fabricante, las que se deben complementar con las instrucciones entregadas por escrito por el profesional responsable del montaje (profesional universitario o técnico con experiencia en montaje de grúas torre), además se debe tener especial cuidado con las condiciones climáticas imperantes.

La orden escrita emanada del profesional a cargo debe contener como mínimo la siguiente información sobre la grúa:

- Marca, tipo y modelo.
- Alturas de montaje, inicial y final, expresadas en m.
- Longitud de pluma y contrapluma, expresadas en m.
- Cantidad de elementos, posición, dimensiones y masa del contrapeso aéreo necesario.
- Características de los lastres inicial y final (geometría, dimensiones, masa y ordenamiento).
- Número de ramales del cable de elevación.

- Tensión de alimentación y sección de los conductores.
- Programa de arriostamiento, si procede, en caso que se supere la altura de autonomía.

2.1.2. Condiciones de Estabilidad

Con respecto a las condiciones de estabilidad, antes de iniciar el montaje de una grúa torre se debe realizar:

- Un estudio de la mecánica del suelo de fundación.
- La construcción de los lastres basales y contrapesos aéreos de acuerdo a las especificaciones técnicas del manual de montaje, pueden ser metálicos, de hormigón o de materiales a granel, en cuyo caso deben estar contenidos en una caja metálica cerrada y estanca.

Los contrapesos y lastres formados por bloques deben llevar una marca impresa en caracteres fácilmente legibles e indelebles, en que se indique la masa del mismo. Cada vez que se monte la grúa, se debe verificar la masa del contrapeso a emplear, además estos deben estar siempre afianzados a la estructura de la grúa torre.

- La correcta construcción de los anclajes y su afianzamiento.
- La construcción de fundaciones que transmitan adecuadamente las cargas máximas al terreno, éstas deben ser calculadas y diseñadas por profesionales universitarios competentes.
- Los rieles y demás elementos que forman parte de la vía, deben ser instalados de acuerdo a lo dispuesto por el fabricante, la sujeción de los rieles, debe ser la adecuada a los materiales de la estructura que los soporta.

Las tolerancias admitidas en la instalación inicial de las vías rectas y horizontales, serán las siguientes:

- a) Nivelación longitudinal

La superficie de traslación de una misma línea de rieles, no debe presentar irregularidades de nivel superiores a $1/1.000$ del ancho de la vía.

b) Nivelación transversal

La diferencia de la altura entre las dos líneas de rieles de una misma vía, no debe ser superior a $1/1.000$ del ancho de la vía.

c) Distancia entre ejes de rieles

La trocha y las tolerancias deben corresponder a las especificadas en los manuales del fabricante de la grúa, la cabeza de cada riel, debe estar comprendida entre dos planos verticales paralelos, cuya separación sea igual al ancho nominal de dicha cabeza más 5 mm.

d) Desnivel entre juntas de rieles

Debe ser de 2 mm como máximo

e) Separación de juntas de rieles

Determinado de acuerdo al cálculo de dilatación del riel

f) Nivelación transversal del pie de cada riel

Debe ser de $3/1.000$ como máximo, respecto a un plano horizontal

g) Estado de la pista de traslación

La superficie plana de la cabeza del riel, debe estar centrada respecto al plano de simetría del mismo.

- Las grúas torre rodantes deben contar con medios adecuados de inmovilización para evitar todo desplazamiento cuando estén expuestas a la acción del viento. Estos medios se deben establecer de acuerdo a las especificaciones contenidas en los manuales del fabricante.

2.1.3. Procedimiento de Montaje

En forma general, el proceso comienza con el montaje de la base de la torre, luego se coloca el primer tramo, con los diagonales que lo unen a la base y una parte del lastre basal, seguidamente se instala la corredera sobre la que se ubica la cabeza de torre y la cabina. Luego se coloca la pluma y contrapluma. Se monta el contrapeso definitivo y se agrega más lastre basal. Se instalan nuevos tramos con la ayuda de la pluma de la grúa hasta alcanzar su altura definitiva.

Otra forma de aumentar la altura es por medio de un sistema en el que la unidad cabeza de torre-cabina, es de sección menor que el resto del fuste. El nuevo tramo que tiene un lado abierto se superpone a la torre rodeando a la unidad superior. Luego ésta sube por el interior de este nuevo tramo, recién armado.

Ejemplo del montaje de una grúa torre:



Después del montaje del carretón y el lastre basal, se prepara el equipo de trepado.



El equipo de trepado se monta sobre el tramo base de torre.



Se monta la parte giratoria, incluida pista de giro, cabina, cabeza de torre y tramo trepador, uniéndose a la torre de montaje.



Se coloca la contrapluma.



Con el propio gancho de la grúa se coloca el tramo de torre en la traviesa de montaje.



Los elementos del sistema de trepado. La torre de montaje (azul), el equipo hidráulico (rojo) y la traviesa de apoyo (verde)

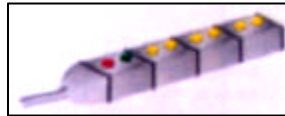
Los sistemas de montaje han mejorado notablemente a través del tiempo, con el propósito de hacerlo más rápido, cómodo y sencillo, reduciendo de este modo los costos de esta operación. El ensamblaje de todos los conjuntos se hace por medio de uniones rápidas que no exigen alineación previa. Además el trepado se hace por accionamiento hidráulico y los operarios realizan todo su trabajo desde plataformas seguras y confortables, haciendo que todo el proceso incluso en grúas de gran capacidad resulte realmente rápido.

2.2. CONDICIONES DE OPERACION.

2.2.1. Formas de Operación

Existen básicamente tres posibilidades de operar una grúa torre:

1. Mediante botonera



2. Mediante joystick



3. Mediante joystick incorporado a la silla de comando



Los dos primeros sistemas permiten una operación a distancia; es decir; permiten al operador desplazarse, al mismo punto en que se efectúa el trabajo, logrando de este modo una mayor seguridad en una determinada operación.

Usualmente, cuando la visibilidad lo permite, se opera directamente de la cabina de comando, trasladando ya sea la botonera, o caja de comando de ella. Y con la ayuda del señalero es posible hacer los movimientos requeridos.

Los sistemas de comandos de palanca indicados anteriormente tienen los siguientes movimientos de operación:

- Puesta en marcha de la grúa
- Bocina de advertencia
- Subida de carga (Primera, Segunda y Tercera velocidad)
- Bajada de carga (Primera, Segunda y Tercera velocidad)
- Traslación del carro distribuidor hacia adelante (Primera y Segunda velocidad)
- Traslación del carro distribuidor hacia atrás (Primera y Segunda velocidad)
- Giro hacia la derecha (Primera y Segunda velocidad)

- Giro hacia la izquierda (Primera y Segunda velocidad)
- Traslación sobre rieles hacia adelante
- Traslación sobre rieles hacia atrás
- Parada de emergencia

2.2.2. Operador de grúa torre

La operación de una grúa torre debe estar a cargo de una persona que acredite debidamente su capacidad profesional.

2.2.2.1. Requisitos

El operador de una grúa torre debe tener un conocimiento básico sobre montaje, funcionamiento, condiciones de seguridad y mantención de una grúa torre, así como conocimientos necesarios para interpretar el manual y otros documentos técnicos proporcionados por el fabricante de la grúa torre, que le permitan: interpretar un cuadro de cargas; conocer claramente la importancia de los mecanismos de seguridad de cada grúa, su función y su ubicación normal; conocer la importancia y comportamiento de los cables de acero y conocer la forma de poner en servicio a la grúa en forma correcta. Se recomienda que el manejo de la grúa se confíe únicamente a personas mayores de 18 años, que tengan un nivel de escolaridad como mínimo de 4º medio rendido, que tengan aprobado un test psicotécnico, equivalente al de conductor clase A2, ausencia de enfermedades incompatibles con el trabajo, que posean un grado de visión y audición elevado, insensibilidad al vértigo y buenos reflejos.

Deberán además asistir a un curso de capacitación (en el artículo 9. Operadores y Requisitos y responsabilidad, se estableció que los operadores que al 13 de Agosto de 1999, tuvieran más de un año de experiencia profesional debidamente acreditado, podrán optar a la debida capacitación o acreditación profesional de 25 horas y los operadores

que se hayan iniciado después de 1999 deben concurrir a un curso de 150 horas, luego de lo cual obtendrán un carné) y someterse a reconocimientos médicos periódicos (exámenes preocupacionales).

2.2.2.2. Responsabilidades

Al inicio de la jornada de trabajo, el operador debe efectuar y registrar las siguientes verificaciones:

- Controlar que los rieles estén alineados y correctamente afianzados.
- Controlar que la vía esté libre de obstáculos.
- Controlar el afianzamiento y alineación del lastre basal y los contrapesos.
- Observar posibles pérdidas de aceite en las cajas reductoras.
- Comprobar el funcionamiento de los mandos de la grúa torre, operando ésta sin carga.
- Verificar el buen estado de los limitadores de recorrido del carro y del gancho.
- Comprobar el estado de los cables de acero.
- Verificar el buen funcionamiento del cierre de seguridad del gancho.
- Verificar que el asa de los capachos no ha sufrido desgaste ni deterioro en la soldadura, y que los componentes del cierre de la compuerta de los capachos funcionan correctamente; verificando especialmente, la ausencia de fierro redondo estriado de construcción en cualquier elemento soportante.
- Verificar que las bridas no presenten cortes u otros desperfectos.
- Inspeccionar la estructura metálica, para detectar posibles dobladuras o deformaciones de sus componentes.
- Debe preocuparse del orden y aseo de la cabina, las pasarelas, las escalas y las barandas.

Ante cualquier anomalía o desperfecto el gruista debe detener la grúa torre e informar de inmediato a su superior.

Durante la ejecución de toda la obra debe llevarse un informe diario en que se registre el horario trabajado y las novedades operacionales.

2.2.3. Señalero

Cuando las condiciones de visión no son óptimas para el operador, él debe solicitar obligatoriamente un señalero o loro a la obra. El señalero debe conocer el código internacional de señales para la operación con grúas torre, que está basado en indicaciones con las manos y brazos. Las señales de este código se encuentran reglamentadas por la Norma Chilena NCh 2437 Of. 99.Grúas Torre. Condiciones de operación.(Ver Anexo B) y entenderse directamente con el operador de la grúa torre. Este código está formado por señales simples, fáciles de ejecutar e interpretar y que además no producen agotamiento físico, ya que los movimientos son naturales y lógicos.

La técnica de estas señales se basa principalmente en lo siguiente:

- Una mano en la cintura, indica trabajar en velocidades normales, en cualquier maniobra.
- Una mano en el pecho, indica trabajar en velocidad lenta, en cualquier maniobra.
- Las dos manos arriba, indican detención normal.
- Las dos manos a los lados significan alto de inmediato.
- Todas las señales se deben ejecutar con calma y seguridad, cualquier duda o aceleramiento de una señal, sólo va a confundir al operador.
- El señalero debe preocuparse de estar siempre a la vista del operador de la grúa.

Las señales que se utilizan normalmente son:

- Tomo el mando.
- Subir normal.
- Subir lento.
- Bajar normal.

- Giro derecha normal.
- Giro derecha lento.
- Carro a la derecha con velocidad normal.
- Carro a la derecha con velocidad alta.
- Carro a la izquierda con velocidad normal.
- Carro a la izquierda con velocidad alta.
- Detención normal.
- Alto de urgencia.
- Cambio de ramal.
- Fin de mando.

En obras de importancia se recomienda tener además, un sistema de radio comunicación, para complementar las órdenes correspondientes al operador en cuanto a las faenas que debe hacer y su orden correlativo; de este modo, se evita la incomunicación cuando el operador trabaja en la cabina.

2.2.4. Interrupción del trabajo

Las grúas torre, son muy sensibles al viento y siempre que éste sobrepase la velocidad de 64 Km/hr, o aunque el viento tenga una velocidad inferior y se manejen cargas de gran superficie, se debe paralizar el trabajo, dejando la pluma en “veleta”, para que no oponga resistencia al viento y, por ende, no se produzca su volcamiento.

Se debe interrumpir el trabajo de la grúa frente a condiciones climáticas adversas como es el caso de: presencia de escarcha, cuando ésta represente un sobrepeso por acumulación en la estructura o dificulte el descenso del gancho cuando esté vacío; también cuando no hay buena visibilidad por la presencia de neblina y ante la proximidad de una tormenta eléctrica.

El trabajo de la grúa también se debe interrumpir por anomalías en la instalación o en la operación, tales como:

- Mal estado del cable de elevación o de las bridas.
- Deficiente enrollado del cable de elevación en el tambor.
- Alimentación eléctrica intermitente y/o pérdida de simetría de las fases.
- Defectos en las operaciones de frenado de algún movimiento de la grúa.
- Pérdida de plomo en la estructura.
- Falta de iluminación adecuada.

2.2.5. Mantenimiento

El trabajo de mantenimiento siempre debe realizarse con la grúa desconectada. El trabajo de mantenimiento que no pueda llevarse a cabo desde el suelo, deberá efectuarse desde andamios o plataformas adecuadas.

Si el trabajo de mantenimiento sólo puede ser efectuado con la grúa en funcionamiento, se debe asegurar que:

1. No exista riesgo de que una persona pueda quedar atrapada o que caiga.
2. Las personas que deban realizar este trabajo se alejen de elementos por los que pase la corriente eléctrica.
3. Estas personas puedan comunicarse con el gruista de palabra o por medio de señales.

2.2.5.1. Verificaciones

Las grúas que funcionen con energía eléctrica deben ser verificadas por un especialista antes de la primera puesta en servicio o antes de volver a ser puesta en servicio tras haber sido objeto de importantes modificaciones. También deben ser verificadas las grúas con una capacidad de carga superior a 1000 Kg.

La verificación anterior a la puesta en servicio inicial de una nueva grúa no es necesaria, si la grúa ya ha sido verificada con anterioridad y viene acompañada de la correspondiente documentación.

De acuerdo con sus propias características y circunstancias locales, las grúas deberán ser verificadas por un especialista a intervalos regulares, pero al menos una vez al año. Además las grúas torre deben ser inspeccionadas por personas autorizadas cada vez que sean montadas o cuando cambien sus características.

2.2.5.2. Registro de verificaciones

Los resultados de las verificaciones según lo anterior deben registrarse en un libro de verificaciones que puede ser consultado a petición del interesado.

Los costos de mantenimiento han sido una preocupación desde siempre y se está progresando de una forma continua en la reducción de los puntos de lubricación y en la colocación de materiales que permiten espaciar al máximo las operaciones de mantenimiento e incorporando componentes que no exijan este mantenimiento.

2.3. DESMONTAJE.

Para iniciar el desmontaje de esta grúa debemos primero contar con el personal idóneo para llevar a efecto este trabajo, es decir que cada persona cuente con las charlas de seguridad pertinentes, elementos de seguridad y disposición de trabajo. Una vez que el supervisor haya chequeado las condiciones del terreno, podrá determinar con qué grúa de apoyo se debe proceder a hacer este trabajo considerando la altura y el radio.

Una vez que se cuenta con todo lo antes mencionado, lo primero que se debe hacer es destelescopar la grúa torre la cantidad de tramos, que sean necesarios para el

alcance de la grúa auxiliar. Con el cable de elevación de la grúa torre se debe hacer la pasada que permite sacar los lastres aéreos. Según la longitud de la pluma que tenga la grúa torre se deja o no un lastre en la contra pluma.

Luego se sacan los cables de elevación y carro para dejar la pluma liberada de estos elementos, en seguida se hacen las pasadas con el cable de elevación entre el polipazo del tirante de pluma y el polipazo de la torreta, en el ínter tanto con la grúa auxiliar se debe estrobar la pluma en los puntos que permitan el equilibrio de esta pieza, cuando esté totalmente en el aire se debe izar un poco con la grúa auxiliar de tal manera, que se libere un poco la tracción que ejerce la pieza por efecto de peso, seguidamente con la elevación de la grúa se debe tensar ésta para sacar los pasadores que unen el tirante de la pluma con la torreta, logrado esto se hace bajar la elevación hasta dejar el tirante completamente alojado sobre el lomo de la pluma, en ese momento se pueden sacar los pasadores de sujeción, para que la pluma quede totalmente en el aire, dispuesta para bajarla a tierra, y de esta manera realizar su posterior desarme y carguío sobre camiones.

Luego se debe sacar el lastre aéreo que de acuerdo al largo de la pluma se debió dejar, para que este sirva de contrapeso hasta antes de sacar la pluma, seguidamente se saca la contrapluma, estrobando esta pieza con la grúa auxiliar se levanta para sacar los pasadores de los tirantes y luego sacar los pasadores de sujeción de la contrapluma, y llevarla a tierra para su posterior desarme y carguío.

Después se estroba la torreta en la parte superior, se sacan los pernos de unión de tramos y esta pieza está lista para llevarla a tierra.

Acto seguido se debe sacar el andamio y la bomba hidráulica del centro de la torre, a continuación se debe estrobar el asiento de pista o tramo de cabina de su parte superior, sacar los pernos unión de tramos y llevar esta pieza a tierra.

Después de esto, se pueden sacar los tramos torre de acuerdo a la necesidad y capacidad que se requiera en ese momento.

Ahora se procede a sacar los lastres basales, si es que la grúa torre está en la versión simplemente apoyada, luego se sacan los diagonales unidos por un pasador en cada extremo, de esta forma se deja libre el tramo basal, para sacar esta pieza y poder realizar el desarme del chasis que también está unido por pernos de unión de torre.

Por último se saca la conexión de la tierra que generalmente se encuentra a un costado del chasis de la grúa, se realiza una evaluación del trabajo y se confecciona finalmente un informe por este trabajo.

2.4. USOS Y APLICACIONES

Existen diversos sistemas y tamaños de grúas y los requisitos técnicos que deben cumplir estas grúas no son los mismos en todos los países. Las grúas más utilizadas son las grúas de aplicación rápida que se trasladan como unidad compacta, pudiendo ser montadas sin necesidad de otros medios auxiliares.

2.4.1. Grúas Torre en el mundo

En Europa Alemania, representa el mayor mercado de la construcción. En el mercado del Sureste de Asia y del Lejano Oriente, se aplican casi exclusivamente las grúas de plataforma giratoria con pluma en aguja o pluma articulada. En la construcción de edificios altos se prefieren grúas telescópicas, ya que en este campo casi no es posible utilizar una grúa torre y su complicado montaje no es tan relevante dado que la mano de obra es menos costosa en esta región.

2.4.2. Grúas Torre en Chile

Las grúas torre se han empleado en numerosas obras a lo largo de Chile, usándose comúnmente las de tipo fija, sobre rieles, y las grúas torre de pluma horizontal.

Las obras más cercanas donde se pudo apreciar el uso de estas grúas, fueron en un centro comercial en la ciudad de Valdivia y una planta de celulosa en el sector de Rucaco, comuna de Mariquina.

FIG. N°14. Mall Plaza de los Ríos. 2003.



FIG. N°15. Celulosa Arauco. 2003.



CAPITULO III

3. ASPECTOS DE SEGURIDAD.

3.1. GENERALIDADES.

La seguridad en el manejo de una grúa torre depende tanto de sus condiciones de instalación y mantenimiento como de la buena utilización o manejo de las mismas, involucrando a las personas, a los bienes y a la propiedad, es por eso que se hace indispensable cumplir con ciertas normas de seguridad relacionadas principalmente con los sistemas automáticos de seguridad que posee la grúa, con el correcto mantenimiento de sus partes, con las condiciones de operación en el lugar de trabajo y con el personal que trabaja con ellas.

Los accidentes más comunes se producen por acciones imprudentes o desconocimiento de las personas que intervienen en su montaje, mantenimiento u operación.

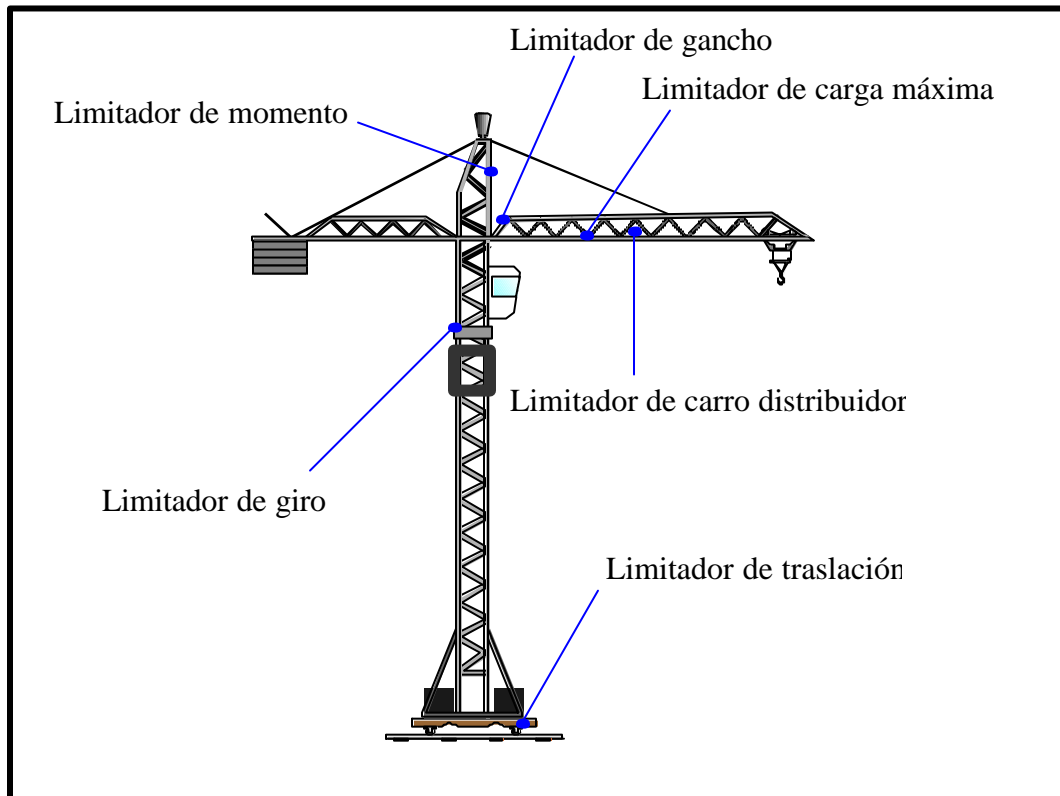
Es imprescindible contar con un programa de inspecciones y plan de mantenimiento preventivo muy rígido, pues cualquier accidente que se produzca, puede afectar fuertemente la productividad de las obras donde se utilizan estas grúas.

Se recomienda que las inspecciones sean realizadas periódicamente por el operador de la grúa o un supervisor, antes de comenzar la jornada de trabajo. Estas deben ser realizadas en forma exhaustiva y orientarse a encontrar fallas en los elementos más visibles.

En Chile, existe una normativa legal aplicable a estos equipos, que se oficializó hace unos pocos años, tomando como referencia principalmente normas extranjeras como la norma francesa NF E 52-082, aunque también algunas grúas torre funcionan conforme a la norma española ITC AEM2. (Ver Anexo A).

3.2. SEGURIDAD EN LA GRUA TORRE.

FIG. N°16. Principales limitadores de seguridad



3.2.1. Mecanismos de Seguridad

Los mecanismos de seguridad de una grúa deben ser periódicamente revisados y mantenerse en óptimas condiciones, ésta va a ser la única forma de preservar tanto la vida de las personas como la de la máquina.

Los mecanismos de seguridad de que debe disponer una grúa son de tres tipos:

a) Limitadores de esfuerzos (LE)

Limitador de par máximo o de momento máximo

Este mecanismo tiene por misión limitar la carga elevada en función de la distancia y la traslación del carro en función de la carga; por lo tanto, al activarse por exceso

de carga bloquea automáticamente la elevación y el avance del carro en la pluma, dejando operables naturalmente los movimientos contrarios, esto es, carro hacia atrás y bajada del gancho.

En muchas grúas torre se encuentra ubicado en el ángulo recto de la torreta; en otros modelos se encuentra en el tensor de la pluma, y en el cable de suspensión.

La calibración de este limitador se hace con la carga nominal (dependiendo de la grúa), más 10% o 5% en la punta de la pluma y su regulación está dada por un microswitch de funcionamiento eléctrico.

Es importante advertir que este 5% o 10%, no significa que pueda levantar más carga como se cree normalmente, sino que es sólo para calibrar la grúa; este corte compensa el efecto dinámico del inicio del levante de una carga, lo que sobrepasa temporalmente la carga máxima a izar, diseñada y calculada por el fabricante. En caso contrario, no se podría levantar la carga máxima que la grúa puede izar; es decir, se izaría menos.

Por ningún motivo el operador y/o mecánico de obra, puede alterar esta calibración.

Limitador de carga máxima

El objetivo de este dispositivo de seguridad es impedir que se sobrepase la carga máxima que ha sido calculada para la grúa torre. Actúa directamente sobre el huinche de elevación, debido a la tracción ejercida por el cable, limita igual que el caso anterior, la carga elevada en función de la distancia y la traslación del carro en función de la carga.

Se encuentra casi siempre ubicado en la torreta o en la pluma; su función es la misma, sólo cambia su diseño.

b) Limitadores de carrera (LC)

Limitador de fin de carrera superior e inferior del gancho

La función de este dispositivo de seguridad es evitar que por un error de operación, el gancho golpee las catalinas del carro provocando que el cable de elevación se corte, o que se golpee el gancho en el suelo desenrollándose el cable del tambor o descarrilándose este cable de elevación de las catalinas guías, con el peligro de cortarse por roce o estrangulación. Esto quiere decir que, controla el número de vueltas efectuadas por el tambor de enrollamiento del huiñche de elevación, evitando que se produzca un accidente.

Es importante tener presente, que normalmente en las obras existen más de dos niveles de trabajo y el limitador es regulado para el más desfavorable. Por esta razón, en algún instante el limitador no operará, porque estará en un nivel superior al regulado. Ejemplo; es el caso de las obras con subterráneos.

Este limitador se encuentra ubicado normalmente en el tambor de enrollamiento del huiñche de elevación.

Limitador del carro distribuidor

Este limitador actúa sobre el tambor de enrollamiento del huiñche del carro y limita el recorrido atrás o adelante de éste. El movimiento del carro se controla además mediante topes plásticos, los que evitan mecánicamente que el carro se salga de su pista de traslación.

Limitador de giro de la pluma

Este limitador evita que la pluma choque con obstáculos vecinos. También impide la torsión y destrucción del cable de alimentación (en los modelos más antiguos).

Limitador de carrera de telescopaje

Es un limitador que evita que el tramo se salga de sus correderas.

Limitador de velocidad

Su misión es detener el movimiento. Generalmente actúa sobre la tracción del cable de elevación y su función es evitar que la grúa levante una carga mayor que la determinada para cierta velocidad de elevación.

Sistema de enclavijamiento automático del carro

Este mecanismo actúa en el carro distribuidor de cargas y su función es trabar éste ante la eventualidad de que se corte su cable de tracción; con este sistema se evita que cualquier carga se deslice hacia la punta o hacia el tronco de la grúa.

Limitador de recorrido de traslación de la grúa

Este limitador sólo es aplicable a grúas rodantes y evita que ésta se salga de la vía por error de operación o accidente. Detiene el movimiento de la grúa cuando esta llega a los extremos de la vía.

Sistema de puesta en bandera o veleta

Actúa directamente en el freno del motorreductor de giro, desbloqueándolo con el objeto de que la pluma se oriente con el viento, cuando está fuera de servicio, a fin de oponerle la menor resistencia posible al viento. Es decir, permite que la pluma se oriente a la posición del viento. Hoy en día las grúas modernas se orientan automáticamente con vientos superiores o iguales a 72 km/hr.

Selección automática de velocidad

Es un sistema automático de control de velocidad que permite el cambio secuencial de las velocidades, de la más baja a la mayor velocidad, tanto de subida como de bajada.

Topes de traslación

Es un sistema mecánico que se debe ubicar en ambos extremos de la vía, y su función es evitar que la grúa se salga de ésta, por acción del viento o accidente.

Sistema de hombre muerto

Ante la eventualidad de que el operado sufra un percance invalidante, todos los movimientos se detienen de inmediato porque los comandos vuelven automáticamente a posición cero.

c) Limitadores de advertencia (LA)

Bocina de alarma

Indica la puesta en marcha de la grúa. Está comandada directamente por el operador de la grúa, en el comando respectivo, y es muy útil para avisar al personal la aproximación de la carga al lugar de trabajo. Es importante señalar además, que funciona automáticamente con el limitador de par o momento máximo y con el limitador de carga máxima, avisando al operador cuando la grúa se ha desconectado por sobrecarga.

3.2.2. Ganchos

Los ganchos de elevación deben ser de un color llamativo reflectante y deben contar con un seguro que impida el desenganche accidental de la carga, tener impreso sobre relieve la capacidad nominal de carga y no deben experimentar deformación permanente cuando se someten a ensayo con una carga dos veces superior a la capacidad nominal de carga.

3.2.3. Cables de acero

Los cables de acero se utilizan normalmente para el levante (izaje), la tracción, el amarre o la fijación de elementos diversos y es el elemento más importante de una Grúa Torre, después de los mecanismos de control y operación, este elemento une la carga a la grúa y participa activamente en todas las operaciones de los equipos. La elección de las características de cada cable, se efectúa en función de los esfuerzos a que son sometidos, lo que corresponde a reglas precisas que hay que observar y respetar.

Los cables de acero están constituidos por un conjunto de torones y un alma central. Combinando de modo adecuado los alambres y torones, se obtienen tipos de cables de construcciones diversas y para usos diferentes.

Cada cable de acero se debe adaptar a las funciones que cumple en cada equipo. Normalmente, los constructores de los equipos recomiendan determinado tipo de cable, esto hay que cumplirlo rigurosamente.

Al reemplazar un cable, debe usarse uno que tenga idénticas características al cable inicial, mismo diámetro, igual construcción, resistencia equivalente e idéntico tipo de alambre con su recubrimiento de protección similar. Si se utiliza un cable inadecuado, puede significar una ruptura súbita o un desgaste acelerado, con una destrucción espectacular.

Estas instrucciones se complementan con consejos de usos para operadores y mecánicos y con un manual de revisión y control de cables destinado a mecánicos, montadores y a mecánicos de mantención.

Los cables de elevación y los de tracción no deben presentar empalmes o uniones, y trabajar con un coeficiente de utilización mínimo de 6.

$$\mathbf{K_u = \frac{C_{re}}{Q} > 6}$$

C_{re} : Es la carga de ruptura efectiva de un cable nuevo

Q : Es la tracción estática ejercida sobre el cable

K_u : Coeficiente de utilización del cable

En el caso de plumas horizontales, la carga mínima de ruptura efectiva del cable de tracción, cuando está nuevo, debe ser como mínimo igual a cuatro veces y media el esfuerzo máximo aplicado al cable por el mecanismo de tracción, durante la partida y el frenado.

3.2.3.1. Uniones

Existen diversas técnicas para unir un cable:

- Mediante unión eventual, donde se colocan 2 cables del mismo diámetro en forma paralela, y se coloca una cantidad de abrazaderas determinadas por la norma.
- Unión de ojo con ojo, donde se usan ojos en cada cable y éstos se unen mediante ganchos o se unen directamente los ganchos.
- Mediante trenza, básicamente consiste en retirar algunos torones del cable y reemplazarlos por los torones del otro cable y tejer todo el sistema.

El elemento que afianza o fija 2 cables se denomina sierra-cable o abrazadera, hay de diferentes tipos, en nuestro país la más utilizada es la Crosby.

3.2.3.2. Usos de cables de acero

- Elevación, que es un cable antigiratorio, muy sensible a las cocas y hernias, y sujeto a grandes esfuerzos de tracción importantes.
- Carro, que es un cable de construcción normal, sometido a cargas de arrastre y roce en poleas de diámetro menor; por lo tanto sujeto a desgaste por roce.
- Cable de freno de giro y otro tipo de emergencia, es un cable sin cualidades mecánicas especiales, sólo es un cable rígido de comando.
- Cables de estrobos, que son cables sometidos a roces y deformaciones, pero que normalmente son resistentes al mal trato, cuando son construidos con cables adecuados, cuando se utiliza cable antigiratorio hay que extremar los cuidados de inspección y reapriete de los grilletes.

3.2.3.3. Norma sobre instrucciones de inspección a fondo de un cable de acero.

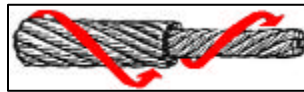
Las normas internacionales establecen períodos de inspección máximo, cuyo intervalo máximo debe ser cumplido rigurosamente.

- 12 meses para cualquier cable.
- 3 meses para cables que elevan personal.
- 2 meses para cables de Grúas Torre.
- El cable de una grúa debe ser severamente inspeccionado, antes y después de un montaje.
- En este último caso, hay que revisar posibles cocas o deformaciones permanentes y debería tenerse un registro de la persona que hizo la revisión y del profesional que controló la inspección, ésta es la única forma de que nos podríamos presentar ante la autoridad, en el caso de un accidente grave.

3.2.3.4. Cable antigiratorio

Cuando las capas exteriores e interiores del cable están en direcciones opuestas, la tendencia a rotar queda contrarrestada la una con la otra.

FIG. N°17. Cable antigiratorio.



Cuando los extremos no están correctamente dimensionados, el núcleo puede resbalarse o salirse por el otro extremo del cable o a través de una capa exterior.

FIG. N°18. Cable antigiratorio



3.2.3.5. Lubricación

Normalmente, los cables deben mantenerse engrasados porque su construcción lo necesita para evitar roces interiores.

Normalmente hay que respetar las indicaciones del fabricante, con respecto al lubricante a utilizarse y al medio donde está el equipo trabajando.

Siempre deben solicitar instrucciones al Ingeniero Jefe de Mantenición.

Hay algunos cables que no se engrasan jamás, ejemplo los de tirfor, de estrobos u otro sistema traga cable.

3.2.3.6. Revisiones

- Control visual

Los cables deben inspeccionarse periódicamente para controlar su evolución y desgaste. Si un cable entre un control y otro, muestra un cambio importante, aparecen filos de acero, cortadura de alambres, se adelgaza en una zona, o uno nota el alma o el paquete de torones interiores sueltos, el cable debe reemplazarse.

El cable debe ser lavado y después revisado cuidadosamente, una forma fácil es colocarse un guante y apretar el cable con una cantidad de huaípe fino, e iniciar un recorrido del cable, en todas las zonas que el cable se enrede con el huaípe, hay que notar la razón, generalmente son hebras cortadas o deformaciones. Después hay que volver a lubricar el cable.

- Zonas Críticas

Siempre en un cable de grúa hay zonas que presentan mayor desgaste, que otras, en esta parte del cable hay que mantener una vigilancia especial, especialmente cuando empieza el cable a ponerse “peludo”.

- Deformaciones Anormales

En algunos casos el cable empieza a presentar mucho brillo, aplanamiento irregular, o adelgazamiento no esperado. En este caso siempre hay que revisar:

- Catalinas, las que pueden estar trancadas, descarrilando el cable o garganta con daño.
- Gran aplastamiento, puede estar con defectos el tambor de enrollamiento.
- Con una cintura muy rara, el cable ha sido tensado anormalmente y es probable que se haya soltado el paquete central o el alma.
- Cable muy seco; revisar el roce interior porque puede haber juego entre los torones. Naturalmente, que es falta de lubricación o mala calidad de éste.

3.2.3.7. Causas que obligan a un reemplazo

- Ruptura de más de un torón.
- Existencia de una coca.
- Existencia de un nudo.
- Existencia de una hernia.
- Reducción anormal del diámetro, formación de una garganta o adelgazamiento de una sección.
- Cuando el cable en cualquier parte ha disminuido en un 10% de su diámetro.
- Cuando en una zona inferior a un paso de cable hay más del 20% de superficie peluda (con hebras de alambre).
- Cuando un torón disminuye un 40% del diámetro y se suelta en dos pasos de cable.
- Cuando presenta interiormente un alto grado de oxidación.
- Cuando un cable ha sido estrangulado, por la colocación de un grillete Crosby en forma defectuosa.

3.2.4. Tambores y poleas

FIG. N° 19. Tambor de enrollamiento



Los tambores de enrollamiento y las gargantas de las diversas poleas, deben presentar superficies lisas, deben estar provistos de discos laterales, u otros elementos que impidan la salida del cable. El radio del disco debe sobrepasar la última capa de cable en a lo menos, 2 veces el diámetro del cable. Cualquiera sea la posición de trabajo del tambor, deben permanecer a lo menos tres vueltas de cable. El diámetro de los tambores (D), medido al fondo de garganta debe ser igual o superior a 20 veces el diámetro nominal del cable (d). Si el tambor es liso D aumenta a 24.

El diámetro de las poleas, medido al fondo de garganta, debe ser igual o superior a 22 veces el diámetro nominal del cable.

El diámetro efectivo del cable que se utilice sobre un tambor ranurado o una polea con garganta, no debe ser superior al ancho de las ranuras del tambor o de la garganta de las poleas

Las catalinas que constituyen el aparejo de elevación, deben estar equipadas con dispositivos de protección, que eviten introducir las manos entre el cable y la garganta de las poleas.

El sistema de fijación del cable debe cumplir con lo establecido en la norma NF E 52-081.

Los cables de arrastre del carro distribuidor deben estar anclados, sobre el tambor de enrollamiento, en sentido opuesto. El funcionamiento exclusivamente a fricción no se acepta (exceptuándose las grúas en que la fuerza utilizada para mover el carro no exceda de 10 kN, y las grúas fabricadas con anterioridad a 1990).

Tabla N°1. Enrollamiento de cables antigiratorios en tambores de grúas torre, según la construcción del cable.

6 TORONES DE 7 HEBRAS O ALAMBRES	D = 34d	D = 48d
6 TORONES DE 9 HEBRAS O ALAMBRES	D = 22d	D = 37d
6 TORONES DE 37 HEBRAS O ALAMBRES	D = 22d	D = 24d
6 TORONES DE 61 HEBRAS O ALAMBRES	D = 22d	D = 22d

Fuente: Técnicas de operación de Grúas Torre – Cables de Acero. IE. Innovación Empresarial Ltda.

Traspaso de cable a tambor

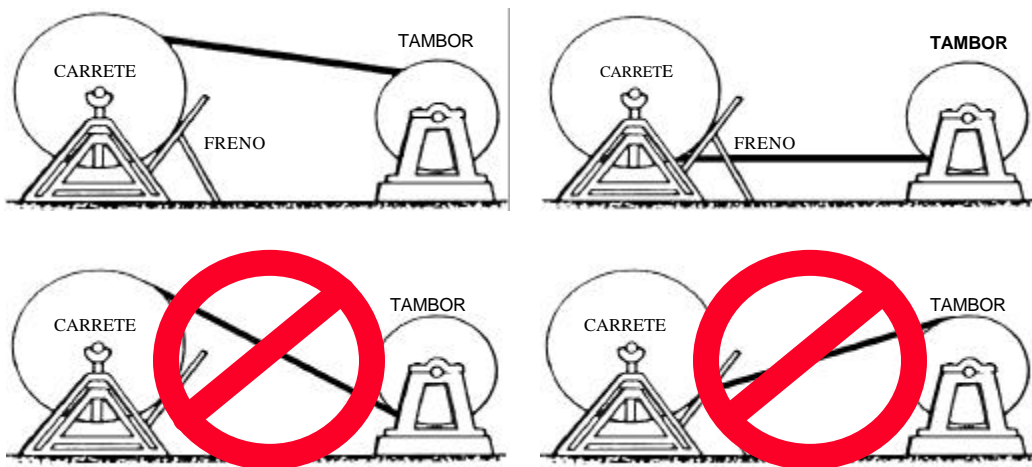
Los fabricantes recomiendan traspasar desde abajo en dirección superior para los cables antigiratorios.

Es importante cumplir con esta instrucción frenando el tambor portador del cable, para que el enrollamiento sobre el tambor de la máquina quede con una relativa tensión.

El cable no se debe arrastrar por el suelo, porque recoge el lubricante partículas abrasivas, que deterioran el alambre.

Al transferir un cable de un carrete a otro o al tambor de una máquina o equipo, el cable debe pasar de la parte superior de uno de otro, o de inferior a inferior, tal como se muestra en la figura N°20:

FIG. N°20. Traspaso de cable.



3.2.5. Bridas

Cuando se eleva una carga, normalmente es necesario utilizar un elemento auxiliar, efectuando una unión entre la carga y el gancho de la grúa. A este elemento se le denomina brida.

Generalmente esta operación mantiene suspendida una carga, la que podemos denominar vía aérea restringida. Es muy importante en esta operación tomar las precauciones debidas, para no sufrir un accidente no deseado, por caída de material.

Existen diferentes tipos de bridas, en la mayoría de los casos se utilizan soluciones prefabricadas, las que pueden estar constituidas por una o más bridas las que normalmente se construyen de:

- Cables de acero: estrobos
- Cintas planas de fibras sintéticas: eslingas
- Eslabones de acero: cadenas
- Fibras vegetales tejidas: jarcias de cordel
- Fibras sintéticas tejidas: jarcias de cuerdas

Estas soluciones son prefabricadas y deben cumplir con normas de seguridad comunes válidas para todas, además cada una debe complementarse con las normas particulares para cada brida. Al utilizar bridas mixtas ambas se deben complementar rigurosamente en cada caso particular.

3.2.5.1. Normas generales:

- Siempre se debe conocer con exactitud el peso del material a izar lo que se denomina: “carga de maniobra”.
- Si esta información del peso no está disponible, se debe calcular de inmediato con alguna certeza.
- Se debe conocer el tamaño del elemento a transportar.

- Con el objeto de ejecutar las maniobras de transporte de cargas suspendidas sin riesgos, los supervisores, el gruista y el señalero deben conocer las reglas básicas de las técnicas de suspensión seguras.
- Se debe conocer con certeza la capacidad de levante del equipo mecánico que ejecutará la maniobra.
- Se debe conocer la velocidad del equipo mecánico de elevación, verificar si ésta es adecuada a la maniobra programada.
- Se deben conocer las técnicas de levante de cargas, de acuerdo a la naturaleza de la o de las bridas que se están utilizando. Especialmente su capacidad y fragilidad.
- Se debe conocer el riesgo intrínseco del material a elevarse.
- Se debe conocer la fragilidad del material a elevarse.
- Al iniciar la maniobra de elevación de la carga, el operador de la grúa debe verificar:
 - Equilibrio y estabilidad de la carga, debido a que cargas mal estibadas pueden soltarse o desequilibrarse imprevistamente, lo que puede crear aumento de carga eventual por golpes dinámicos o efectos de péndulo inesperados al cambiar de posición imprevistamente.
 - Grado de fijación, no se puede arriesgar deslizamientos de la carga.
 - Angulo máximo generado entre las bridas ubicadas en la suspensión del gancho

3.2.5.2. Carga de maniobra

Este coeficiente de seguridad, determina la resistencia mínima que deben cumplir las bridas cuando están con carga suspendida. En las bridas más corrientes estos coeficientes se denominan cargas de maniobras.

Tabla N°2. Carga de maniobra para cables de acero corrientes

Diámetro (mm)	9,45	12,6	15,7	18,9	25,2
Carga (Kg)	710	1.270	1.950	2.850	5.080

Fuente: Técnicas de operación de Grúas Torre – Cables de Acero. IE. Innovación Empresarial Ltda.

La carga de maniobra en las bridas utilizadas como elemento de unión no puede ser sometida a más carga, que lo determinado en los coeficientes de seguridad de cada material. Lo normal es usar coeficientes de seguridad entre 6 y 4 dependiendo del equipo de levante vertical.

Un ejemplo del uso de coeficiente de seguridad. Si se iza una carga de 6000 Kg, el coeficiente de seguridad es 1 y es una carga crítica que producirá la ruptura de la brida. Si se iza una carga de 2000 Kg el coeficiente de seguridad es 4, es una carga segura.

Al elevar una carga de 1000 Kg, el coeficiente de seguridad es 6.

Al elevar una carga de 1200 Kg, el coeficiente de seguridad es 5.

Al elevar una carga de 2000 Kg, el coeficiente de seguridad es 4.

Al elevar una carga de 3000 Kg, el coeficiente de seguridad es 3.

Al elevar una carga de 4000 Kg, el coeficiente de seguridad es 2.

Al elevar una carga de 6000 Kg, el coeficiente de seguridad es 1.

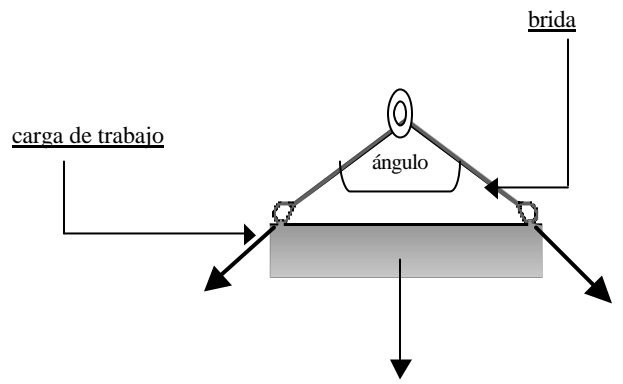
En la medida que el coeficiente de seguridad se aproxima a 1 nos vamos aproximando al coeficiente de ruptura de la brida, por la sobrecarga dinámica al iniciar o detener una maniobra de levante.

3.2.5.3. Angulo de separación de las bridas

Evitar los ángulos mayores a 90°, los que aceleran el desgaste de la brida por deformación y ruptura de ella.

Tabla N° 3. Carga de trabajo según el ángulo de separación entre bridas.

Angulo	Carga de trabajo
45°	0,5 P
90°	0,7 P
120°	1 P
150°	2 P
160°	3 P
165°	4 P
170°	6 P
175°	11P



P = Carga total del elemento que se está levantando

Fuente: Técnicas de operación de Grúas Torre – Cables de Acero. IE. Innovación Empresarial Ltda.

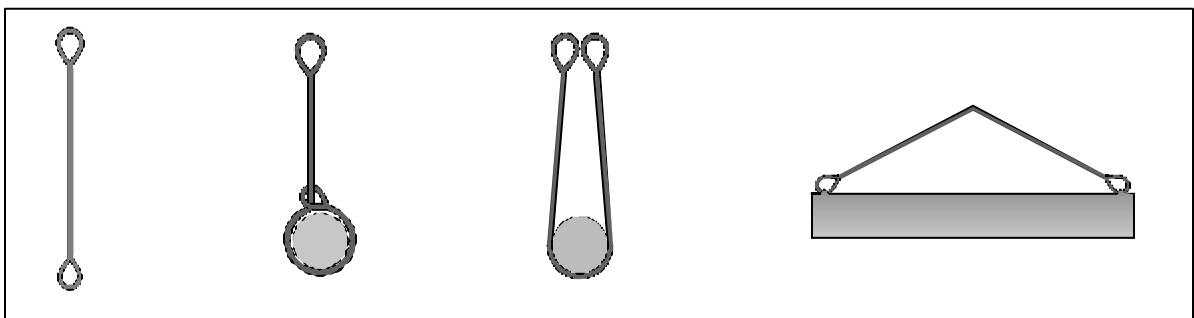
3.2.5.4. Tipos de bridas

a) Brida simple

Es aquella que está formado por un cable único, cuyos extremos terminan en un ojo que puede hacerse trenzado.

Sus usos más frecuentes se indican en la figura siguiente:

FIG. N°21. Bridas simples.

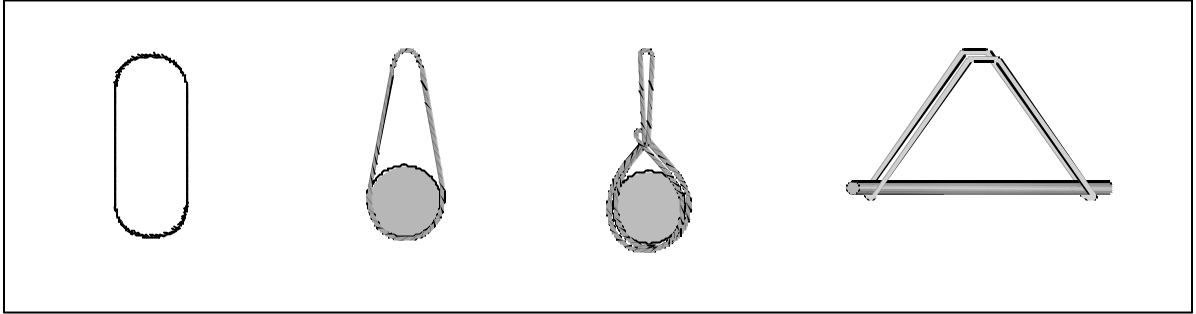


b) Brida sinfín

Es aquella que tiene sus extremos trenzados, uniéndolos en un solo tramo; su tejido o trenzado debe ser de 18 veces el diámetro del cable.

Sus usos más frecuentes se indican en la figura siguiente:

FIG. N°22. Bridas sinfn.

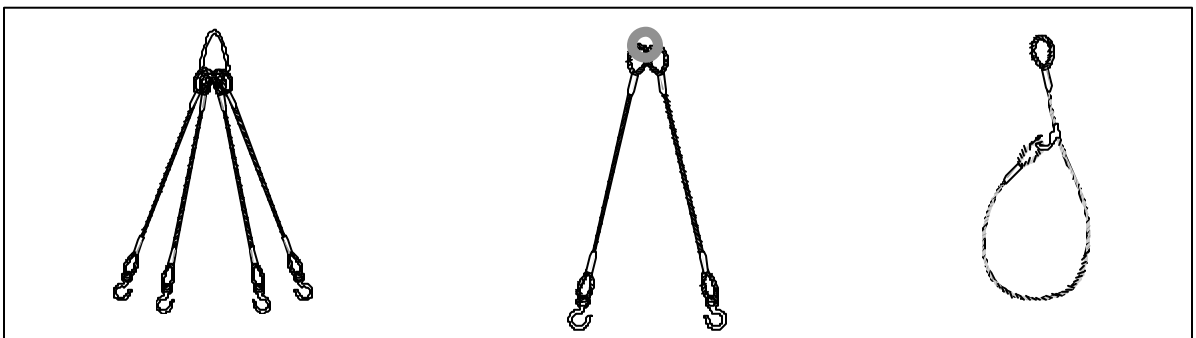


c) Brida de varios ramales

Son aquellas cuyos ramales están unidos, en un extremo, a un anillo o argolla y por el otro a ganchos.

Sus usos más frecuentes se indican en la figura siguiente:

FIG. N° 23. Bridas de varios ramales.



Los accesorios que se utilizan para estrobar, también deben contar con un estricto control en cuanto a su capacidad.

3.2.5.5. Bridas

Los estrobos son elementos de unión mecánica constituidos de acero. Son flexibles y fáciles de manipular. Son adecuadas para levantar cargas livianas y pesadas. Son muy resistentes, pero se deterioran por falta de cuidado o por almacenamiento, el principal cuidado es evitar que se formen cocas o torceduras.

En cada estrobo se debe identificar las cargas de maniobras, las que deben estar escritas en forma clara y legible, lo aconsejable es colocar un anillo o una placa moldeada en uno de sus extremos. (si no se tiene la información se debe utilizar la fórmula $F = 8 d^2$, d = diámetro del cable en mm, F en kg).

Todos los estrobos deberán estar provistos en cada extremo de un ojo, los que deben cumplir con las normas vigentes. Cada ojo deberá estar cerrado mediante una unión tejida y emplomada. La terminación tejida y emplomada sólo disminuye la resistencia a la tracción del estrobo en un porcentaje no superior al 6% aproximadamente, por cálculo de seguridad se debe estimar esta relación en un 15%.

No es recomendable usar en la terminación prensa cables, su disminución, estimando que éstos están correctamente colocados, no es inferior a un 20%, lo normal es considerar 30% con lo que después de un golpe, se deben inspeccionar cuidadosamente el estado y colocación de la prensa cables.

El interior del ojo deberá estar protegido con un guardacabo, el uso de este implemento, tiene por objeto evitar que el cable de acero se pliegue excesivamente. Un pliegue de un cable de acero significa un deterioro en la resistencia y duración de éste, por deformación y pérdida de solidaridad entre torones.

Cualquiera que sea el diámetro del cable de acero, siempre el guardacabo que se utilice debe respetar proporcionalmente el diámetro del cable de acero.

La calidad y construcción de un cable utilizado en estrobos, debe ser aconsejada por el fabricante de cables de acero, porque depende básicamente de la

construcción, la resistencia a la tracción, flexibilidad, límites de fatiga a la flexión y resistencia al mal trato que tenga cada cable de acero.

Cuando se usa más de un cable para suspender una carga (cargas suplementarias), debe respetarse el ángulo formado en el vértice superior por cada pareja de cables, con el objeto de resistir dentro de los coeficientes de seguridad la mayor tracción que genera la resultante del nuevo triángulo de fuerzas.

Los estrobos se transportan depositados horizontalmente sin aplastarlos ni forzar su curvatura normal y evitando la fricción entre ellos.

Los estrobos sólo se limpian con un guaipe levemente húmedo con un líquido desengrasante (detergente), teniendo cuidado de evitar la penetración de líquido por escurrimiento al interior de los paquetes de torones.

3.2.5.6. Eslingas

Las eslingas son elementos flexibles, diseñadas para levantar y manejar cargas, construidas con cintas tejidas con poliéster de alta tenacidad de 35 mm hasta 304 mm de ancho, con espesores de 3.5 mm hasta 12.6 mm.

Existen eslingas de una capa (sencilla), dos capas (doble), y de tres capas (triple).

Tabla N°4. Capacidad de carga de eslingas según ancho

Ancho (mm)	Indice de ruptura (Kg)
35	3.500
50	5.500
52	8.800
100	17.500
150	24.400
200	45.000

Fuente: Técnicas de operación de Grúas Torre – Cables de Acero. IE. Innovación Empresarial Ltda.

3.2.5.7. Cadenas

Las cadenas son bridas construidas de eslabones metálicos. Tienen un uso limitado debido a su peso y al hecho de que sus eslabones se desgastan o se deforman provocando sin aviso previo su ruptura. Hay que tener la precaución de evitar el retorcimiento o el ensortijamiento de la cadena mientras se encuentra sometida a una carga, aunque ésta sea liviana, ya que el eslabón se puede quebrar o deformar. Son adecuadas para levantar cargas pesadas como rieles, vigas, perfiles en ángulo y tuberías

Para el uso de bridas de cadena hay que tener presente lo siguiente:

- Los eslabones de la cadena deberían ser idénticos para ser usados en pareja.
- Hay que determinar el peso máximo de la carga que se piensa levantar con ellas.
- Hay que escoger la cadena apropiada a la carga, considerando el ángulo de trabajo.
- Determinar el punto de soporte del eslabón principal que sostendrá el gancho.
- Seleccionar los componentes (argolla, gancho o ambos), y la forma en que se amarra a la carga.
- El uso de bridas de cadena debe estar fijada con anillos o ganchos en cada extremo o la combinación de ambos.
- Evitar usar bridas de cadenas a T° bajo cero, ya que se ponen frágiles.
- Apretar sin tirones.
- Chequear que todos sus eslabones yacen planos.
- Después de ser usadas, almacenar lejos de la humedad y corrosivos.
- Inspeccionar la soldadura del eslabón.
- Ninguna cadena debe ser sometida a una fuerza tracción que exceda su coeficiente de seguridad, fijada a 1/5 de su coeficiente de seguridad.

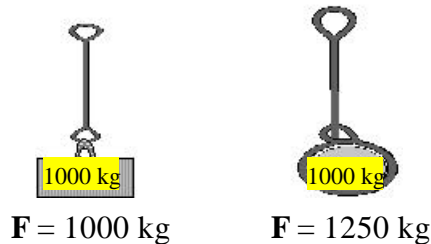
La resistencia de una cadena es tan baja como la resistencia del eslabón más usado, por lo tanto hay que desechar toda brida de cadena, aunque sea un eslabón que disminuya su

diámetro en un 5%, esté corroído, retorcido, elongado, aplanado, abierto o simplemente atascado.

3.2.5.8. Trabajo con bridas simple y compuesta

En la utilización de nudos corredizos, es muy peligroso que el estrobo se pase por el ojo sin contar con un guardacabo.

El trabajo más frecuente que se realiza es levantar una carga con una brida en forma vertical, en donde su tracción (F) dependerá del ángulo y si además éste es realizado con un nudo corredizo. Con una brida simple, podemos formar diferentes ángulos, en donde la tracción a la cual es sometida es F . El peso sigue siendo 1000 Kg, pero el esfuerzo que hacen las bridas es diferente. El aumento de F se debe exclusivamente al ángulo que se forma con el nudo corredizo.



Con dos bridas simples, formando un ángulo de 90° , la tracción a la cual es sometida es de 700 Kg por brida. El peso sigue siendo 1000 Kg, pero el esfuerzo que hacen las bridas es de 700 Kg cada una. $F = 1400 \text{ Kg}$.

Con dos bridas simples, formando un ángulo de 120° , la tracción a la cual es sometida es de 1000 Kg, pero el esfuerzo que hacen las bridas es de 1000 Kg cada una. $F = 2000 \text{ Kg}$.

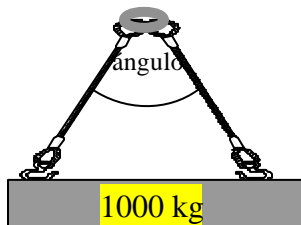


Tabla N°5. Aumentos de carga según ángulo formado

Angulo de apertura de los estrobos	0°	45°	60°	90°	120°
Coefficiente de aumento de las cargas	1	1,08	1,15	1,41	2

Fuente: Técnicas de operación de Grúas Torre – Cables de Acero. IE. Innovación Empresarial Ltda.

3.2.6. Cabinas

FIG. N°24. Cabina de grúa torre.



Las grúas con pluma horizontal o basculante, de altura bajo gancho igual o superior a 35 m sobre el nivel de apoyo, deben contar con una cabina afianzada solidariamente a la estructura vertical giratoria de la grúa. (excepto las grúas fabricadas con anterioridad al año 1990, que cuenten con cabina fija al interior de la estructura).

La cabina debe estar diseñada de manera que el operador pueda controlar todas las maniobras desde su puesto de trabajo, sin tener que ubicarse en una posición de riesgo; las dimensiones de ésta deben ser las adecuadas para permitir una conducción cómoda y una visibilidad correcta desde el asiento.

La altura interior de la cabina no debe ser inferior a 1.90 m; el techo liso y libre de elementos sobresalientes.

Las ventanas deben estar construidas con vidrios o material equivalente, de seguridad. La ventana frontal debe estar equipada con un limpiaparabrisas.

Las cabinas deben cumplir con los requisitos de ventilación establecidos en la reglamentación vigente.

En el caso de que la grúa sea alimentada mediante un motor de combustión interna, se deben adoptar las medidas necesarias para impedir que los gases del escape contaminen la cabina.

Los aparatos de control deben permanecer visibles en toda circunstancia. Se exceptúan aquellas grúas en que por razones de seguridad sea aconsejable que el operador

se ubique en otro sitio y las grúas comandadas por control remoto, desde un puesto de operación.

Las grúas que estén exentas de contar con cabina, deben contar con un puesto de operación compuesto de una plataforma, cuyas dimensiones mínimas sean de 1.50 m x 1.50 m, también con una baranda de protección de 1 m mínimo de altura.

El puesto de operación puede estar ubicado en la cabina, en la plataforma, o fuera de la grúa, siempre que cuente con buena visibilidad, sea de fácil acceso, no lo alcance alguna parte móvil de la grúa, ni exista la posibilidad que le caiga algún elemento desde niveles superiores.

Cuando las condiciones climáticas así lo aconsejen, la cabina debe estar provista de un medio eficaz de calefacción, que permita obtener una temperatura interior de confort. El elemento calefactor no debe presentar ningún riesgo para el personal.

3.2.7. Accesos a la cabina

Los accesos a la cabina deben reunir las mejores condiciones posibles de seguridad, especialmente en lo relativo al riesgo de caída al vacío, durante el trayecto que debe recorrer normalmente el operador para subir o bajar al puesto de trabajo.

Cuando los accesos estén constituidos por escalas, éstas deben respetar el diseño del fabricante.

Las escalas deben contar con descansos, de forma que cada tramo tenga una longitud que no exceda de 12 m entre descansos.

A partir de una altura mínima de 2 m sobre el punto de inicio, las escalas deben incluir respaldos de seguridad, ubicados a una distancia, entre arcos, de $0.70 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$.

Cuando la sección de la torre o la posición de las escalas no permitan instalar respaldos, los elementos de la estructura deben otorgar una protección equivalente.

La escala debe contar con un cable vertical de seguridad que permita enganchar el equipo de protección personal contra caídas.

3.2.8. Pasarelas y plataformas de servicio

Las pasarelas y plataformas de servicio que estén situadas a más de 2 m del suelo, deben ser metálicas y antideslizantes; deben estar equipadas de una baranda de protección compuesta por los siguientes elementos:

- Un pasamanos normal, ubicado a 1 m del piso
- Un barandal intermedio a 0.45 m del piso
- Un rodapié de 0.15 m de altura, o cualquier otro dispositivo que asegure a lo menos una protección equivalente.

En el caso de emplear planchas antideslizantes perforadas, diamantadas o cualquier otro material que no constituya una superficie lisa, las perforaciones o intersticios no deben permitir el paso de una esfera de 20 mm de diámetro, y su sección no puede ser superior a 400 mm².

3.2.9. Indicadores y letreros informativos

Las grúas torre deben estar provistas de un letrero informativo, de 1 m de ancho por 1.5 m de alto como mínimo, apernado a la cara más visible del tronco central y ubicado a una altura comprendida entre 2 m y 3 m desde el nivel de piso de cota cero. El letrero debe proporcionar, en idioma español y caracteres legibles e indelebles, la siguiente información:

- marca y modelo de la grúa torre
- longitud máxima de la pluma
- carga máxima en punta

- carga máxima de levante con su distancia al eje central de la grúa
- cualquier otra información que el fabricante estime necesario proporcionar

Las plumas deben contar con letreros indicativos de la carga máxima a levantar en cada punto específico; las dimensiones deben ser 0.30 m x 050 m y se deben usar caracteres negros sobre fondo blanco. Los letreros deben estar ubicados de manera que no ejerzan oposición al viento que podría perjudicar el funcionamiento de la pluma y deben ser perfectamente visibles para el operador y el señalero.

En todas las cabinas de grúas torre, debe existir una placa informativa en que se indique, mediante caracteres fácilmente visibles e indelebles el diagrama de carga de la grúa, en unidades del Sistema Internacional, SI.

No se permite adicionar ningún tipo de letrero a los especificados por el fabricante, ni cambiar la dimensión ni ubicación original de éstos. Sólo se podrán colocar letreros de propaganda tapando las caras de los contrapesos de la contrapluma, siempre y cuando dichos letreros no superen la superficie de aquellos y estén firmemente afianzados.

3.2.10. Frenos

Las grúas torre deben estar equipadas, con frenos u otros mecanismos similares, que sean capaces de detener y mantener la detención en cualquier posición y circunstancia, especialmente cuando se produzca un corte en el suministro de energía eléctrica.

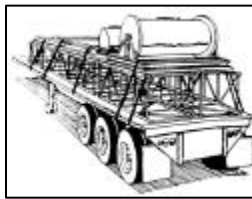
3.3. SEGURIDAD EN LA OPERACION

La prevención de riesgos en el uso de la grúa torre, debe realizarse básicamente en las etapas de traslado, montaje, operación, mantención, desmontaje y almacenamiento.

3.3.1. Traslado

La grúa torre debe poder ser transportada en un número de camiones apropiado, de forma que pueda llevar sus componentes en el orden adecuado para su montaje inmediato sin que haya necesidad de almacenaje intermedio.

FIG. N°25. Traslado de grúa torre.



3.3.2. Montaje

Los trabajos de montaje deben ser muy fáciles de realizar, con rapidez y con el menor número de secuencias. La grúa debe llevar todos sus conjuntos principales premontados.

3.3.2.1. Instalación de la grúa torre y la vía

Ubicación

La ubicación de la grúa se debe estudiar de forma tal que no pueda interferir con edificios colindantes y cables de alto voltaje, que permita además que las operaciones de montaje y desmontaje puedan realizarse en condiciones de seguridad para las personas, el equipo y el entorno.

El lugar de emplazamiento y su camino de traslación, cuando corresponda, se deben elegir de manera que se cumpla con lo siguiente:

- Debe existir un espacio mínimo de seguridad entre las diferentes partes de la grúa torre y el tendido eléctrico, éste debe ser inferior a:
 - 3 m, cuando la tensión es inferior o igual a 380 Volt 50 Hz.
 - 5 m, cuando la tensión es mayor a 380 Volt 50 Hz e inferior a 13.600 Volt.
 - 7 m, cuando la tensión es igual o superior a 13.600 Volt.
- Se debe disponer de un espacio libre mínimo de 0.60 m de ancho por 2.50 m de alto, para facilitar el desplazamiento del personal.
- En el caso de que se deba instalar más de una grúa torre, se debe cumplir también que:
 - La distancia mínima entre el extremo de la pluma de una y el tronco de otra debe ser de 2 m.
 - La distancia vertical entre el elemento más bajo (gancho en posición alta o contrapeso aéreo) de la grúa más elevada y el elemento más alto de la otra grúa torre susceptible de chocar, debe ser como mínimo de 3 m.
 - En el caso de grúas rodantes, se debe disponer de un sistema apropiado que impida que éstas se aproximen a una distancia inferior a cualquiera de las indicadas anteriormente.

Instalación eléctrica

Las instalaciones eléctricas se deben proyectar y ejecutar de acuerdo a la normativa legal vigente (NSEG.5.E.n.71 y NCh Elec.. 4/84).

Las grúas torre del tipo rodante, cuya alimentación esté prevista con conexiones en varios puntos del recorrido, deben alimentarse con una línea única de suministro de energía.

Las grúas torre montadas deben disponer de elementos protectores, los que serán colocados en un punto próximo a la línea de alimentación, se trata de un interruptor

automático que desconecte la energía al sistema en caso de desperfecto eléctrico y un interruptor manual que pueda permanecer bloqueado en caso de desconexión.

Toda canalización, tendido o instalación eléctrica, debe estar provista de una funda o recubrimiento que le permita resistir la acción de los agentes externos y en especial, el desgaste producido por la tracción, flexión, torsión y roce provocados por el uso de la grúa.

El equipamiento eléctrico mínimo de una grúa torre debe incluir un interruptor que tenga como única función el cortar o conectar la alimentación o un único aparato que cumpla las dos funciones.

Estos aparatos deben estar contruidos para corriente industrial, disponer de la capacidad necesaria conforme a las especificaciones del fabricante de la grúa torre y estar ubicados en un punto de fácil acceso.

Todo interruptor que asegure únicamente la función de separación eléctrica, debe ser capaz de bloquear la función de conexión, cuando se encuentra en posición de abierto o desconectado.

El sistema de comando de la grúa, debe estar provisto de un pulsor que tenga una acción inmediata e instantánea sobre el interruptor de corte general, propio de la grúa torre.

En el caso de que la grúa torre esté alimentada por energía eléctrica domiciliaria, se debe disponer de interruptores omnipolares, uno que trabaje únicamente en la función de separación de la fuente eléctrica y otro que trabaje únicamente en la función de corte.

Las masas, fijas o móviles, deben ser solidarias entre sí, mediante una conexión y un conductor que asegure la continuidad suficiente de la energía. Esta conexión se efectúa, preferentemente, mediante un conductor de protección que puede estar incorporado a los cables de alimentación, o ser independiente.

En el caso de una grúa torre alimentada por una fuente eléctrica externa, las masas y componentes metálicos deben estar conectados al circuito general de la tierra de servicio.

Los tramos de rieles metálicos, del tipo ferroviario, se deben unir eléctricamente entre sí y conectar por sus extremos a la tierra de servicio de la obra. Cuando se usen conductores de cobre, la sección mínima del conductor a la tierra de servicio debe ser de 35 mm^2 .

Los cables de alimentación eléctrica de la grúa torre deben estar constituidos por conductores activos y conductores de protección; la sección mínima del conductor de protección se debe determinar en conformidad a la normativa legal vigente.

3.3.2.2. Recomendaciones Generales

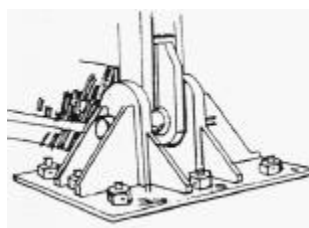
- Asegurarse de que todos los tramos estructurales, estén almacenados sobre durmientes.



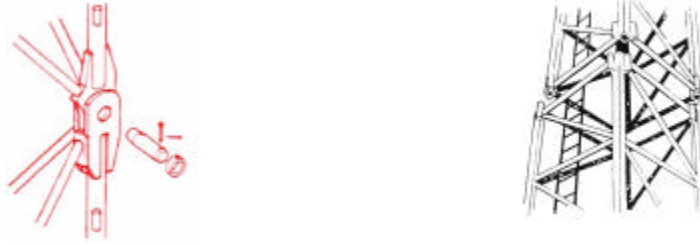
- Asegurarse de que los pernos de la base se encuentren totalmente ajustados.



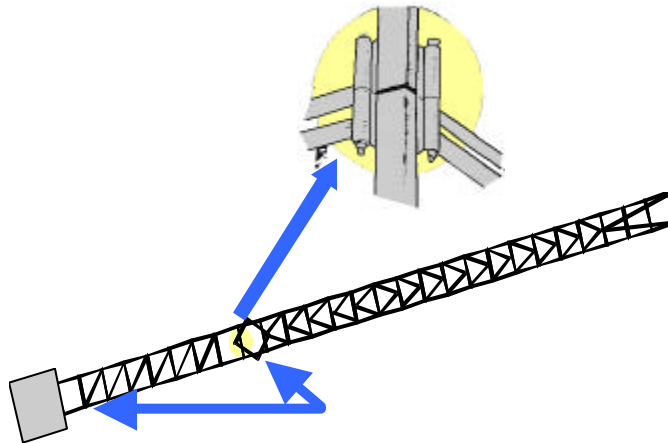
- Asegurarse de que todos los pernos estén ajustados con sus tuercas correspondientes.



- Al ensamblar los tramos, asegurarse de que ellas se encuentren correctamente orientadas, por ejemplo, las escalas deben coincidir.



- Al ajustar los pernos de la torre el contrapeso de la pluma, debe estar alineado sobre la esquina de la torre.



3.3.2.3. Absorción de fuerzas horizontales sobre la altura de autonomía

Las fijaciones pueden ser horizontales mediante riostras y basales mediante contravientos, su colocación es responsabilidad del profesional a cargo de la obra y deben ser realizadas por el personal de montaje.

La transmisión de solicitaciones en cada nivel, se debe realizar por medio de marcos calculados y fabricados de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la grúa torre. La cantidad de marcos para la fijación de las riostras o contravientos y la ubicación de los mismos debe corresponder a lo establecido en el manual de montaje. Los cálculos de las fijaciones son de responsabilidad del propietario de la grúa.

Una vez finalizado el montaje de la grúa, el profesional a cargo debe comprobar en presencia del usuario que todos los sistemas de seguridad están funcionando correctamente; esto debe constar en un documento firmado por ambos, en el que además el usuario se debe comprometer a no modificar las regulaciones de todos los mecanismos.

3.3.3. Operación y Mantenimiento

3.3.3.1. Recomendaciones Generales

- Se deben realizar inspecciones periódicas a la grúa torre, a través de una lista de verificación (Check List), que contenga los puntos críticos de la maquinaria y así, prevenir accidentes en el uso de ella.



- Durante su uso las grúas torre deben ser sometidas a un programa de mantenimiento periódica, a lo menos una vez al mes, a fin de verificar el adecuado funcionamiento de los mecanismos de seguridad, cables, ganchos, poleas, etc.; estos controles se deben efectuar de acuerdo a las instrucciones contenidas en los manuales del fabricante, deben estar a cargo de personal calificado y se debe dejar constancia en un documento firmado por el propietario y el usuario, o su representante.
- Todos los días, se deberá pedir el plan o instrucción de trabajo y el orden de los movimientos a realizar con la grúa con un horario estimado de trabajo.

Ejemplo, hormigón a las 08.00 hrs. , movimiento de fierro a las 10.00 hrs., descargue de camiones a partir de las 11.00 a 12.30 hrs., etc.

Planta de un edificio en construcción. Sectorización.

Ejemplo:

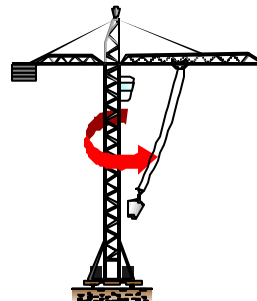
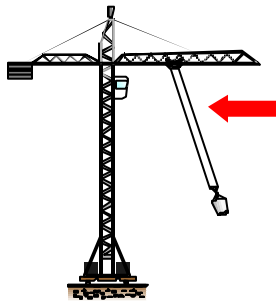
1. A1 hormigón de losa
2. B2 hormigón de muro
3. C2 moldaje
4. C1 fierro
5. A2 hormigón de losa
6. B1 hormigón de muro

A1	B1	C1
A2	B2	C2
A3	B3	C3

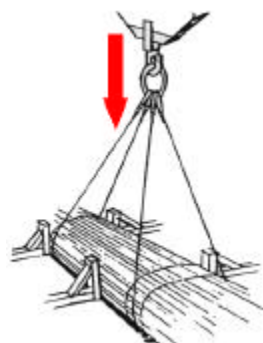
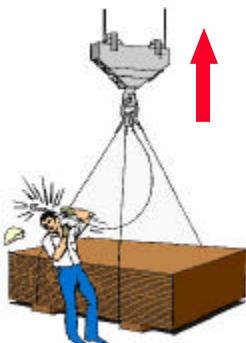
- En los relevos el gruista saliente debe indicar sus impresiones al entrante sobre el estado de la grúa y anotarlo en un libro de incidencias que se guardará en la obra.
- Se revisará visualmente el nivel de la grúa en su chasis y su verticalidad o plomo en sus paños (troncos).
- Verificar permanentemente el estado de los estrobos y eslingas, y si se encuentra alguna anomalía o defecto, inutilizarlos definitivamente para evitar que por error u omisión se usen nuevamente.
- Si se ha detenido la grúa con el botón de parada de emergencia, no se debe poner en marcha inmediatamente. Hay que esperar que las oscilaciones provocadas por ésta disminuyan.
- Verificar si existe alguna limitación aérea. En el caso de cables de alta tensión estos deben ser protegidos y señalados con pantallas protectoras o tuberías de PVC de colores visibles a distancia.
- Recordar que ante cables de alta tensión, se debe trabajar siempre a una distancia de 45 m. para evitar la inducción eléctrica.

- El propietario o encargado del funcionamiento de la grúa deberá asegurarse de que en caso de las grúas sobre raíles o fijas, se mantenga una distancia de seguridad cuando se amontonen materiales en las proximidades de la grúa; dicha distancia será de al menos 0.5 m desde cualquier punto externo móvil de la grúa.
- En controles de giro de 360° por encontrarse con un obstáculo en su recorrido deben tomarse las medidas de control pertinente. (Limitar área de barrido de la pluma o cambiar la altura de la grúa torre o cambiar su ubicación).
- Todas las grúas tienen un dispositivo de tiempo, que evita que las velocidades cambien violentamente, el operador deberá revisar que los comandos cambien las velocidades suavemente.
- Mirar siempre la carga y los posibles obstáculos que puedan encontrar en su recorrido.
- No realizar maniobras con carga, si no se tiene la visión completa; en caso contrario solicitar un señalero a la obra.
- No levantar cargas que a simple vista sobrepasen la capacidad de la grúa.
- No levantar cargas mal estrobadadas y/o mal estibadas. Verificar siempre que al estrobar no queden materiales sueltos que puedan desprenderse y caer.
- Está estrictamente prohibido usar estrobos hechizos; como aquellos que tienen prensa cable, etc.
- Se recomienda usar siempre amortiguadores o protectores, como madera blanda o goma, para proteger a los estrobos y eslingas de los bordes filudos de alguna carga.

- No permitir jamás que la carga vaya más allá del alcance real de la grúa empujada por los trabajadores, porque en esas condiciones, y por estar los movimientos detenidos los limitadores de carga no operan y se aumenta el momento máximo.
- Evitar que las cargas se desplacen con brusquedad y péndulo. Si se produce péndulo o una oscilación, no efectuar movimientos susceptibles de agravar dicho fenómeno, detener giro causante del efecto péndulo. No tratar de compensar con el carro distribuidor.
- No levantar cargas que están adheridas a muros o al suelo, caso de ocurrencia muy común cuando se procede a descimbrar.
- Evitar impactos causados por tirones al levantar y/o descender cargas. No se debe frenar o mover la carga repentinamente.



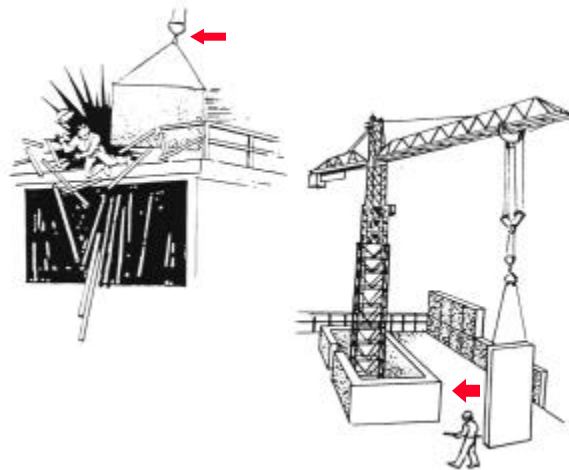
- Las cargas deben ser depositadas establemente, antes de ser desenganchadas. Asegurarse de que el personal esté fuera del sector de descarga, mientras se efectúa esta operación.



- Nunca tratar de arrastrar o empujar ninguna carga sobre el suelo, o en cualquier nivel de trabajo.
- La carga antes de ser izada, debe estar correctamente centrada y amarrada. Al levantar o bajar, usar eslingas apropiadas: nunca improvisar con cables o cadenas no normadas.



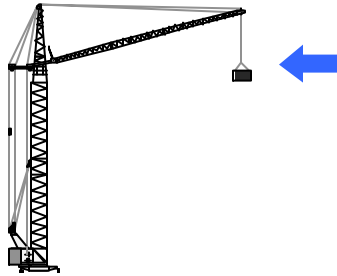
- Todo equipo de izado debe tener un sistema de aviso (sirena) para alertar toda vez que se inicien trabajos de izado, traslado o descenso de la carga.
- Todas las cargas que presentan un área grande (cara), pueden salirse de control, a consecuencia del viento. Los letreros colocados en la pluma, dependiendo de su dimensión, pueden ocasionar problemas en su manejo.



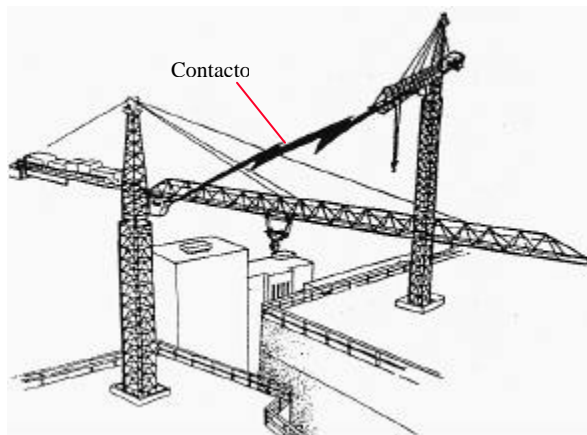
- Nunca dejar una carga suspendida al colocar la grúa fuera de servicio.
- No utilizar los dispositivos de seguridad o el botón de parada, para detener un movimiento normal.

- Obedecer cualquier orden de detención, provenga de donde provenga, debido a que puede ser una señal de advertencia de peligro.
- No permitir que personas no autorizadas accedan a la botonera, al cuadro eléctrico o a las estructuras de la grúa. Pueden accidentarse o ser origen de accidentes.
- Mantener ordenada y aseada la cabina y los accesos a ella, sin guape, sin grasa, sin repuesto.
- Mantener siempre limpia de grasa y aceite la escala.
- El operador y también los mecánicos, no deben utilizar ningún tipo de cotona o ropa suelta. En caso de usar pelo largo, deben llevarlo amarrado y recogido dentro del casco.
- Se debe impedir la caída de objetos desde los mecanismos o estructuras superiores mediante dispositivos adecuados, especialmente cuando se trabaja con cajas o tapas que puedan abrirse, mecanismos colgantes y en el caso del carro distribuidor se debe evitar que los rodillos escapen del riel guía o que se produzca la caída del carro.
- Nunca subir por la estructura soportante, menos en una grúa por el exterior; usar siempre las escalas con sus anillos (zunchos) de seguridad.
- Todos los mecanismos móviles, que puedan representar peligro, deben contar con elementos protectores.
- No hacer bromas con el gancho o la pluma.

- Se recomienda revisar periódicamente que los ganchos no se encuentren quebrados ni trizados.
- Si la grúa está sobre vía, su movimiento de traslación debe ser con la pluma paralela a la vía.
- Durante toda la operación de las grúas, los ganchos deben mantenerse lo bastante elevados para no provocar lesiones a las personas o daños a las estructuras o equipos cercanos.

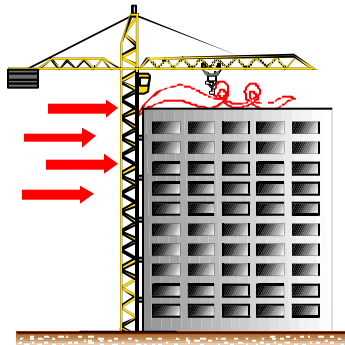


- Los operadores deben estar en contacto radial (directo), cuando haya peligro de colisión entre Grúas Torre.



- Cuando, por motivos de la obra, la grúa tenga que trabajar en horarios nocturnos, se deberá implementar una buena iluminación. En este caso, es necesario que se mantengan en faena dos operadores, de manera de permitir el descanso alternado de cada uno de ellos.

- Cuando varias grúas ocupen zonas comunes, la empresa encargada del funcionamiento de la grúa o su representante autorizado deberá determinar la secuencia de trabajo con antelación y deberá asegurarse de que los gruistas pueden comunicarse sus intenciones entre sí.
- Cuando una carga es levantada por más de una grúa a la vez, la empresa encargada del funcionamiento deberá determinar el orden de sucesión de los movimientos con antelación, y el trabajo deberá realizarse en presencia de un supervisor designado por la empresa.
- Al término de la jornada diaria, o cuando la grúa queda fuera de servicio, la grúa torre se debe dejar en posición veleta, el carro se debe retroceder al pie, y levantar el gancho hasta una altura mínima razonable, además se debe desconectar la alimentación eléctrica.



3.3.3.2. Principales riesgos

En resumen, los principales riesgos de accidentes en la operación de una grúa torre son:

a) Condiciones fuera de norma mas frecuentes:

1. Deficiente afianzamiento a la estructura del edificio.

2. Emplazamiento en lugares de poca estabilidad.
3. Deficiente estado de los dispositivos de seguridad.
4. Falta de conexión a tierra.
5. Mal estado de cables, ganchos, eslingas, vientos u otros accesorios.
6. Falta de reapriete en las estructuras metálicas.
7. Deficiente iluminación en los turnos de noche.
8. Deficiente estado y/o inexistencia de escala de gato.

b) Acciones fuera de norma más frecuentes

1. Operar sin autorización.
2. Operar sin tener un riguroso entrenamiento y capacitación.
3. Mal amarre de la carga.
4. Operar la grúa, antes que el señalero lo indique.
5. Operar el equipo, cuando se encuentra personal en trayectoria de la pluma.
6. Operar a una velocidad mayor, cuando está en el límite de su capacidad de carga.
7. Operar sin señalero.
8. Operar en turnos de noche, sin una buena iluminación de la faena.
9. Operar en turnos con señalero sin chalecos ni guantes reflectantes.
10. No uso de cinturón de seguridad, en tareas de mantención, montaje y desmontaje.

3.4. SEGURIDAD PERSONAL

El personal que está en contacto diario con una grúa torre, debe poseer un conocimiento básico de estas máquinas. Este conocimiento debe ser aún más acabado, en quienes trabajan directamente con ellas, es decir las personas que estarán a cargo del montaje, mantenimiento y operación misma de la grúa. Además de esto, la persona que debe operar la

grúa, debe cumplir con una serie de requisitos mínimos, que lo capaciten para cumplir en forma adecuada con las exigencias que demanda un puesto de tanta importancia.

Además el personal involucrado en cada proceso, deberá estar provisto de elementos de protección personal como: casco, lentes, zapatos y guantes de seguridad, arnés de seguridad, y chaleco reflectante para el señalero.

3.4.1. Operador

El gruista debe ser una persona con gran sentido de la responsabilidad y que esté perfectamente informado de las partes mecánicas y eléctricas de la grúa.

El operario deberá reposar periódicamente dado que los reflejos son muy importantes para manejar adecuadamente la grúa.

Especial atención merecen los puestos de mando, que desde esta perspectiva deben responder a diseños ergonómicos, con la máxima gama de accesorios que permitan al gruista una operatividad cómoda y eficaz.

3.4.2. Señalero

El señalero debe ser identificado rápidamente con un peto luminoso, para ser reconocido por el operador de la grúa. El operador se tiene que guiar sólo por él, a través de un código de señales. Esto último no significa que el resto del personal no tenga la obligación de conocer el código a fin de colaborar cuando se produce una emergencia y en la operación propiamente tal.

La colaboración de un señalero debidamente entrenado, hace que el operador de la grúa se sienta más seguro en las maniobras que debe realizar, mejorando el rendimiento en el trabajo.

Al iniciar un trabajo, todo señalero debe conversar con el operador, para conocer claramente el programa de trabajo que se va a ejecutar, evaluando su participación.

Un señalero debe ser consciente de la importancia de su trabajo, ello lo obliga a informarse sobre los riesgos de la operación y a manejar con claridad, las posibles soluciones y medidas de seguridad que la técnica recomienda. Para esto debe primero que nada, tener un buen conocimiento de la carga a elevar, lo que se basa principalmente en tener información sobre ella, conociendo:

Peso de la carga

Este antecedente es el más importante, pues la capacidad de elevación depende técnicamente de la estabilidad y resistencia estructural del equipo de elevación.

Existen diversos métodos para conocer el peso de una carga, el más seguro es utilizar una balanza dinamométrica, también se puede respetar el antecedente escrito que indica la tara o peso bruto de la carga o como método práctico de terreno realizar una cubicación de la carga.

Volumen de la carga

Este antecedente es importante por tres razones:

- El volumen de carga está constituido por las superficies de sus caras. Una gran superficie lateral es muy sensible al viento, lo que puede ocasionar efectos de péndulo o una desviación lateral de la carga.
- Determina el espacio mínimo necesario de la evolución aérea y zona de apoyo de la carga.
- En general, en las cargas de gran volumen, es difícil colocar con seguridad los elementos de amarre para levantar la carga. Lo más aconsejable es que el fabricante o el jefe de montaje, ordenen colocar ganchos de fijación o dibujar exteriormente la ubicación de las bridas.

Forma de la carga

La forma nos permite ubicar los centros de gravedad de cada carga.

Tipo de carga

Cada carga que se levanta, presenta condiciones de riesgo, por fragilidad y/o por su forma irregular o débil. El señalero debe tener la capacidad para evaluar el riesgo que presenta esta fragilidad (vidrios), o envase débil, que por su forma compleja, al levantar la carga se deforme y se deteriore (cajas de cartón).

Grado de riesgo de la carga

Es el riesgo intrínseco adicional, que presentan las cargas naturalmente peligrosas, tales como ácidos, gases explosivos, líquidos inflamables o cargas explosivas.

En cada caso, obligatoriamente es necesario usar un procedimiento de seguridad complementario.

Amarre o sujeción de la carga

Esta es una operación que el señalero debe ejecutar en la forma más cuidadosa posible, porque esta faena es la que presenta la mayor posibilidad de error, el que podría tener graves consecuencias para la máquina, carga y entorno. De esta forma es fundamental que el señalero tenga una buena capacitación en el conocimiento y dominio de las técnicas y uso de los elementos auxiliares.

Tipo de brida

En cada oportunidad, se debe seleccionar el tipo de brida más adecuada, la duda siempre está en decidir usar estrobos, eslingas, cadenas o jarcias.

Este problema indica que tanto los operadores como los señaleros, deben conocer claramente las técnicas de amarre de cargas, las ventajas de cada tipo de brida y los elementos auxiliares comúnmente utilizados.

3.4.3. Técnicas de operación de grúas

1. Reflexionar
2. Elegir la carga a elevar según:
 - Peso
 - Volumen
 - Forma
 - Tipo de carga
 - Grado de riesgo
3. Amarrar:
 - Tipo de brida
 - Estado
 - Capacidad
 - Técnica a emplearse
4. Solicitar gancho:
 - Señales adecuadas
5. Enganchar:
 - Seguridad en el enganche
 - Enganche ejecutado técnicamente correcto
6. Elevar en velocidad lenta
 - Hasta estiramiento del cable de elevación
 - Descenso normal de la pluma por la carga
 - Observar estabilidad

- Verificar buen amarre

7. Subir

- Aumentar velocidad de elevación
- Nunca perder de vista a la carga de maniobra

8. Maniobras de aproximación y descenso

- Detención
- Desenganche

CAPITULO IV

4. ASPECTOS ECONOMICOS.

4.1. SELECCIÓN DE LA GRUA.

Los beneficios económicos que se obtengan al finalizar un determinado proyecto, están directamente relacionados con la planificación y programación que se haga desde un principio. Estas herramientas de trabajo van a determinar finalmente si existirá un éxito o fracaso en las pretensiones económicas que se esperaban obtener.

Uno de los puntos principales a considerar dentro de la planificación, es la elección de la maquinaria a utilizar. Específicamente cuando hablamos de un proyecto a gran altura, donde un punto importante es solucionar adecuadamente las necesidades de izamiento, se debe pensar cuidadosamente en la máquina que mejor va a responder a los requerimientos. Las máquinas que se consideran en este caso son las grúas, de las que existe una amplia variedad en el mercado, por lo que se deben estudiar minuciosamente las diferentes alternativas existentes.

“Las grúas torre, tienen una ventaja distintiva con respecto a elevadoras de plataforma o los camiones grúa porque la pluma o pescante, se levanta sobre el sitio de construcción. La pluma de la grúa puede poner su peso en cualquier parte de su radio de operación, sin interferir con la estructura sobre la cual se balancea. Además, el operador puede estar en la grúa o controlarla remotamente usando instrumentación ubicada en la estructura de la edificación, mientras se disfruta de una excelente vista de la carga y sus alrededores durante todo el tiempo”. (BIT. Seleccionando grúas torre.1996).

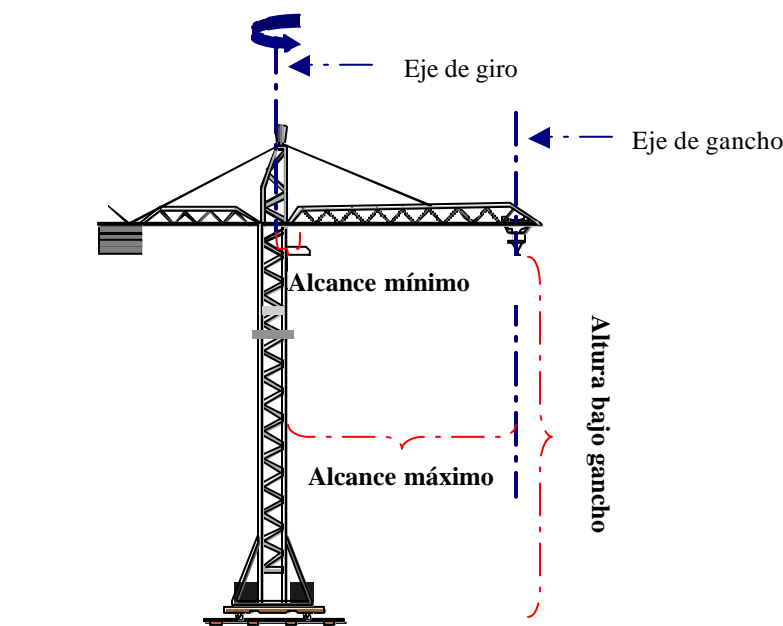
Si la decisión final del equipo directivo del proyecto, recae en utilizar una grúa torre, es importante también tener en cuenta que existen muchos tipos de grúas torre, razón por la cual es esencial que las personas relacionadas con la gestión del proyecto manejen

una información acabada y certera de las distintas posibilidades. La mejor elección sin duda debe estar entre aquellas que resulten de un costo menor pero que cumplan con cubrir el máximo de área utilizable, puesto que el precio de las grúas torre está relacionado con su tamaño.

También es importante evaluar la cantidad de grúas torre, que se van a necesitar. Para saber si es necesaria más de una grúa torre, se debe determinar el ciclo promedio de izaje, pero también si el área de trabajo es bastante extensa puede ser necesaria la presencia de una o más grúas torre en la obra. Aunque esto último, también puede ser solucionado agregando un carril a la grúa que permita su desplazamiento, cubriendo de este modo una mayor área.

La programación del trabajo debe asegurar que mientras la grúa es usada en una determinada área, no se interrumpan otros trabajos y además se debe pensar en la reprogramación de aquellas actividades, donde la grúa torre deba ser usada durante períodos prolongados durante el día, por turnos nocturnos.

Los factores que finalmente van a determinar la elección, son la capacidad de levantamiento, el alcance de llegada, la altura y el lugar de ubicación de la grúa torre.



La grúa torre puede adoptar distintas ubicaciones, entre las que se cuenta:

Dentro de un edificio

Si la grúa va a estar ubicada dentro del edificio se deben proveer orificios temporales a través del sistema de losas, a menos que haya una caja de ascensor localizada en el centro, una caja escala u otra abertura suficientemente grande para acomodar la torre (con espacio para permitir la oscilación). El ingeniero estructural del proyecto debe evaluar y aprobar la ubicación de estos orificios. Preferentemente, los orificios deben hacerse sólo a través de losas, no de vigas ni pilares, y probablemente requerirá enfierradura adicional u otras modificaciones estructurales. A menos que las estructuras adyacentes dificulten la posibilidad que la grúa se balancee libremente, se le debe erigir inicialmente suficientemente alta para dejar libres los primeros pisos, luego trepar el edificio mientras éste se levanta. El trepaje se lleva a cabo alargando la torre o levantando la torre desde su fundación y sujetándola en los pisos completados. El último método requiere de refuerzo adicional del sistema estructural por varios pisos (esto debe ser consultado con el ingeniero estructural), pero permite que los pisos que la grúa torre ha pasado puedan ser terminados.

El tamaño de la fundación debe ser mínimo, dependiendo de cuan alta se erige la grúa en su posición inicial. A medida que la grúa se levanta se puede apegar al edificio, para prevenir su volcamiento. Se debe tener cuidado de no interferir con las fundaciones del edificio. Si esto sucediere, la fundación de la grúa debiera estar diseñada por un ingeniero civil estructural, preferentemente uno que tenga experiencia en las grúas torre. Si la fundación de la grúa requiere pilotes, el diseño debiera ser completado con suficiente antelación para que estos pilotes sean instalados mientras quien realiza el trabajo aún está en la obra. Una grúa atada al edificio requiere, mientras se levanta, diseño de la fundación para su peso y su posición final más alta tanto como para su período inicial, cuando se encuentra posicionada libre y sujeta al volcamiento.

En todos los casos la fundación debiera ser concretada con anclajes soldados a la primera sección del tronco de la torre para asegurar que él esté completamente

vertical. Además, debiera proveerse protección a la base de la torre de la grúa para prevenir cualquier posibilidad de que algo las golpee.

Fuera de la edificación

Si la grúa torre va a ubicarse fuera de la edificación, debe estar lo suficientemente cerca, para que su estructura sea atada a la construcción cada dos o tres pisos. La grúa puede erigirse lo suficientemente alta para dejar libres los primeros pisos y luego escalar el edificio a medida que se levanta. El amarre con la edificación puede impedir el uso de moldajes autodeslizantes de muros o moldajes de cubierta volantes en las posiciones de amarre, tanto como puede retrasar el cierre definitivo del área inmediatamente enfrente de la torre de la grúa, hasta que la grúa sea removida. Los contratistas e ingenieros debieran ejercitar el cuidado al seleccionar la ubicación para minimizar la cantidad de trabajo muy cercano que pudiera retrasarse. La posición de la grúa fuera el edificio debiera evitar perturbar la existencia de elementos subterráneos a menos que los planos digan que hay que reubicarlos. Adicionalmente, los planos del proyecto deben ser estudiados para el sitio de trabajo proyectado, tales como línea de utilidad pública, y piscinas para evitar una situación en la cual la fundación debe ser removida después del desmantelamiento de la grúa.

La fundación de la grúa torre en estos casos es generalmente grande (2-3 m² y 1.7 m. profundo), requiriendo de un diseño para su levantamiento e instalación adicional de anclajes mayores en el concreto.

Completamente fuera de la edificación

Esto requiere de una grúa cuyo largo de pluma sea mayor que otras opciones. Sus fundaciones deben ser diseñadas para la máxima sollicitación final incluso al erigirla inicialmente a una altura mínima, la fundación debe equiparse con enlaces de escalamiento. El posicionamiento debiera minimizar o eliminar la posibilidad de bloquear los moldajes de losa volante.

Sobre rieles

Una grúa torre sobre rieles permite cubrir un área mayor. La grúa debe descansar sobre un carro especial, lo suficientemente ancho y con contrapeso para prevenir un vuelco y estar equipada con bogis y motores para moverse. La colocación de los rieles debe ser sobre base de concreto o gravilla compacta diseñada por un ingeniero estructural y que refleje la capacidad de soporte el suelo. Los rieles pueden ser curvos de acuerdo con la recomendación del fabricante de la grúa. Una grúa montada de esta forma puede usar electricidad con una variedad de fuentes vía cable, o puede suplir su propio poder con un generador montado en el carril.

La primera instalación de la grúa a su altura máxima sin la utilización de vientos, puede ahorrar tiempo a la larga, aunque inicialmente posiciona a su operador lejos del trabajo. Ya que cada trepaje toma varias horas, este trabajo puede impedir con su realización una secuencia de piso por piso. Realizar esta operación durante el turno de noche, donde la reglamentación local y las condiciones de trabajo lo permitan, puede llevar a la grúa a la altura necesaria sin interferir las actividades diarias.

Donde se usan dos o más grúas torre, éstas pueden posicionarse para que sus aguilonos puedan oscilar sobre un área común. Estos arreglos requieren de un gran cuidado para que las grúas que se encuentran más abajo puedan oscilar en 360 grados sin golpearse unas contra otras.

El largo del cable de carga para la grúa, debe adecuarse para alcanzar desde su altura máxima hasta el punto más bajo, en el cual recibirá cargas, además del número de envolturas necesarias en el tambor.

Como parte de la decisión, al usar una grúa torre, se necesita un plan para el levantamiento de la grúa, para su desmantelamiento y para su remoción. El acceso de un equipo de levantamiento debe ser evaluado y elegido cuidadosamente. A menudo es necesario reforzar el pavimento de la calle, asegurar las excavaciones para sostener el equipo de levantamiento, y también obtener permisos especiales.

4.2. ARRIENDO DE GRUAS TORRE.

Las grúas torre con las que se trabaja en Chile son principalmente:

- Linden- Comansa, importada desde España.
- JASO, importada desde España
- Liebherr, importada desde Alemania.
- Potain, importada desde Francia.
- BPR Cadillón, BPR.
- Richier

La mayoría de las empresas que se dedican al arriendo de grúa torre, se concentran en la región Metropolitana. Ellas operan habitualmente celebrando un contrato de arrendamiento, que estipula las condiciones generales del proceso entre las partes. Estas condiciones se orientan fundamentalmente a definir la forma en que va a realizarse el cobro por el uso de los equipos, estableciéndose casi siempre un arriendo básico, que corresponde a un cargo mensual considerando una utilización del equipo por un determinado número de horas (generalmente 200 horas mensuales). También se definen lo que corresponde a las tarifas horarias: para el equipo la tarifa resulta de dividir el arriendo básico mensual por el número de horas acordado; ahora para el operador esta tarifa corresponde al valor resultante de dividir la tarifa básica mensual de operador por el número de horas acordado, en ambos casos la tarifa horaria se expresa en U.F. por hora. Se acuerda además que si el equipo es usado por un tiempo superior a las horas acordadas, se procederá a realizar un cobro adicional, correspondiente al valor que resulta de multiplicar el número de horas en exceso por la tarifa horaria. De igual forma si el operador es utilizado por un tiempo superior al acordado, se procede a realizar un cobro adicional, que se determinará multiplicando el número de horas en exceso por la tarifa horaria de operador, recargándola en un 50%. Otras condiciones se refieren a los cobros que se hacen por efectuar operaciones tales como montaje, desmontaje, telescopaje, colocación de arriostramientos, en jornada extraordinaria de trabajo de lunes a

viernes, sábados, domingos o festivos, aquí se hace un recargo generalmente de un 50% sobre la tarifa normal.

Se define también lo que será responsabilidad del cliente, como puede ser el costo de fabricación de los puntales de arriostamiento, la utilización de equipos auxiliares de apoyo para carga, descarga, montaje, desmontaje u otra operación, la operación de protección de los cables eléctricos, suministro e instalación de los rieles para las grúas móviles, contar con los permisos y seguros de obra requeridos durante el período de arrendamiento y de acuerdo a las exigencias de la Dirección de Obras de la municipalidad correspondiente, y la construcción de las fundaciones de apoyo requeridas para el montaje del equipo. Asimismo se establece como se llevará a cabo la mantención por parte de la empresa que está prestando el servicio de arrendamiento, acordando debidamente las fechas y horarios de las mantenciones.

En el Anexo C, se indican algunos precios de arriendo de algunos modelos de grúas torre, utilizados en Chile.

CONCLUSIONES

- Las grúas torre constituyen hoy en día una poderosa herramienta de trabajo en la industria de la construcción, en obras de mediana y gran altura, así como también en cualquier otra actividad donde se puedan utilizar. Gracias a ellas es posible transportar todo tipo de cargas dentro de una obra, en forma rápida, segura y sencilla.
- Existen varios tipos de grúas torre. Cada variedad se desarrolló para responder en forma eficiente a las distintas condiciones de trabajo que se presentan en las obras. La clasificación que se hace, se basa principalmente en diferencias en cuanto a la forma de apoyo, forma de montaje y forma de la pluma.
- El alto costo, riesgos de accidentes graves y elevado impacto en la productividad de una obra donde se utiliza una grúa torre, obligan a cumplir estrictamente las medidas de seguridad que se recomiendan en las etapas de traslado de las partes, montaje, operación, y desmontaje de la grúa torre. Especial cuidado se debe tener en realizar la mantención de la grúa; debe implementarse un programa de inspecciones y un plan de mantenimiento preventivo muy rígido. Esto va a permitir que la grúa torre se conserve en perfectas condiciones de operación y seguridad.
- El personal en contacto con una grúa torre debe poseer conocimientos básicos sobre ella, en cuanto a funcionamiento, operación y medidas de seguridad a adoptar en cada caso. Por otro lado quienes trabajan directamente con la grúa torre, tanto en la instalación, mantención y operación, deben ser personas especialmente calificadas. El operador de una grúa torre debe cumplir con ciertos requisitos físicos y psicológicos que lo capaciten para realizar una correcta labor. Es importante también mencionar la labor del señalero, el que muchas veces además de guiar en determinadas condiciones de mala visión al

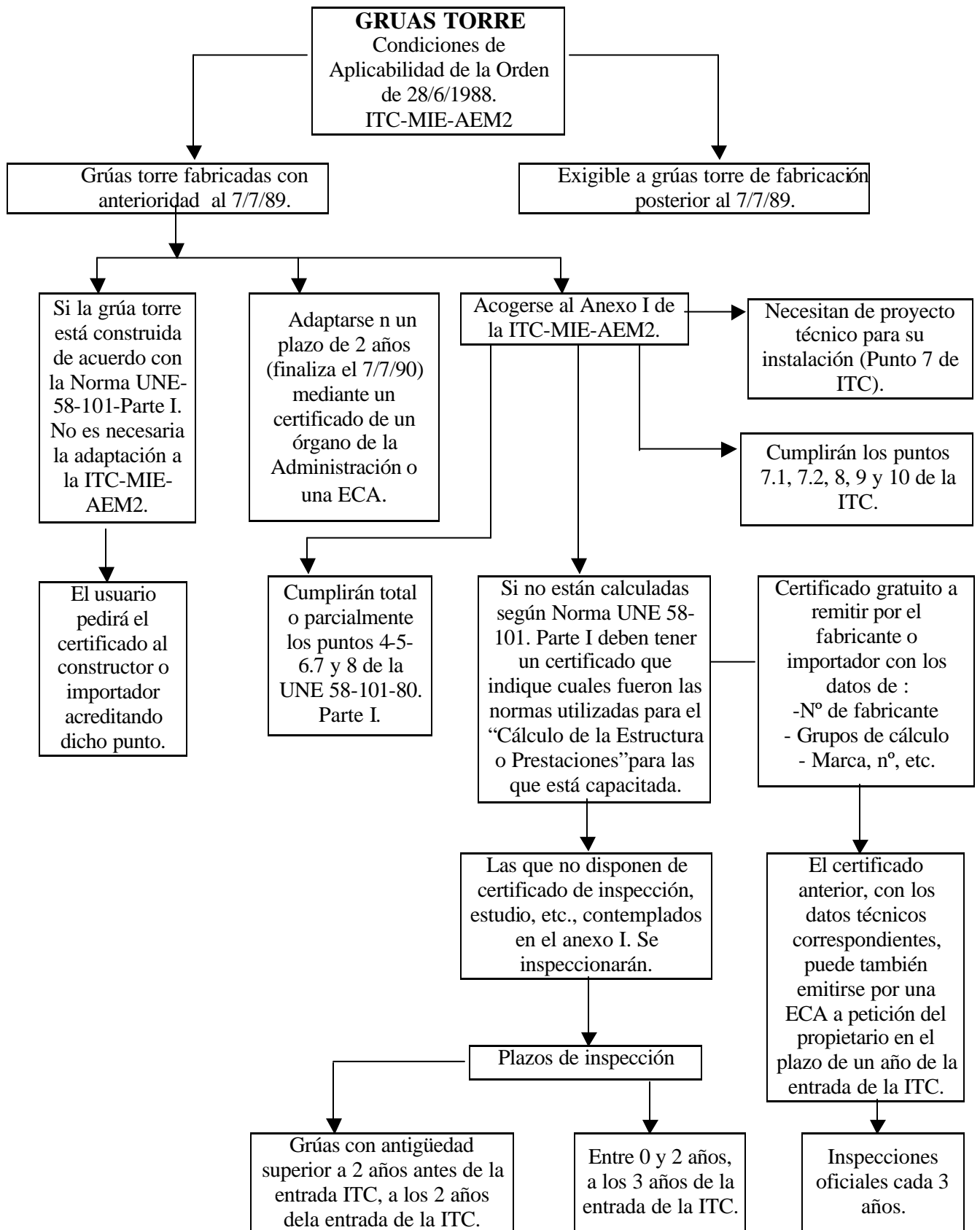
operador, debe realizar las operaciones de estrobaje o eslingado de las cargas a izar, razón por la cual debe contar con una preparación adecuada a la importancia que tiene el manejo de las cargas.

- La evolución es un proceso al que no están ajenas las grúas torre. Cada día se trabaja en encontrar la mejor solución para cada nueva necesidad, ya sea creando nuevos modelos o mejorando los ya existentes, utilizando nuevos materiales o incorporando nuevos componentes, aplicando para todo ello, la más alta tecnología disponible en el mercado.
- El proceso de selección del tipo de grúa torre, que se utilizará en un determinado proyecto, debe llevarse a cabo en forma responsable por un equipo que maneje información adecuada sobre las distintas posibilidades. La decisión final debe corresponder a aquella grúa torre, que mejor se adapte a las necesidades en cuanto a capacidad de levante, alcance, altura y ubicación de la obra, y que ante todo represente una buena inversión.

ANEXO A

ITC – AEM2

Resumen de los criterios de aplicabilidad de la ITC-AEM2



Apartados que debe contemplar un Proyecto de Instalación de grúas torre

INDICE

1. MEMORIA

- 1.1. Ubicación de la obra
- 1.2. Características técnicas de la grúa torre a instalar
- 1.3. Alturas de montaje inicial y final
- 1.4. Características de la pluma y contrapluma
- 1.5. Contrapeso
- 1.6. Lastres inicial y final
- 1.7. Instalación eléctrica
 - Tensiones de alimentación
 - Protecciones
 - P.A.T.
- 1.8. Diagramas de carga y alcance
- 1.9. Vías de rodadura
- 1.10. Dispositivos de seguridad
- 1.11. Velocidades
- 1.12. Cables
- 1.13. Altura máxima y autoestable
- 1.14. Cargas y distancias admisibles. Reenvíos de elevación
- 1.15. Arriostramientos

2. PLANOS

- 2.1. Plano de emplazamiento
- 2.2. Plano de P.A.T.

3. DOCUMENTACION

- 3.1. Certificado de fabricación
- 3.2. Normativa aplicable (NORMA UNE 58-101-80. Parte II. Instalación)

4. PLIEGO DE CONDICIONES

5. PRESUPUESTO DE MONTAJE

El plano de emplazamiento de la obra y las características del terreno serán facilitados por la dirección facultativa o de la obra al técnico que realice el proyecto.

Elementos y mecanismos a revisar periódicamente

- Control del nivel de la vía.
- Verificar uniones de los raíles y extremos de la vía.
- Control de topes (ver deslizamiento y fijación). Comprobar fijación del limitador de carrera de traslación.
- Control del freno mediante movimientos. Regular si es necesario.
- Verificar cuadro de conexiones. Control del interruptor diferencial, aislamiento del cable de alimentación y efectuar la comprobación de cables eléctricos a la estructura de la grúa.
- Control de las puestas a tierra (P.A.T.).
- Verificar dispositivos de fijación de lastres.
- Control de los finales de carrera de ganchos, carro y traslación de grúa.
- Inspeccionar el cable de elevación (enrollamiento correcto al tambor, desgaste del cable y tensión del mismo).
- Verificar el estado de engrase de accesorios y mecanismos según normas del fabricante.

Vida útil de una grúa torre

Vida útil de una grúa torre		
Las inspecciones oficiales serán anuales cuando se sobrepase la misma		
Momento = Carga máx. En punta x alcance máximo		
Momentos	Grupos	Vida útil (Años)
Hasta 250 KNm	I	9
De 250 a 700 KNm	II	10
Mayores a 700 KNm	III	14

ANEXO B

CODIGO DE SEÑALES



Toma de mando



Subida



Subida lenta *



Descenso



Descenso lento *



Cambio de ramal



Giro a la derecha

* Cualquiera sea la orden emanada del señalero, siempre que éste se encuentre con una mano cruzada sobre el vientre, indicará que la maniobra debe efectuarse en forma lenta. Si por el contrario, la mano está en la cintura, la maniobra se efectuará a una velocidad normal.



Giro a la izquierda



Carro en esa dirección



Carro en esa dirección



Detención



Detención urgente



Fin de mando

ANEXO C

PRECIOS DE ARRIENDO

FICHA TECNICA

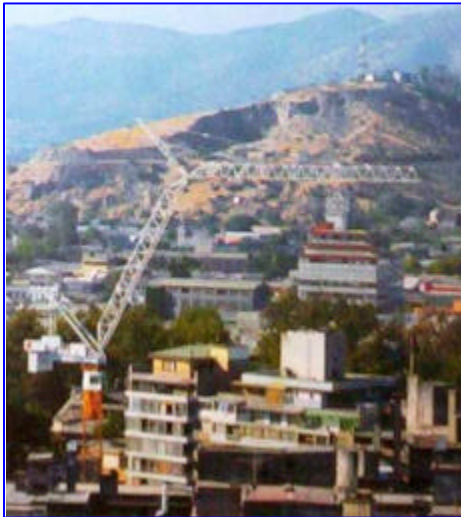
	Grúa Torre Liebherr 98.3 HC	Grúa Torre Liebherr 112 HC-K	Grúa Torre Liebherr 32 K
Altura de autonomía (m)	38,0	48,1	22,0
Largo de pluma (m)	50,0	50,0	30,0
Largo de contrapluma (m)	14,1	8,0	0,0
Carga en punta (Kg)	1.500	1.800	1.000
Carga máxima (Kg)	8.000	8.000	3.500
Tipo de grúa	Grúa Torre, pluma horizontal	Grúa Torre, pluma articulada	Automontable
Versiones disponibles	Fija Móvil	Fija Móvil	Simplemente apoyada

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	TARIFAS UNITARIAS (U.F.)		
			s / iva		
			Liebherr 98.3 HC	Liebherr 112 HC-K	Liebherr 32 K
1	Arriendo básico mensual del equipo hasta 200 horas	mes	140	125	80
2	Operador mensual hasta 200 horas	mes	36	35	35
3	Montaje hasta altura requerida	gl	105	70	22
4	Desmontaje desde altura final	gl	105	70	22
5	Arriendo mensual de dos capachos concreteros	mes	6	-	6
6	Transporte a obra	gl	390	505	20
7	Transporte desde obra	gl	390	505	20
8	Viático equipo de montaje	gl	78	75	-
9	Viático equipo de desmontaje	gl	78	75	-
10	Viático mensual operador	mes	20	20	-
11	Viático equipo de mantención	c/u	8	8	-
12	Grúa auxiliar montaje en obra	gl	carga cliente		-
13	Grúa auxiliar desmontaje en obra	gl	carga cliente		-

Fuente: SX Maquinarias. 2003.

ANEXO D

Grúas Torres Liebherr en el mundo



*Grúa Torre Pluma Articulada.
Santiago, Chile.*



*Grúas Torres Trepadoras
Berlín, Alemania.*



*Grúa Torre Pluma Abatible Big-Ben.
Londres, Inglaterra.*



*Grúas Torres Pluma Horizontal.
Valladolid, España.*



*Grúa Torre Pluma Horizontal,
Torre TV.
Kuala Lumpur. Malasia.*



*Grúas Torres Pluma Horizontal,
Plataforma petrolera.
Noruega*



*Grúa Torre Pluma Horizontal.
Corea.*



*Grúas Torres Trepadoras,
Construcción puente.
Dinamarca.*

GLOSARIO

Alcance o radio (L) : Distancia horizontal entre el eje de orientación de la parte giratoria y el eje vertical del elemento de aprehensión sin carga, estando la grúa instalada sobre un terreno horizontal.

Altura bajo gancho : Es la distancia vertical entre el plano de emplazamiento de la grúa y el centro del gancho en su posición más elevada.

Altura de autonomía : Es la mayor altura bajo gancho que permite que la grúa sea estable tanto en condición de servicio como fuera de servicio, sin ningún medio adicional de anclaje, para las solicitaciones definidas en las reglas de cálculos vigentes.

Altura máxima : Es la altura bajo gancho máxima de la grúa que permiten las reglas de cálculo y la disposición de los mecanismos, convenientemente arriostrada.

Anchura de base : Distancia entre los ejes de los soportes medida paralelamente al eje de desplazamiento de la grúa.

Arriostramiento : Es la sujeción obligatoria de que se deberá proveer a la grúa cuando ésta supera la altura autoestable definida por el fabricante, para las condiciones de utilización, con el fin de asegurar su estabilidad.

Base : Elemento que soporta la plataforma giratoria (grúa torre autodesplegable) y/o la torre de la grúa (grúa torre) además del lastre necesario para asegurar la estabilidad de la grúa en las condiciones de servicio y fuera de servicio especificadas por el fabricante.

Bogie : Soporte ensamblado equipado de ruedas o rodillos que sirven para la traslación de la grúa y articulado para equilibrar las cargas sobre las ruedas o los rodillos.

Cabina : Es el habitáculo destinado a la conducción habitual de la grúa que alberga a los mandos y al gruista.

Carretón o chasis : Conjunto estructural que sirve de base a una grúa torre; si es desplazable estará dotado de medios propios de traslación.

Carga de ruptura efectiva: Es la ruptura efectiva medida durante un ensayo de tracción, en una longitud mínima de cable, ruptura que no puede ocurrir en las mordazas.

Carga máxima : Valor máximo de la masa a elevar por la grúa según los datos del fabricante.

Carro de pluma : Dispositivo portador del órgano de aprehensión de una grúa torre y que puede desplazarse a lo largo de la pluma.

Cocas o nudos : Son torceduras que desequilibran gravemente un cable de una manera irremediable.

Condición de servicio : Es el conjunto de disposiciones tomadas en la grúa y en sus elementos y mecanismos para que, convenientemente instalada en su emplazamiento, pueda prestar su cometido.

Condición fuera de servicio : Es el conjunto de disposiciones tomadas en las grúas y en sus elementos y mecanismos para que, convenientemente instalada en su emplazamiento, pueda permanecer estable sin realizar ningún trabajo.

Contrapeso : Masa fijada sobre la contrapluma o sobre la plataforma giratoria para ayudar a equilibrar las acciones de la carga útil y/o ciertas partes de la grúa durante su funcionamiento.

Contrapluma : Componente estructural de la grúa torre, capaz de soportar el contrapeso.

Corona de giro : Componente destinado a transmitir esfuerzos (momento de carga, fuerzas horizontales y verticales) de la parte giratoria a la parte fija de la grúa torre y que es accionado por el mecanismo de orientación de la parte giratoria.

Diagrama de cargas : Correlación de cargas y alcances para cada longitud de pluma y cada dispositivo de aprehensión expresada gráficamente.

Dispositivo de inmovilización de la grúa: En las grúas de base desplazable es un dispositivo distinto del freno de traslación que impide que la grúa se desplace bajo la acción del viento en la condición fuera de servicio.

Dispositivo de puesta en veleta: Dispositivo que asegura la libre orientación de la pluma, ante la acción del viento en la condición de fuera de servicio.

Elementos de arriostrado: Elementos necesarios para poder realizar el arriostrado de una grúa torre.

Emplazamiento de la grúa : Es la zona donde se ha de situar la grúa y por la que, en su caso se puede desplazar.

Ensayos estáticos : Ensayo de una grúa por aplicación al dispositivo de aprehensión, de una carga estática que exceda un tanto por ciento fijado de la carga nominal de esta grúa.

Ensayos dinámicos : Ensayo de una grúa por ejecución de movimientos de trabajo realizados con una carga que sobrepasa en un tanto por ciento fijado la carga nominal de esta grúa.

Estabilidad : Aptitud de una grúa a resistir los pares de vuelco.

Estabilizador : Dispositivo destinado a aumentar y/o asegurar la base de apoyo de una grúa en posición de trabajo.

Fabricante : Es la persona física o jurídica que asume la responsabilidad de su construcción.

Fundaciones : Son las masas metálicas, de madera, de fábrica o combinación de ellas que son capaces de transmitir al suelo las acciones de la grúa de acuerdo con las reglas de cálculo.

Grúa : Aparato de elevación de funcionamiento discontinuo destinado a elevar y distribuir, en el espacio, las cargas suspendidas de un gancho o de cualquier otro accesorio de aprehensión.

Grúa instalada : Es la condición en que se encuentra la grúa erigida por completo en su emplazamiento, sometida a las solicitaciones establecidas en las reglas de cálculo para la condición fuera de servicio, pero sin que sea necesario que esté dispuesta para pasar a la condición de servicio.

Grúa pluma : Grúa en la que el accesorio de aprehensión está suspendido de la pluma o de un carro que se desplaza a lo largo de la misma.

Gruista u operador de grúa torre: Es la persona física que tiene conocimientos y autorización para manejar y operar directamente la grúa.

Hernia : Defecto que suele producirse en un cable de acero. Ocurre por extrusión del alma, como consecuencia de la deformación en canastillo.

Instalación de la grúa : Es el proceso material de realizar todas las operaciones necesarias para que la grúa quede en la condición de instalada, incluyendo las de ejecución de sus fundaciones y montaje de la grúa. También incluye, en su caso, al conjunto de fundaciones, camino de rodadura y grúa instalada.

Lastre basal : Masa fijada sobre el carretón de una grúa torre para asegurar su estabilidad.

Longitud de pluma : Es la distancia, expresada en metros, entre el eje de la grúa y el extremo de la pluma.

Longitud de contrapluma : Es la distancia, expresada en metros entre el eje de la grúa y el extremo de la contrapluma.

Mecanismo de inclinación de la pluma: Mecanismo que sirve para variar el alcance y la altura de elevación por variación del ángulo de inclinación de la pluma.

Mecanismo de orientación : Mecanismo que asegura la rotación en un plano horizontal de la parte giratoria de la grúa.

Montaje de la grúa : Es el proceso real de erigir y montar la grúa sobre su emplazamiento y fundaciones, para que pueda prestar su función.

Obra : Es la zona localizada de trabajo donde la grúa va a utilizarse en un solo emplazamiento o en varios sucesivos.

Organo de aprehensión : Dispositivo (gancho, cuchara, electroimán, etc.) que sirve para suspender, coger o soportar la carga.

Plano de emplazamiento de la grúa : En las grúas de base desplazable es el plano de rodaduras de las ruedas. En las de base fija es el plano de apoyo de la base. En las empotradas es el plano superior del macizo de empotramiento.

Plataforma o soporte giratorio : Estructura orientable capaz de soportar la pluma, contrapluma y torreta porta tirantes en la grúa torre o la torre vertical portapluma y el contrapeso en la grúa torre autodesplegable.

Pluma : Componente estructural de la grúa torre, capaz de soportar el accesorio de aprehensión o el carro portador del mismo, asegurando el alcance y la altura de elevación solicitados.

Propietario : Es la persona física o jurídica que ostenta la propiedad legal de la grúa, aunque pueda no usarla por sí mismo.

Puesto de mando o de conducción : Es cualquier punto distinto de la cabina desde el cual el gruista puede manejar los mandos con seguridad mediante un mando a distancia (telemando o botonera).

Puesta en servicio : Es el conjunto de comprobaciones y maniobras que deben ejecutarse en una grúa instalada para que pueda pasar inmediatamente a la condición de servicio si las circunstancias lo permiten.

Señal : Es una indicación física, enviada por una persona debidamente capacitada y entrenada, denominado señalero o rigger.

Telemando o botonera : Es el dispositivo eléctrico o electrónico adecuado para manejar la grúa fuera de la cabina con todos los movimientos posibles.

Torre : Estructura vertical que soporta en su parte superior la pluma (grúa torre automontante) y/o la plataforma giratoria (grúa torre) asegurando la altura necesaria a la posición del pie de pluma. Puede ser monobloque o desmontable por elementos (elementos de torre o mástiles).

Torón : Conjunto de alambres torcidos helicoidalmente en torno a un eje, y parte constituyente de los cables de acero.

Usuario : Es la persona física o jurídica que utiliza la grúa, en calidad de propietario o arrendatario legal, que es responsable de su utilización y custodia, así como de que se realice el adecuado mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

- Peñailillo Cruz, Juan.
Aspectos de seguridad en el empleo de maquinarias de elevación (Art. revista).
Construcción Civil, v. 0017, nro. 0006, 1991, junio.
- Protor, Joseph.
Seleccionando grúas torre (Art. revista). BIT, v. 0003, nro. 0005, 1996, mayo.
- Jordan Berrozpe, Angel.
Grúas torre. Presente y futuro (Art. revista). Potencia, v 0025, nro. 0921, 1988,
noviembre.
- Rodríguez Roel, Ramón.
Normativa ITC-AEM2 sobre grúas torre (Art. revista). Potencia, v 0027, nro. 0318,
1991, febrero.
- NCh 2431 Of. 1999 “Grúas Torre - Características y requisitos de seguridad”.
- NCh 2437 Of. 1999 “Grúas Torre – Condiciones de operación”.
- NCh 2438 Of. 1999 “Grúas Torre – Requisitos de montaje”.
- Mutual de Seguridad.
Manual de Grúas Torre.. Edición 1998.
- Euclidez Guzmán A.
Curso Elemental de Edificación. 1990.
- IE. Innovación Empresarial Ltda.
Técnicas de operación de Grúas Torre – Cables de Acero.
- Liebherr.
Normas de prevención de accidentes para operadores.
- www.coitiab.es
- Errepar. Enciclopedia de la construcción. www.construir.com
- Geoteknia. www.geoteknia.com

- Mutua de Accidentes de Trabajo. www.prevencción.fimac.net
- Industrias Metalbo. www.metalbo.com
- Industrias Liebherr. www.Liebherr.com
- Remayser. Alquiler de grúas torre. www.remayser.com
- www.apabcn.es
- Empresas F.B. F.lli Butti www.fbgru.it
- Revista técnica de maquinaria para el sector del árido, O.P. y minería.
www.aridosymateriales.com
- Industrias Comansa. www.comansa.com
- ETAC S.A. www.etac.cl
- SX MAQUINARIAS. www.sxmaq.cl